



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL  
MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**LUIZA DE SOUSA VIEIRA**

**RECOMPOSIÇÃO DE RESERVA LEGAL NA REGIÃO DO TAPAJÓS:  
IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES E SISTEMAS SILVICULTURAIS**

Belém-PA  
2014

LUIZA DE SOUSA VIEIRA

**RECOMPOSIÇÃO DE RESERVA LEGAL NA REGIÃO DO TAPAJÓS:  
IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES E SISTEMAS SILVICULTURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará - UFPA, em parceria com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ecossistemas Amazônicos.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Brienza Júnior.

Belém-PA

2014

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)  
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

---

Vieira, Luiza de Sousa, 1987-  
Recomposição de reserva legal na região do Tapajós :  
identificação de espécies e sistemas silviculturais / Luiza de Souza  
Vieira. – 2014.  
112 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Silvio Brienza Júnior  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto  
de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Ambientais, Belém, 2014.

1. Biodiversidade - Conservação - Tapajós, Região (PA). 2.  
Reservas naturais - Tapajós, Região (PA). 3. Sistemas silviculturais.  
I. Título.

CDD 22. ed. 333.9516098115

---

LUIZA DE SOUSA VIEIRA

**RECOMPOSIÇÃO DE RESERVA LEGAL NA REGIÃO DO TAPAJÓS:  
IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES E SISTEMAS SILVICULTURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará - UFPA, em parceria com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Data da aprovação: 30/06/2014

Conceito: \_\_\_\_\_

Banca examinadora:

---

Silvio Brienza Júnior – Orientador  
Doutor em Agricultura Tropical  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

---

Joaquim Carlos Barbosa Queiroz – Membro  
Doutor em Geociências e Meio Ambiente  
Universidade Federal do Pará - UFPA

---

Jorge Alberto Gazel Yared - Membro  
Doutor em Ciência Florestal  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

---

Steel Silva Vasconcelos – Membro  
Doutor em Recursos e Conservação Florestais  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

Ao Senhor meu Deus, por não me deixar desistir  
Aos meus pais, por sempre me apoiarem  
Ao meu companheiro, Jorge Victor, por estar sempre ao meu lado nesta jornada  
Dedico

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pai maravilhoso, por estar sempre ao meu lado, me dando tranquilidade e me iluminando com sabedoria para que fosse possível o desenvolvimento desta dissertação, me ajudando a superar todos os obstáculos.

Aos meus pais, Jaquelina e Antônio, pelo amor incondicional, por me apoiarem e me incentivarem sempre, acreditando em mim em todos os momentos.

Ao meu companheiro Jorge Victor e toda sua maravilhosa família, por estarem sempre ao meu lado, ouvindo todas as minhas lamentações, me ajudando a encontrar paz nos momentos mais difíceis, e por sempre me trazer felicidade nos momentos de angústia.

Ao meu Orientador, Silvio Brienza Júnior, pela paciência, dedicação e conhecimento repassados; por acreditar em mim para o desenvolvimento deste trabalho e oferecer as condições possíveis para a realização do mesmo.

Ao Dr. Jorge Alberto Gazel Yared, por toda dedicação, paciência e conhecimento repassado, pela sutileza das palavras e por ser uma pessoa admirável, através da qual consegui encontrar a direção para o desenvolvimento desta dissertação.

A Embrapa Amazônia Oriental, por ceder a estrutura física para o desenvolvimento deste trabalho e ao Projeto Restauração e Produção de Florestas Sustentáveis para o Estado do Pará por conceder os recursos financeiros para realização de todas as atividades de campo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, com a qual pude dar continuidade a meus estudos.

À banca examinadora por suas contribuições para melhoria deste trabalho.

À Vanessa Sousa, coordenadora das estagiárias da Embrapa, às estagiárias Arllen Élide e Julie França, aos parobotânicos Nilson, Vilmar e João por me ajudarem na etapa de coleta de dados deste estudo.

Ao Professor Joaquim Queiroz, pelo auxílio na análise estatística.

À Professora Maria Isabel por auxiliar nas dúvidas em a relação à análise da precipitação com crescimento.

À minha querida amiga e companheira de todas as horas, Tainah Narducci, e a sua maravilhosa família, por sempre me cederem um lugar em sua casa, por todos os almoços, por sempre me ouvir e estar ao meu lado e por toda a batalha que vencemos juntas. Obrigada por sua amizade.

Aos meus amigos de curso Rodrigo Rafael e Hugo Castro, pela ajuda na confecção do mapa, por sua amizade maravilhosa e por todos os momentos de descontração.

Ao meu colega de curso, Maurício Moura, por se mostrar disponível em todos os momentos e por ajudar na obtenção de dados meteorológicos.

A todos os meus amigos que de alguma forma contribuíram para a conclusão desta jornada, em especial Cilanna Moraes, Daniele Teixeira e Diana Bentes. Obrigada ursinhas por sua maravilhosa amizade.

“Posso, tudo posso, Naquele que me fortalece;  
Nada e ninguém no mundo vai me fazer desistir...”

Celina Borges

## RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo identificar as espécies potenciais e arranjos e/ou sistemas silviculturais, que associados à vegetação espontânea, garantam características viáveis à recomposição de Reserva Legal na região do Tapajós. Foram implantados três sistemas silviculturais: 1) Plantio de árvores em canteiro de 36 plantas por espécie, em blocos ao acaso, 32 espécies que são os tratamentos, cinco repetições, espaçamento 1,5 x 1,5. 2) Plantio em One Tree Plot - OTP, em blocos ao acaso, 29 espécies como tratamentos, 12 repetições, espaçamento 3 x 3. 3) Plantio em sistema silviagrícola, onde utilizou-se o Sistema Taungya, espaçamento 7 x 7. Foi realizada a caracterização da composição florística, diversidade e similaridade da vegetação espontânea; avaliados a sobrevivência e o crescimento das espécies florestais; e produtividade da vegetação espontânea e das espécies florestais plantadas. Em toda a área estudada, foram identificados 1597 indivíduos pertencentes a 137 espécies, 98 gêneros e 40 famílias. O Índice de Shannon - Weaver encontrado foi de 3,75 para Canteiro, 3,72 para Silviagrícola e 3,56 para OTP. A similaridade pelo Índice de Sorensen encontrada foi: 65,52% entre Canteiro e OTP, 63,58% entre Canteiro e Silviagrícola e 50,31% entre OTP e Silviagrícola. Levando em consideração a taxa de sobrevivência e as médias de crescimento em DAP e altura total, a ordem decrescente de importância dos sistemas silviculturais estudados foi a seguinte: OTP 76 > OTP 75 > Canteiro 76 > Canteiro 75. Para efeitos de exploração na Área de Reserva Legal, considerando a produtividade dos indivíduos com DAP > 0,45m, a ordem de importância decrescente dos sistemas silviculturais é a seguinte: OTP > Canteiro > Silviagrícola. Como não houve diferenças estatisticamente significativas entre os Índices de Shannon – Weaver encontrados para a vegetação espontânea dos três sistemas silviculturais analisados, e levando em consideração a produtividade dos indivíduos com DAP > 0,45m, o sistema OTP seria o mais indicado para a recomposição de Reserva Legal especificamente sob o ponto de vista florestal e o sistema Silviagrícola, embora com menor produtividade florestal, poderia ser indicado à pequenos produtores por ser associado a cultivos agrícolas. Os resultados do estudo evidenciam que cerca de 40 anos após o plantio de espécies florestais nos referidos sistemas silviculturais é possível obter alta diversidade na composição florística sob estes plantios, recuperando a função ecológica e produtiva da área.

Palavras-chave: Conservação. Biodiversidade. Produtividade.

## ABSTRACT

This research had the goal to identify the potential species and arrangements and / or silvicultural systems, that associated to the spontaneous vegetation, ensure viable characteristics to the recomposition of Legal Reserve in the region of Tapajós. It was implanted three silvicultural systems: 1) Plantation of trees in plats of 36 plants per specie, in random blocks, 32 species that are the treatment, five repetitions, spacing 1,5 x 1,5. 2) Plantation in One Tree Plot - OTP, in random blocks, 29 species as treatment, 12 repetitions, spacing 3 x 3. 3) Plantation in agroforestry system, which was used the Taungya System, spacing 7 x 7. It was performed the characterization of the floristic composition, diversity and similarity of the spontaneous vegetation; measured the survival and growth of the Forest species; and productivity of the spontaneous vegetation and the planted forest species. In all the studies area, it was identified 1597 subjects belonging to 137 species, 98 gender e 40 families. The found Shannon - Weaver Index was 3,75 to plat, 3,72 to agroforestry e 3,56 to OTP. The similarity by the Sorensen Index found was: 65,52% between Plat and OTP, 63,58% between Plat and Agroforestry and 50,31% between OTP and Agroforestry. Considering the survival rate and the average growth in DAP e total height, the descending order of importance of the studied silvicultural systems was as follows: OTP 76 > OTP 75 > Plat 76 > Plat 75. For exploration of the Legal reserve area, considering the productivity of the subjects with DAP > 0,45m, the descending order of importance of the silviculturals systems is as follows: OTP > Plat > Agroforestry. As there were no statistically significant differences between the Shannon - Weaver Indexes found for the spontaneous vegetation of the three analyzed silvicultural systems, and considering the productivity of individuals with DAP > 0.45 m, the OTP system would be more indicated for the recovery of Legal Reserve specifically from the forest point of view and agroforestry system, although with less forest productivity could be indicated for the small producers because it is associated with agricultural crops..The study results show that around 40 years after the plantation of the Forest species in the referred agroforestry systems its possible obtain high diversity in floristic composition under these plantations, restoring the ecological and productive function of the area.

Keywords: Conservation. Biodiversity. Productivity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da área de estudo. A. Experimentos localizados na Flona do Tapajós. B. Experimento localizado na área de produtor, externo a Flona do Tapajós.....	32
Figura 2 – Área do experimento Canteiro de 36 plantas por espécie - 1975.....	36
Figura 3 – Área do experimento Canteiro de 36 plantas por espécie - 1976.....	36
Figura 4 – Área do experimento One Tree Plot - 1975.....	37
Figura 5 – Área do experimento One Tree Plot - 1976.....	38
Figura 6 – Instalação de parcelas amostrais.....	41
Figura 7 – Esquema representando o tamanho da parcela e sub-parcelas para medição de indivíduos da vegetação espontânea. O tom de cinza representa as sub-parcelas sorteadas....	42
Figura 8 – Parabolânico realizando a identificação das espécies em campo.....	43
Figura 9 – Anotação das espécies identificadas em campo.....	43
Figura 10 – Principais famílias ocorrentes nos três sistemas silviculturais analisados.....	54
Figura 11 – Principais espécies que compõem a vegetação espontânea nas áreas estudadas...	56
Figura 12 – Medição do Diâmetro a Altura do Peito – DAP das espécies florestais plantadas na área de estudo.....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características de dois grupos ecológicos: tolerantes e intolerantes.....	29
Tabela 2 - Número total de famílias, gêneros e espécies em cada sistema silvicultural.....	48
Tabela 3 - Índice de Diversidade de Shannon-Weaver por sistema silvicultural.....	57
Tabela 4 - Análise de variância (ANOVA) para o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver nos três sistemas silviculturais analisados ao nível 5% de significância.....	58
Tabela 5 - Índice de Similaridade Sorensen para os sistemas estudados.....	59
Tabela 6 - Análise de variância (ANOVA) da taxa de sobrevivência nos quatro sistemas silviculturais analisados ao nível 5% de significância.....	70
Tabela 7 - Variação da taxa de sobrevivência em cada sistema silvicultural analisado. Canteiro 36 plantas por espécie 1975 (C 75); Canteiro 36 plantas por espécie 1976 (C 76); One Tree Plot 1975 (OTP 75); One Tree Plot 1976 (OTP 76). Número de espécies em cada sistema (N). Valores seguidos da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. Valores seguidos por letras diferentes diferenciam-se entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.....	70
Tabela 8 – Espécies florestais plantadas. Grupo ecológico (GE): tolerante (To), intolerante (It) e indefinido (In). Número de mudas plantadas (N). Percentagem de sobrevivência (S%) 38 anos após o plantio de 19 espécies no sistema silvicultural Canteiro 36 plantas por espécie 1975.....	71
Tabela 9 – Espécies florestais plantadas. Grupo ecológico (GE): tolerante (To), intolerante (It) e indefinido (In). Número de mudas plantadas (N). Percentagem de sobrevivência (S%) 37 anos após o plantio de 17 espécies no sistema silvicultural Canteiro 36 plantas por espécie 1976.....	73
Tabela 10 – Espécies florestais plantadas. Grupo ecológico (GE): tolerante (To), intolerante (It) e indefinido (In). Número de mudas plantadas (N). Percentagem de sobrevivência (S%)38 anos após o plantio de 11 espécies no sistema silvicultural OneTree Plot 1975.....	74
Tabela 11 – Espécies florestais plantadas. Grupo ecológico (GE): tolerante (To), intolerante (It) e indefinido (In). Número de mudas plantadas (N). Percentagem de sobrevivência (S%)37 anos após o plantio de 20 espécies no sistema silvicultural One Tree Plot 1976.....	74
Tabela 12 - Análise de variância (ANOVA) para diâmetro a altura do peito (DAP) para os quatro sistemas silviculturais analisados ao nível 5% de significância.....	78
Tabela 13 - Análise de variância (ANOVA) para altura total (HT) nos quatro sistemas silviculturais analisados ao nível 5% de significância.....	78

Tabela 14 - Variação da altura total (HT) em cada sistema silvicultural analisado. Canteiro 36 plantas por espécie 1975 (C 75); Canteiro 36 plantas por espécie 1976 (C 76); One Tree Plot 1975 (OTP 75); One Tree Plot 1976 (OTP 76). Número de espécies em cada sistema (N). Valores seguidos da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. Valores seguidos por letras diferentes diferenciam-se entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.....	79
Tabela 15 – Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (HT) das espécies florestais para o sistema Canteiro 36 plantas por espécie ano 1975.....	79
Tabela 16 – Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (HT) das espécies florestais para o sistema Canteiro 36 plantas por espécie ano 1976.....	80
Tabela 17 – Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (HT) das espécies florestais para o sistema One Tree Plot ano 1975.....	80
Tabela 18 – Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (HT) das espécies florestais para o sistema One Tree Plot ano 1976.....	81
Tabela 19 – Incremento Periódico em altura total (IP) e Precipitação Mensal Acumulada (PMA) para cada sistema silvicultural de acordo com seus respectivos períodos de medição. 1976*: refere-se a segunda medição realizada em 1976.....	84
Tabela 20 – Correlação de Pearson entre incremento periódico em altura total e precipitação. Canteiro 36 plantas por espécie ano 1975 (C 75); Canteiro 36 plantas por espécie ano 1976 (C 76); One Tree Plot ano 1975 (OTP 75); One Tree Plot ano 1976 (OTP 76). *Correlação é significativa ao nível de 0,05. **Correlação é significativa ao nível de 0,01.....	85
Tabela 21 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para a vegetação espontânea com $DAP \geq 0,05m$ e $\leq 0,45m$ para os três sistemas silviculturais estudados.....	87
Tabela 22 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para a vegetação espontânea com $DAP > 0,45m$ para os três sistemas silviculturais estudados.....	87
Tabela 23 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para as espécies florestais plantadas com $DAP \geq 0,05m$ e $\leq 0,45m$ para os três sistemas silviculturais estudados.....	88
Tabela 24 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para as espécies florestais plantadas com $DAP > 0,45m$ para os três sistemas silviculturais estudados.....	88
Tabela 25 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para as espécies da vegetação espontânea e florestais plantadas com $DAP \geq 0,05m$ e $\leq 0,45m$ para os três sistemas silviculturais estudados.....	88

Tabela 26 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para as espécies da vegetação espontânea e florestais plantadas com DAP > 0,45m para os três sistemas silviculturais estudados.....	89
Tabela 27 – Espécies comerciais com DAP > 0,45m presentes na vegetação espontânea e seus respectivos volumes (Vol.) por hectare.....	89
Tabela 28 – Espécies comerciais com DAP > 0,45m presentes no plantio florestal e seus respectivos volumes (Vol.) por hectare.....	90

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	16
<b>2</b>	<b>HIPÓTESE</b>	18
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	19
<b>3.1</b>	<b>Objetivo geral</b>	19
<b>3.2</b>	<b>Objetivos específicos</b>	19
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	20
<b>4.1</b>	<b>Área de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente</b>	20
<b>4.2</b>	<b>Importância da recuperação de áreas degradadas em Reserva Legal</b>	22
<b>4.3</b>	<b>Regeneração natural</b>	25
<b>4.4</b>	<b>Conceitos sobre silvicultura</b>	26
<b>4.5</b>	<b>Plantios florestais</b>	28
<b>4.6</b>	<b>Grupos ecológicos</b>	29
<b>4.7</b>	<b>Efeito da precipitação no crescimento de espécies florestais</b>	30
<b>5</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	32
<b>5.1</b>	<b>Localização</b>	32
<b>5.2</b>	<b>Vegetação</b>	33
<b>5.3</b>	<b>Clima</b>	33
<b>5.4</b>	<b>Hidrologia</b>	33
<b>5.5</b>	<b>Solo</b>	34
<b>5.6</b>	<b>Experimentos silviculturais</b>	34
<b>6</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA EM TRÊS SISTEMAS SILVICULTURAIS NA REGIÃO DO TAPAJÓS, BELTERRA - PARÁ</b>	39
<b>6.1</b>	<b>Introdução</b>	39
<b>6.2</b>	<b>Materiais e Métodos</b>	41
<b>6.2.1</b>	<b>Monitoramento dos sistemas silviculturais</b>	41

6.2.2	Análise de dados	43
6.2.2.1	Densidade	44
6.2.2.2	Frequência	45
6.2.2.3	Dominância	45
6.2.2.4	Índice de Valor de Importância	46
6.2.2.5	Índice de diversidade de Shannon - Weaver (H)	47
6.2.2.6	Índice de Similaridade Sorensen	47
6.3	<b>Resultados e discussão</b>	48
6.3.1	Composição florística	48
6.3.1.1	Sistema Canteiro 36 plantas por espécie	49
6.3.1.2	Sistema One Tree Plot	50
6.3.1.3	Sistema silviagrícola	51
6.3.1.4	Famílias e espécies mais importantes ocorrentes nas áreas estudadas	53
6.3.2	Diversidade da composição florística	57
6.3.3	Similaridade florística	59
6.4	<b>Conclusão</b>	60
7	<b>SOBREVIVÊNCIA, CRESCIMENTO E POTENCIAL DE PRODUÇÃO MADEIREIRA DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM TRÊS SISTEMAS SILVICULTURAIS NA REGIÃO DO TAPAJÓS, BELTERRA - PARÁ</b>	62
7.1	<b>Introdução</b>	62
7.2	<b>Materiais e Métodos</b>	65
7.2.1	Monitoramento da floresta	65
7.2.2	Análise de dados	66
7.2.2.1	Sobrevivência e crescimento	66
7.2.2.1.1	<i>Sobrevivência</i>	66
7.2.2.1.2	<i>Crescimento</i>	67

7.2.2.2	Área basal e volume	68
7.2.2.2.1	<i>Área basal</i>	68
7.2.2.2.2	<i>Volume</i>	69
<b>7.3</b>	<b>Resultados e discussão</b>	70
7.3.1	Sobrevivência das espécies florestais plantadas	70
7.3.2	Crescimento das espécies florestais plantadas	78
7.3.3	Influência da precipitação sobre o crescimento inicial das espécies florestais	83
7.3.4	Área basal e volume	86
<b>7.4</b>	<b>Conclusão</b>	91
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO GERAL</b>	93
	<b>REFERÊNCIAS</b>	95
	<b>APÊNDICE</b>	104
	<b>APÊNDICE A - Ensaio de espécies em Canteiros de 36 plantas por espécie – 1975</b>	105
	<b>APÊNDICE B - Ensaio de espécies em Canteiros de 36 plantas por espécie – 1976</b>	105
	<b>APÊNDICE C - Ensaio de espécies em One Tree Plot – 1975</b>	106
	<b>APÊNDICE D - Ensaio de espécies em One Tree Plot – 1976</b>	106
	<b>APÊNDICE E – Lista das 137 espécies da vegetação espontânea ocorrentes nos três sistemas silviculturais estudados</b>	107

## 1 INTRODUÇÃO

A preconização e efetiva adoção de práticas voltadas ao desenvolvimento sustentável é uma alternativa promissora para a manutenção dos recursos naturais, visando sua utilização para as gerações atual e futura sem o comprometimento e degradação dos mesmos. Entretanto, a pressão sobre o uso dos recursos naturais ou sistemas alternativos de uso da terra tem causado danos muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente.

As políticas públicas desenvolvidas até passado recente não foram capazes de conter o processo desordenado de ocupação das terras, que contribuiu para uma intensa alteração ambiental em algumas áreas, tendo como consequência inevitável o desmatamento irracional prejudicial à biodiversidade. Na região do Baixo Amazonas, Estado do Pará, as atividades antrópicas alteraram parte significativa dos seus ecossistemas, causando impacto ambiental (RODRIGUES et al., 2001).

A maioria dos principais sistemas agrícolas praticados na região resulta em desequilíbrios socioecológicos. A agricultura de subsistência, devido à falta de sistemas sustentáveis, deixa um grande número de produtores sem perspectivas de vida (RODRIGUES et al., 2001).

O conhecimento, estímulo, prática, e adoção de sistemas silviculturais com múltiplas espécies, como subsídio para o sucesso do manejo de plantios florestais, recuperação de áreas degradadas ou para a reposição de Reserva Legal seria uma alternativa sustentável e promissora para o desenvolvimento da região de forma mais equilibrada.

Além dos benefícios econômicos (provisão de bens: madeira, fibras, raízes, mel, frutos, óleos, etc.), resultantes da manutenção de uma área verde em uma propriedade, como no caso da Reserva Legal e Área de Preservação Permanente, há também os benefícios gerados por serviços ambientais que uma floresta pode oferecer como manutenção do ciclo hidrológico, absorção de carbono, controle de enchentes e erosões, lazer, quebra – ventos, sombreamento para pessoas e animais, ciclagem de nutrientes, além de abrigar a fauna, mantendo as condições para a dispersão e polinização e, conseqüentemente, mantendo a biodiversidade.

Apesar de todos os benefícios resultantes de técnicas para recuperação de áreas alteradas, ainda há uma grande lacuna e dificuldades na adoção de sistemas silviculturais adequados por falta de conhecimentos especializados.

Um estudo realizado em sete Estados da Amazônia brasileira por Sabogal et al. (2006) revelou que práticas silviculturais têm recebido pouca atenção dos proprietários na Amazônia.

Isso ocorre por vários fatores, entre eles citam-se: retorno econômico demorado, deficiência ou falta de assistência técnica qualificada, falta de informações sobre instituições financiadoras de atividades silviculturais, falta de conhecimento sobre as técnicas de manejo, dificuldades em adquirir sementes e mudas de espécies arbóreas nativas, ataque de pragas e doenças, e falta de recursos financeiros.

Sistema Silvicultural é o conjunto de atividades planejadas, encadeadas no tempo, através das quais os componentes da colheita de uma floresta são removidos, substituídos e assistidos, com o objetivo de manter ou otimizar a produção florestal (SOUZA, 2011).

A falta de conhecimento científico sobre técnicas silviculturais mais adequadas, assim como a falta de capacitação e treinamento de técnicos responsáveis pela divulgação e implantação da prática silvicultural em propriedades rurais, dificulta a adoção do manejo florestal sustentável nestas áreas.

São raros os estudos relacionados aos reais benefícios que a recomposição de Reserva Legal pode trazer em longo prazo, em idades mais avançadas, uma vez que os resultados das pesquisas silviculturais que possam ser aplicados à recomposição de Reserva Legal são geralmente avaliados em idades mais jovens dos plantios florestais.

Como forma de subsidiar pesquisas e conhecimentos relacionados a adoção de práticas silviculturais, visando minimizar as dificuldades encontradas por produtores rurais na adoção de práticas silviculturais, e almejando também beneficiar e otimizar diferentes setores da produção, o meio ambiente e o homem nele inserido, este estudo teve como objetivo identificar as espécies potenciais e arranjos e/ou sistemas silviculturais que, associados a vegetação espontânea, garantam características viáveis à recomposição de Reserva Legal na região do Tapajós.

## **2 HIPÓTESE**

O presente trabalho responde as seguintes questões:

Independentemente das espécies plantadas, os arranjos dos plantios florestais e/ou sistemas silviculturais utilizados, desde que associados à vegetação espontânea, possuem semelhança entre si em relação à sua composição florística, riqueza e diversidade espécies, garantindo qualidade ambiental e valores da produção viáveis para a recomposição de Reserva Legal.

Há diferença na habilidade competitiva das espécies em plantios florestais quando associadas à vegetação espontânea, em relação à sobrevivência, crescimento e produção madeireira, sendo possível, portanto, selecionar espécies potenciais para recomposição de Reserva Legal.

### **3 OBJETIVOS**

O presente trabalho tem os seguintes objetivos:

#### **3.1 Objetivo geral**

Identificar as espécies potenciais e arranjos e/ou sistemas silviculturais que, associados a vegetação espontânea, garantam características viáveis à recomposição de Reserva Legal na região do Tapajós.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar a composição florística, a riqueza e a diversidade de espécies da vegetação espontânea em plantios com diferentes espécies e em diferentes sistemas silviculturais;
- Avaliar o crescimento e a sobrevivência de espécies florestais plantadas em diferentes sistemas silviculturais e o seu potencial de produção madeireira.

## **4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **4.1 Área de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente**

A conciliação do desenvolvimento com a proteção ao meio ambiente é uma questão preocupante, que exige ações e respostas mais precisas. Geralmente o desenvolvimento não planejado traz consigo a destruição das florestas implicando em diversos problemas como alterações climáticas, erosão do solo, inundações, extinção de espécies da flora e da fauna reduzindo a diversidade dos ecossistemas mundiais.

No Brasil, uma das formas de proteger a cobertura florestal foi a institucionalização da Área de Reserva Legal (ARL) e Área de Preservação Permanente (APP). Devido a grande importância ambiental e ecológica dessas áreas em uma propriedade rural ou urbana, o avanço em pesquisas que tratem da recuperação das mesmas é de suma importância para a manutenção da vida dos ecossistemas e conseqüentemente da biodiversidade.

Segundo dispõe o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), Reserva Legal define-se como:

A área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012).

O Art. 12 dessa Lei preconiza que todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre a Área de Preservação Permanente observada os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel: localizado na Amazônia Legal: 80% em florestas; 35% em área de cerrado e 20% em campos gerais. Nas demais regiões do país, a Reserva Legal deve corresponder a 20% da área do imóvel rural.

A localização da área de Reserva Legal no imóvel rural deverá considerar de acordo com o Art. 14 do Código Florestal os seguintes critérios: plano de bacia hidrográfica; Zoneamento Ecológico-Econômico; formação de corredores ecológicos com outra Reserva Legal, com Área de Preservação Permanente, com Unidade de Conservação ou com outra

área legalmente protegida; áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade; e, áreas de maior fragilidade ambiental.

De forma similar à Área de Reserva Legal (ARL), a Área de Preservação Permanente (APP) também foi instituída por lei com o intuito de mitigar os impactos causados pela natureza e pelo o homem ao meio ambiente.

O Art. 3º do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) define Área de Preservação Permanente como:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

A APP diferencia-se da ARL por não ser permitido nenhum tipo de exploração dentro dessas áreas, como pode ocorrer no caso da Reserva Legal, a partir de um planejamento de exploração sustentável, e por se tratar de locais específicos nas áreas rurais ou urbanas.

A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em APP somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental (BRASIL, 2012). No entanto, mesmo com as exigências da legislação vigente, áreas de ARL e APP são constantemente desmatadas.

Segundo o Art. 4º do Código Florestal, as Áreas de Preservação Permanente são as seguintes: faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitentes; áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento, nascentes e dos olhos d'água perenes; encostas ou partes destas com declividade superior a 45°; restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; manguezais, em toda a sua extensão; bordas dos tabuleiros ou chapadas; topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100m e inclinação média maior que 25°; áreas com altitude superior a 1.800m, qualquer que seja a vegetação; veredas com largura mínima de 50m, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

As áreas de Reserva Legal não podem ser consideradas como terras improdutivas dentro da propriedade. Segundo Oliveira e Wolski (2012) deve-se encontrar alternativas de manejo dessas áreas, como por exemplo: durante a recomposição da Reserva Legal, há

possibilidade de realizar plantios comerciais de espécies agrícolas e florestais exóticas em consorciação com as árvores nativas.

A manutenção de uma área de Reserva Legal na propriedade traz benefícios econômicos e para todo o meio ambiente, pois conservando uma área verde pode-se diminuir a incidência de pragas nos cultivos, aumentar o número de polinizadores, garantir abrigo e alimento para diversos animais que deixam de invadir e destruir as lavouras para se alimentar, evitar a erosão do solo, e proteger o ciclo hidrológico (OLIVEIRA; WOLSKI, 2012). Além disso, estas áreas também promovem a ciclagem de nutrientes, fixação de carbono, e mantêm corredores ecológicos que favorecem a dispersão e polinização por animais que habitam estes locais. A Área de Reserva Legal não pode ser suprimida, sendo autorizado somente seu manejo sustentável, desde que aprovado pelo órgão ambiental estadual.

#### **4.2 Importância da recuperação de áreas degradadas em Reserva Legal**

Desde a colonização, o processo de fragmentação florestal, cedendo espaço para culturas agrícolas, pastagens e cidades, foi intenso nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul, e avança rapidamente para o Centro-Oeste e o Norte, substituindo a vegetação nativa por florestas secundárias, em variado estado de degradação, salvo algumas reservas de florestas ainda bem preservadas em Unidades de Conservação (MARTINS, 2013).

O mesmo processo de fragmentação e degradação a que foi submetida a vegetação da Mata Atlântica, desde o descobrimento do Brasil, vem se repetindo nas últimas décadas na Floresta Amazônica (MARTINS, 2013).

Área degradada é aquela que, após sofrer um forte impacto, perdeu sua capacidade de retornar naturalmente ao estado original ou a um equilíbrio dinâmico, teve eliminado seus meios de regeneração natural, não possuindo mais a capacidade de repor as perdas de matéria orgânica do solo, nutrientes, biomassa, banco de sementes, etc. Portanto apresenta baixa resiliência, sendo necessária a interferência humana no seu processo de recuperação (CARVALHO, 2000; MARTINS, 2013).

Em contraste, é considerada área perturbada a que sofreu distúrbio, mas manteve meios de auto-regeneração com rapidez considerada adequada, ou seja, mantém resiliência (CARPANEZZI, 2005; CARVALHO, 2000).

Vários são os fatores que podem causar degradação entre eles: expansão da área urbana, barragens para geração de energia, abertura de estradas, corte de lenha e madeira, fogo, mineração, expansão da área agrícola e agropecuária (MARTINS, 2013).

Áreas degradadas mostram-se impróprias para a agricultura e a pecuária, mas podem se adequar para a silvicultura se o plantio das árvores for possível. O plantio de espécies florestais adequadas, ajuda à rápida recuperação da capacidade produtiva dos solos (CARVALHO, 2000).

Recuperação significa a restituição dos ecossistemas a uma condição não degradada que pode ser diferente da sua condição original (AHRENS, 2005).

Plantios florestais com finalidade de recuperação de ecossistemas degradados, recomposição de matas ciliares e reposição da reserva legal refletem a preocupação com as questões ambientais decorrentes de degradação das florestas e atendem à demanda de produção de madeira para os mais variados usos (FOWLER, 2000).

A recuperação plena de ecossistemas degradados para fins ambientais deve ser preferencialmente com espécies nativas. No entanto pode haver uma prévia de recuperação, que independe de as espécies serem nativas ou exóticas (CARVALHO, 2000).

A recuperação da capacidade produtiva ou o aproveitamento utilitário de um terreno com capacidade produtiva baixa não tem nenhuma obrigatoriedade com o uso de espécies locais ou com a sucessão. Ao contrário, baseia-se na interrupção da sucessão, por exemplo, através do controle de plantas daninhas (CARVALHO, 2000).

É preciso que os sistemas de plantios florestais escolhidos, além de economicamente atrativos, sejam adequados à legislação ambiental em termos de manutenção de ARL's (BRIENZA JR. et al., 2008).

As espécies para programas de recuperação de áreas degradadas devem apresentar algumas características marcantes, como: crescimento rápido; fechar rapidamente o terreno; apresentar boa deposição de folheto, longevidade e sistema radicial agressivo; e na maioria dos casos, que apresentem associações simbióticas (CARVALHO, 2000).

Quanto ao arranjo espacial das espécies, sistemas de produção compostos por espécies de diferentes idades de maturação podem contribuir para viabilizar a recuperação de ARL com geração de renda (BRIENZA JR. et al., 2008).

Dependendo do grau de degradação do meio ambiente, técnicas simples podem ser utilizadas para sua recuperação, dispensando tratamentos mais dispendiosos. A regeneração natural da vegetação é, sem dúvida alguma, o procedimento mais barato, em termos econômicos, para recuperar áreas degradadas, no entanto o processo de recuperação torna-se mais lento (CARVALHO, 2000).

Objetivamente a recuperação de uma área pressupõe a sua alteração de uma situação indesejável para outra desejável. A situação desejável é a definida por quem solicitou a recuperação ou determinada pela legislação vigente (CARVALHO, 2000).

Ações de recuperação são necessárias, senão por outras razões, por que a legislação assim determina. O proprietário rural está legalmente obrigado a recompor os solos e os ecossistemas degradados em suas terras (AHRENS, 2005).

Há situações em que ações de recuperação é uma prioridade, como por exemplo, a reposição em cada propriedade rural, das florestas e demais formas de vegetação natural localizadas em APP's e ARL's. Nesses casos impõe-se a obrigatoriedade de recompor a vegetação com vistas a restauração ou recuperação do ecossistema e de suas funções ambientais (AHRENS, 2005).

O termo recuperação difere de restauração que pode ser definida como a reconstrução de um ambiente que sofreu diferentes graus de alterações, com ou sem intervenção humana, visando à reativação da dinâmica natural da comunidade local (flora e fauna), similar as condições originais (VIEIRA et al., 2009).

As ARL's implicam recuperação ambiental, mas permitem utilização econômica controlada. Portanto, desde o início a reposição da vegetação das ARL's deveria considerar também a otimização da produção a ser realizada no futuro (CARPANEZZI, 2005).

Além de ser uma obrigatoriedade legal, a reposição da vegetação nativa nos locais onde a lei determina a sua existência e manutenção poderá também constituir uma imprescindível necessidade em face das exigências dos mercados (AHRENS, 2005).

O Art. 66. do Código Florestal Brasileiro impõe que:

O proprietário ou possuidor de imóvel rural que detinha, em 22 de julho de 2008, área de Reserva Legal em extensão inferior ao estabelecido no Art. 12, no caso da Amazônia 80%, poderá regularizar sua situação, independentemente da adesão ao Programa de Regularização Ambiental - PRA, adotando as seguintes alternativas, isolada ou conjuntamente: recompor a Reserva Legal; permitir a regeneração natural da vegetação na área de Reserva Legal; compensar a Reserva Legal (BRASIL, 2012).

A recomposição de que trata o Art. 66 deverá atender os critérios estipulados pelo órgão competente do Sisnama e ser concluída em até 20 anos, abrangendo, a cada dois anos, no mínimo 1/10 da área total necessária à sua complementação.

Esta recomposição poderá ser realizada mediante o plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas, em sistema agroflorestal, de acordo com os seguintes parâmetros: o plantio de espécies exóticas deverá ser combinado com as espécies nativas de ocorrência regional; a área recomposta com espécies exóticas não poderá exceder a 50% da área total a ser recuperada.

Os proprietários que optarem por recompor a Reserva Legal desta forma terão direito à sua exploração econômica, nos termos da Lei.

No âmbito da legislação estadual paraense, o Decreto nº 2.099 dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição da área de Reserva Legal de imóveis rurais no Estado do Pará (PARÁ, 2010).

### **4.3 Regeneração natural**

O estudo da composição e da estrutura da regeneração natural das florestas tropicais é obrigatório para a elaboração e aplicação correta dos planos de manejo silvicultural, permitindo um aproveitamento racional e permanente de tais florestas (CARVALHO, 1982, p. 2).

A obtenção e padronização dos atributos de diferentes ambientes florísticos e fisionômicos, são atividades básicas para a conservação e preservação, possibilitando a proposição de modelos mais adequados de manejo às florestas Amazônicas, onde áreas protegidas são escassas e/ou menos eficientemente cuidadas (OLIVEIRA; AMARAL, 2004).

Segundo Carvalho (1999), a estrutura da floresta e a dinâmica de regeneração natural podem ser consideradas como dois elementos básicos para o sucesso de qualquer sistema silvicultural, baseado em regeneração natural.

A regeneração natural decorre da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal. É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento (GAMA; BOTELHO; GAMA, 2002).

As áreas de Reserva Legal, só podem ser utilizadas mediante plano de manejo florestal, sendo que esta área deverá estar regularizada, quanto a sua extensão, dependendo de cada região. Esta regularização, como já disposto anteriormente, pode ser realizada através da

recomposição da Reserva Legal, permitindo a regeneração natural da vegetação na área (BRASIL, 2012).

Através do processo de regeneração, fragmentos florestais apresentam a capacidade de se recuperarem de distúrbios naturais ou antrópicos. A sucessão secundária que ocorre ao longo do tempo permite que uma área degradada possa se transformar em uma comunidade bem estruturada e ecologicamente mais estável (MARTINS, 2013).

A condução da regeneração natural para recuperação ou reposição de áreas alteradas, cuja perturbação não tenha ocorrido de maneira intensa e que o banco de sementes não foi perdido ou quando há fontes de sementes próximas, têm se mostrado muito eficiente na reconstrução de ecossistemas (DURIGAN et al., 2004; MARTINS, 2013). Esse procedimento é uma alternativa para a reposição de áreas de Reserva Legal, que apresenta baixo custo, exigindo, no entanto, um longo período de tempo.

#### **4.4 Conceitos sobre silvicultura**

Daniel (2009) define Silvicultura como ciência que trata do cultivo de árvores, referindo-se às práticas relativas à produção de mudas, plantio, manejo, exploração e regeneração dos povoamentos.

Já Sistemas Silviculturais representam para Matthews (1994) o processo de condução das florestas, exploração e regeneração, dentro dos quais pode se estabelecer diferentes regimes de manejo, de acordo com cada tipo de produto que se quer obter.

Também pode ser definido como um conjunto de regras e ações necessárias para conduzir a floresta a uma nova safra (YARED, 1996).

Esses dois conceitos diferem de Tratamentos Silviculturais (podas, capinas, roçadas, desbastes, colheita, fertilização e preparo do solo) que são ferramentas usadas para manter, acelerar ou retardar os estádios de sucessão, de acordo com objetivos estabelecidos (PASSOS; BRAZ, 2004).

Os Sistemas Silviculturais são classificados em monocíclicos, onde a exploração é realizada através do corte raso e o intervalo de tempo entre dois cortes é igual à rotação, e os policíclicos, onde a exploração é realizada através do corte seletivo, deixando um estoque de crescimento para exploração futura, e o intervalo de tempo entre dois cortes é menor que a rotação. Portanto, sistemas monocíclicos não se aplicariam ao manejo da Reserva Legal.

Para a Amazônia, os Sistemas Silviculturais Policíclicos, são os mais indicados, pois são selecionadas as espécies florestais de interesse econômico e os tratamentos silviculturais mantêm a estrutura do ecossistema florestal.

Em um estudo no Estado do Pará, Yared et al. (1999) concluíram que tratamentos silviculturais aplicados em uma área de povoamentos manejados apresentaram padrões de curva com tendência a um padrão estrutural semelhante ao de florestas naturais não manejadas (J invertido), e ainda alcançaram diversidade de espécies e percentual volumétrico de espécies comerciais superior a florestas naturais não manejadas, demonstrando assim benefícios ecológicos e econômicos.

Passos e Braz (2004) afirmam que a atual tendência do manejo florestal é conciliar a produção madeireira com a não-madeireira, ou seja, manejar a floresta para uso múltiplo. Assim, os tratamentos silviculturais teriam a função de manejar espécies não-madeireiras e estimular, conduzir a regeneração e melhorar a qualidade das árvores madeireiras de interesse econômico, otimizando a produção florestal.

Santana et al. (2012) afirmam que o setor florestal é um dos mais importantes da economia paraense pelos empregos, renda e divisas que gera. O valor econômico da floresta manejada em comparação com as principais atividades de uso da terra na Amazônia, como pecuária extensiva e agricultura de grãos, confirmam que a exploração sustentável da floresta é mais rentável e menos degradante do que as atividades agropecuárias que, para serem implantadas, exigem a retirada da floresta.

Práticas e sistemas silviculturais podem ser adotadas para a recomposição florestal obrigatória em áreas de Reserva Legal, e o manejo dessas áreas garante o auto abastecimento na propriedade rural, reflorestando áreas alteradas, sendo assim um investimento para o futuro (SABOGAL et al., 2006).

A utilização de sistemas silviculturais para recomposição de áreas de Reserva Legal além de atender as exigências da legislação, recupera a cobertura vegetal de áreas degradadas e sua capacidade produtiva, minimizando os efeitos negativos do desmatamento, subsidiando o conhecimento para a adoção de políticas públicas necessárias para redução do desmatamento ilegal no país.

#### 4.5 Plantios florestais

O plantio é definido como a colocação da muda no campo. Esta é uma das operações mais importantes para o sucesso da implantação de florestas e pode ser realizada de três formas: manual, semi-mecanizado e mecanizado. A escolha do melhor método de plantio depende diversos fatores, entre eles: topografia, preparo do solo, disponibilidade de mão-de-obra e recursos financeiros.

Práticas silviculturais como a escolha e limpeza da área, controle de pragas e doenças, método de plantio e tratos culturais, poderão definir o sucesso de um plantio e a obtenção de povoamentos produtivos com madeira de qualidade.

A reincorporação ao processo produtivo de áreas alteradas, a partir de plantações florestais, podem contribuir significativamente para o aumento da oferta de madeira de elevado valor econômico, e diminuir a pressão sobre as florestas nativas (BRIENZA JR. et al., 2008).

Áreas com florestas plantadas representam a principal fonte de suprimento de matéria-prima para importantes segmentos da indústria florestal no Brasil, tais como a celulose e papel, móveis, carvão vegetal para siderurgia, alimentos e borracha natural (MELOTTO et al., 2012).

Plantios florestais podem desempenhar um papel importante na manutenção da biodiversidade nativa e na produção de paisagens. Além de fornecer habitat, as plantações desempenham papéis particularmente importantes na manutenção de remanescentes florestais nativos e no reforço da conectividade entre áreas de ecossistemas nativos, incluindo manchas de florestas primárias, matas ciliares e plantações (BROCKERHOFF et al., 2008).

A utilização de plantios florestais deve ser incentivada para recomposição de áreas alteradas, como no caso da Reserva Legal, pois além de acelerar o processo de recuperação, reflorestando a área, estes plantios podem introduzir espécies que possuem valor comercial em uma vegetação de baixo valor econômico, para que futuramente possam ser manejadas, gerando lucro ao proprietário (SOUZA et al., 2010).

Para sustentar a biodiversidade nativa dentro de plantações, gestores florestais precisam considerar o uso de uma maior diversidade de espécies plantadas, de diferentes idades, aumentando o período de rotação em alguns casos individuais, e adotando uma variedade de abordagens de colheita (BROCKERHOFF et al., 2008).

#### 4.6 Grupos ecológicos

O agrupamento de árvores em classes ecológicas é uma maneira que os ecologistas utilizam para generalizar e detectar padrões recorrentes na diversidade da floresta, agrupando as espécies por funções semelhantes e de acordo com as exigências de cada uma (MACEDO, 1993; WHITMORE, 1990). Na tabela 1 são apresentadas as características de grupos ecológicos de espécies tolerantes e intolerantes a sombra.

Tabela 1 – Características de dois grupos ecológicos: tolerantes e intolerantes.

Característica	Intolerantes	Tolerantes
Germinação	Em clareiras	Abaixo do dossel
Mudas	Não sobrevive abaixo do dossel, na sombra	Sobrevive abaixo do dossel
Dormência	Geralmente presente (ortodoxa)	Geralmente ausente (recalcitrantes)
Crescimento em altura	Rápido	Lento
Crescimento periódico	Indeterminado	Determinado
Madeira	Baixa densidade, geralmente clara, sem sílica	Alta densidade, geralmente escura, pode apresentar sílica
Raízes	Superficiais	Profundas
Taxa de mortalidade	Baixa	Alta
Longevidade	Curta	Longa

Fonte: Whitmore (1990).

Do ponto de vista ecológico e silvicultural, reconhece-se que determinadas espécies vegetais tem a capacidade de se desenvolver em condições de sombreamento, no sub-bosque da floresta, sendo estas espécies denominadas tolerantes, e outras que se desenvolvem melhor a pleno sol, as chamadas intolerantes ou heliófilas (POGGIANI; BRUNI; BARBOSA, 1992). A tolerância das espécies ao sombreamento aumenta das pioneiras para as clímax (MARTINS, 2013).

Quando uma clareira se abre, as primeiras espécies a colonizarem o local são as pioneiras, que como evidenciado anteriormente, são espécies que exigem luz para seu desenvolvimento, e sob o dossel dessas, na sombra, se estabelecem as espécies clímax.

As espécies pioneiras, geralmente possuem rápido crescimento em altura, e isso ocorre justamente por estas espécies serem demandantes por luz, e vão à busca dela. Geralmente apresentam madeira com baixa densidade, pois gastam mais energia para produzir sementes, que irão compor o banco de sementes do que para fortalecer sua estrutura física. As espécies pertencentes a este grupo, geralmente tem longevidade curta.

Espécies clímax possuem crescimento em altura mais lento, pois ao contrário das pioneiras, não são demandantes por luz, e se estabelecem bem sob a sombra. Geralmente

apresentam madeira de alta densidade, pois gastam mais energia para fortalecer sua estrutura física do que para produzir sementes. As espécies pertencentes a este grupo possuem alta longevidade.

#### **4.7 Efeito da precipitação no crescimento de espécies florestais**

Uma das maneiras de compreender parte dos processos envolvidos no estabelecimento e no desenvolvimento das florestas, e que permite traçar estratégias de conservação diz respeito ao crescimento das árvores que compõem ambientes florestados (KANIESKI et al., 2012).

O conhecimento sobre o crescimento e a produção, presente e futura, de árvores e povoamentos florestais é fundamental para viabilizar o planejamento da atividade florestal (SCOLFORO, 1998).

O crescimento de plantas pode ser definido como o resultado da diferença entre os ganhos de carbono através fotossíntese e as perdas de carbono, incluindo aquelas devido à produção de exsudatos, liberação de compostos carbonatos voláteis, mas, sobretudo, devido a respiração (MENDES, 2009).

O crescimento das plantas é decorrente não apenas do seu genótipo, mas também da interação com seu habitat. Informações sobre a influência de fatores ambientais, como por exemplo, o índice de precipitação local, na taxa de crescimento das espécies arbóreas é importante para a elaboração de planos de manejo de florestas naturais ou plantadas. (MATTOS; SEITZ; SALIS, 2004).

Para a produção de produtos específicos oriundos da madeira é importante determinar as suas características anatômicas, físicas, químicas e mecânicas. Estas propriedades, por sua vez, estão intimamente relacionadas com as atividades cambiais, as quais sofrem influência direta das condições ambientais onde a planta se desenvolve (OLIVEIRA et al., 2011).

Quando os períodos de seca são prolongados, a capacidade do solo para suprir água é limitada o que pode causar diminuição da quantidade de água armazenada nos caules e levar a uma diminuição no crescimento das árvores (MENDES, 2009). A periodicidade pluviométrica é de suma importância tanto para a vegetação como para qualquer forma de aproveitamento do solo (LAMPRECHT, 1990).

A redução da biomassa e da área basal, e o aumento da taxa de mortalidade de árvores na Floresta Amazônica estão diretamente relacionados com o déficit hídrico no solo, provocado pela redução da precipitação pluvial (CHAGAS et al., 2012).

Uma maneira de se verificar a influência da precipitação sobre o crescimento de espécies florestais é através da correlação entre o incremento periódico das árvores com as médias mensais ou totais anuais de precipitação do local de coleta das amostras (OLIVEIRA et al., 2011). O incremento periódico expressa o crescimento em um período de tempo determinado (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

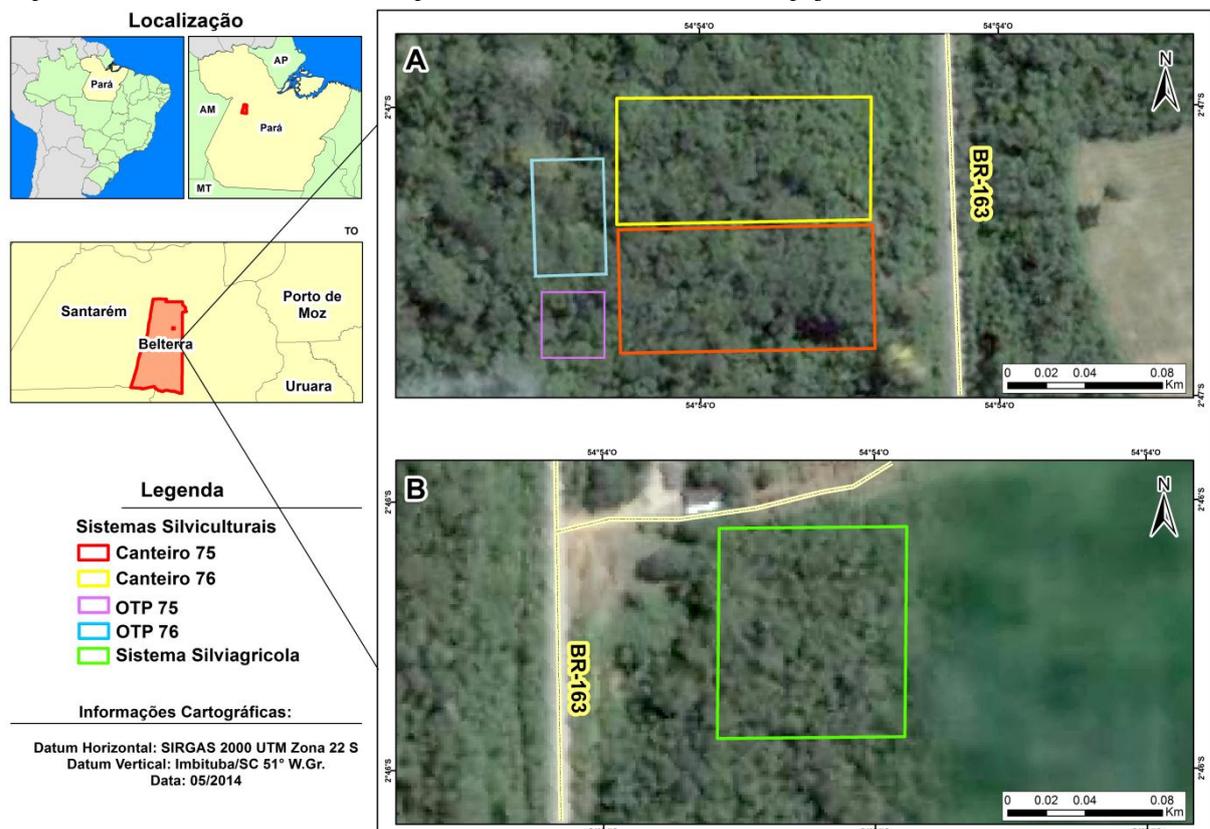
## 5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 5.1 Localização

As áreas estudadas estão localizadas no município de Belterra – Pará, ao longo da BR 163. Quatro áreas experimentais: Canteiro ano 1975; Canteiro ano 1976; One Tree Plot ano 1975 e One Tree Plot ano 1976 localizam-se no interior da Floresta Nacional do Tapajós (Figura 1A) entre as coordenadas 02° 46' 44"; 02° 46' 41"; 02° 46' 44"; 02° 46' 42" de latitude sul e 54° 54' 01"; 54° 54' 05"; 54° 54' 06"; 54° 54' 07" de longitude a oeste de Greenwich; e uma área experimental localiza-se na área de um produtor rural, externo a Flona do Tapajós (Figura 1B), entre as coordenadas 02° 45' 59" de latitude sul e 54° 53' 54" de longitude a oeste de Greenwich.

A Floresta Nacional do Tapajós cobre uma área de aproximadamente 600 mil hectares. É uma faixa de terra entre o rio Tapajós e a BR – 163, rodovia Cuiabá-Santarém, estendendo-se do km 50 ao km 217 dessa rodovia (CARVALHO, 2001).

Figura 1 – Localização da área de estudo. A. Experimentos localizados na Flona do Tapajós. B. Experimento localizado na área de produtor, externo a Flona do Tapajós.



Fonte: Da autora, 2014.

## 5.2 Vegetação

A vegetação próxima as áreas de estudo é classificada como Floresta Ombrófila Densa, tipo de vegetação dominante no norte do país, caracterizada pela dominância de árvores de grande porte sob regime climático de temperaturas elevadas e intensas precipitações distribuídas ao longo do ano, podendo ocorrer um período menos chuvoso de até 60 dias (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS ATURAIS RENOVÁVEIS, 2004; VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991).

## 5.3 Clima

O clima é classificado como Ami no sistema Köppen, ou seja, tropical úmido com variação térmica anual inferior a 5°C. A temperatura média anual é de 25,5°C, com máxima de 30,6°C e mínima de 21,0°C (IBAMA, 2004). A umidade relativa está em torno de 90 % (OLIVEIRA; SILVA, 2001).

A precipitação média anual está em torno de 1820mm. Ao contrário da temperatura, o regime de chuvas apresenta grande variação durante o ano, com as maiores precipitações ocorrendo entre os meses de janeiro e maio (IBAMA, 2004).

## 5.4 Hidrologia

A Flona do Tapajós faz limite a oeste com o Rio Tapajós, um dos dez principais rios da região Amazônica em termos de área de drenagem, estimada em 490 mil km<sup>2</sup> e com vazão de 1,35 mil m<sup>3</sup>/segundo. Na foz do Rio Arapiuns, o Rio Tapajós apresenta mais de 40 km de largura. É um rio de águas claras, navegável ao longo de 345 km por barcos de calado de até 1,5m. Ao sul faz limites com o Rio Cupari, tributário do Rio Tapajós (IBAMA, 2004).

Internamente, a Flona apresenta uma rede hidrográfica dividida entre as calhas do Rio Tapajós a oeste e a bacia do Rio Curuá-Una a leste. Na região de declive encontra-se a nascente do Rio Moju, tributário do Curuá-Una, cuja foz é no rio Amazonas (IBAMA, 2004).

## 5.5 Solo

O solo predominante na área é o Latossolo Amarelo Distrófico, textura muito argilosa, com manchas de Latossolo Amarelo Húmico Antropogênico (terra-preta-do-índio), com relevo plano (OLIVEIRA; SILVA, 2001).

## 5.6 Experimentos silviculturais

Foram analisados três diferentes sistemas silviculturais, sendo que dois foram implantados em áreas abertas na Floresta Nacional do Tapajós pelo Projeto de Desenvolvimento de Pesquisa Florestal – PRODEPEF (IBDF/FAO); e um em uma propriedade rural proveniente do programa de colonização realizado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). A descrição dos três sistemas silviculturais é a seguinte:

**Plantios de árvores em canteiros de 36 plantas por espécie:** realizado no km 53 da Rodovia Cuiabá – Santarém (Flona Tapajós), nos anos de 1975 e 1976. Utilizou-se uma área de 0,85ha (Figura 2), onde foram plantadas 19 espécies em 1975, totalizando 3780 mudas plantadas (APÊNDICE A); e uma área de 0,73ha (Figura 3), onde foram plantadas 17 espécies em 1976, totalizando 3240 mudas plantadas (APÊNDICE B). O método utilizado foi blocos ao acaso, com cinco repetições, onde as espécies são os tratamentos. Cada parcela foi constituída de seis linhas, com espaçamento de 1,5m entre plantas e 1,5m entre linhas, totalizando 36 plantas.

Nesta área, a floresta já havia sofrido extração seletiva antes do início do preparo da área para plantio. Após a derrubada da floresta residual foram efetuadas queima e destoca; somente os tocos das árvores de maiores dimensões permaneceram (YARED; CARPANEZZI; CARVALHO FILHO, 1980, p. 8).

**Plantio de árvores em one tree plot:** realizado no km 53 da Rodovia Cuiabá – Santarém (Flona Tapajós). Utilizou-se uma área 0,12ha (Figura 4), onde foram plantadas 11 espécies em 1975, totalizando 132 mudas plantadas (APÊNDICE C); e uma área de 0,22ha (Figura 5), com 20 espécies em 1976, totalizando 240 mudas plantadas (APÊNDICE D). O método utilizado foi blocos ao acaso, com 12 repetições, onde as espécies são os tratamentos. Cada parcela contém uma planta, em espaçamento 3,0 x 3,0m.

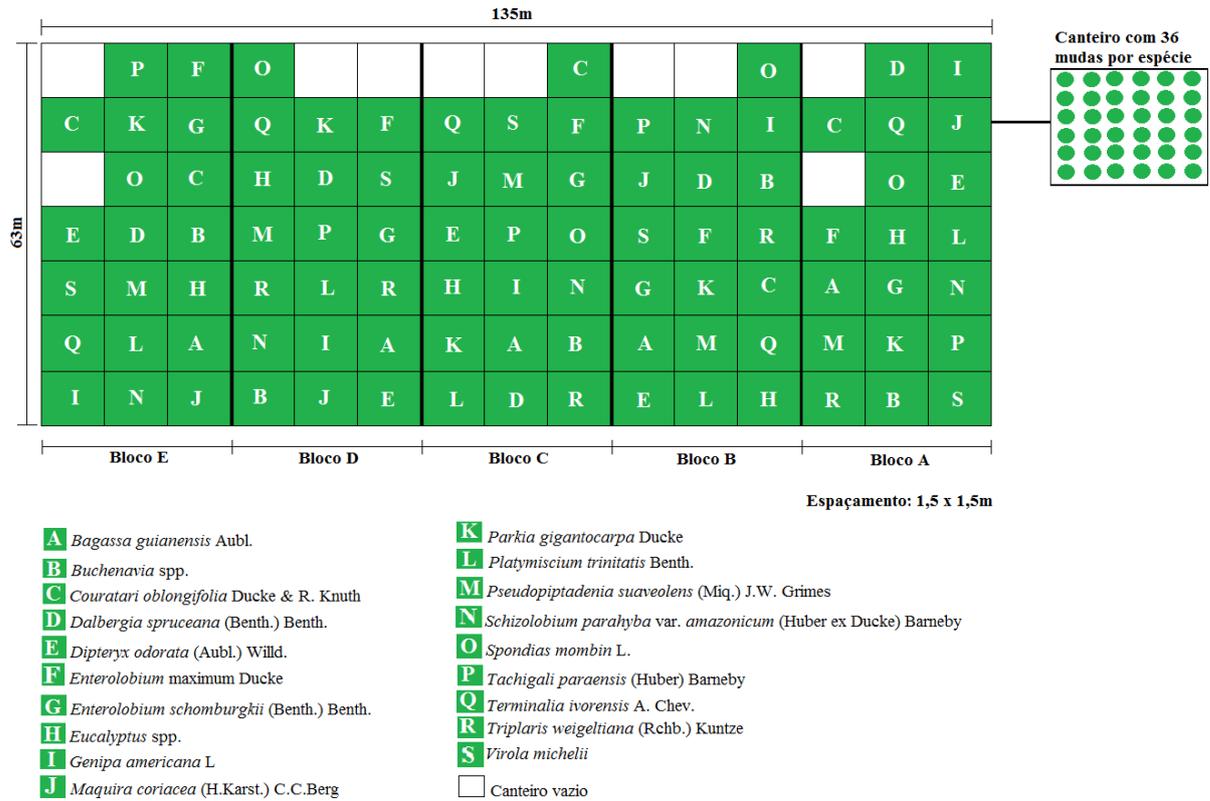
No preparo de área para o experimento I (plantio em 1975), após a derrubada o material lenhoso mais fino foi traçado e retirado manualmente; os de diâmetros mais grossos foram empurrados por trator de esteira com bulldozer. Não houve queima e o destocamento manual foi feito somente para babaçu. No experimento II (plantio em 1976) após a derrubada houve queima e destoca, permanecendo só os tocos das maiores árvores (YARED; CARPANEZZI, 1982).

**Sistema silviagrícola:** realizado no km 50 (área de agricultor) da Rodovia Cuiabá - Santarém. Nesta área, em 1980, foi implantado em uma área de 1,26ha um modelo tipo Sistema Taungya, que consiste na consorciação de culturas de ciclo curto, com espécies florestais durante os primeiros anos de plantio. Os consórcios foram realizados com o espaçamento das essências florestais de 7 x 7m utilizando a seguinte combinação:

Milho (*Zea mays* L.) + banana (*Musa paradisiaca* L.) + cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) + freijó (*Cordia goeldiana* Huber) + mogno (*Swietenia macrophylla* King) + uruá (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken).

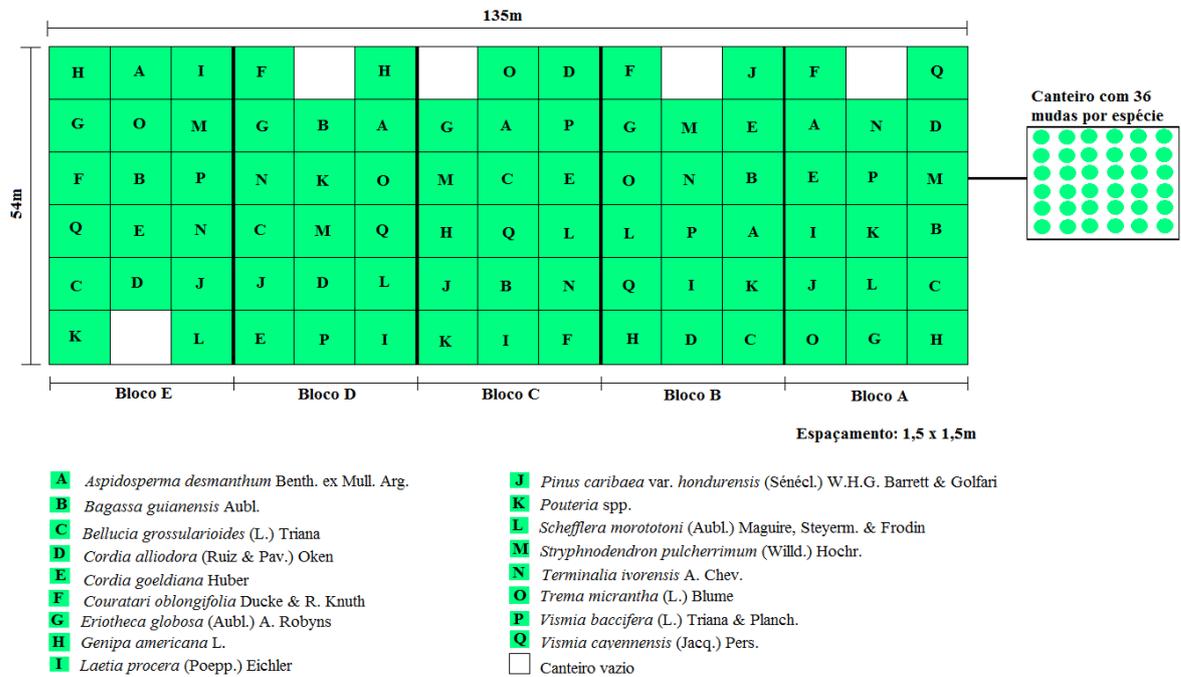
Nesta área, o produtor praticava anteriormente rotação de cultivo agrícola e capoeira, deixando posteriormente a área em pousio durante um período de 5 a 12 anos. A limpeza da área foi realizada por meio de derrubada e queima, quase que exclusivamente manual (BRIENZA JR.; KITAMURA; DUBOIS, 1983).

Figura 2 – Área do experimento Canteiro de 36 plantas por espécie - 1975.



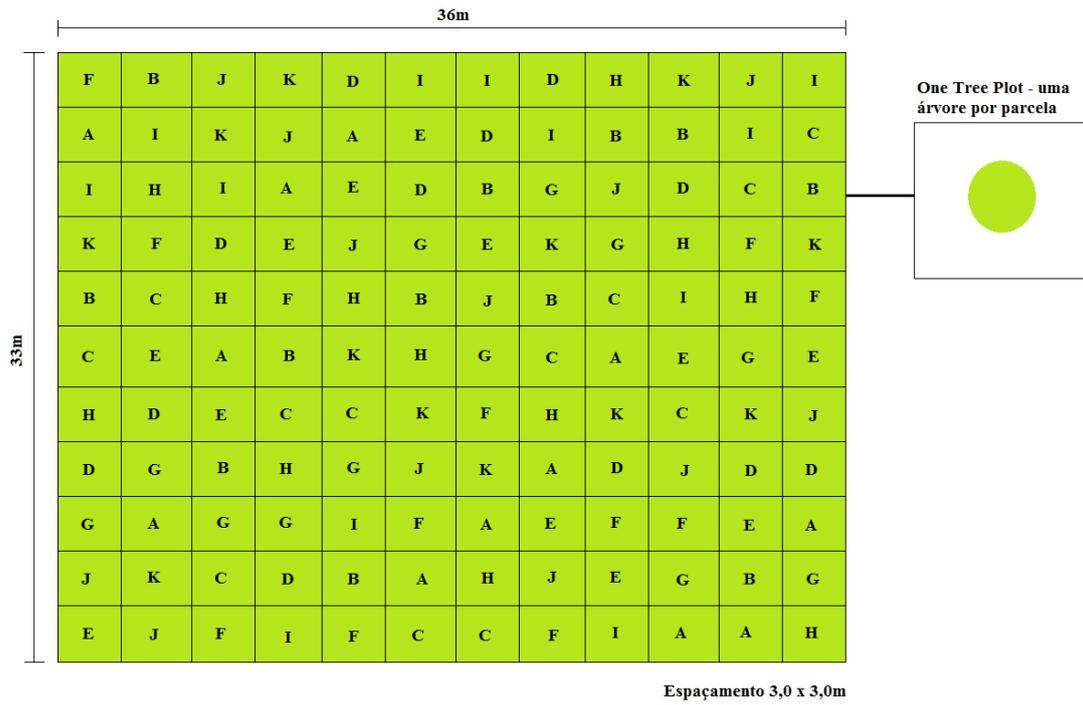
Fonte: Da autora, 2014.

Figura 3 – Área do experimento Canteiro de 36 plantas por espécie - 1976.



Fonte: Da autora, 2014.

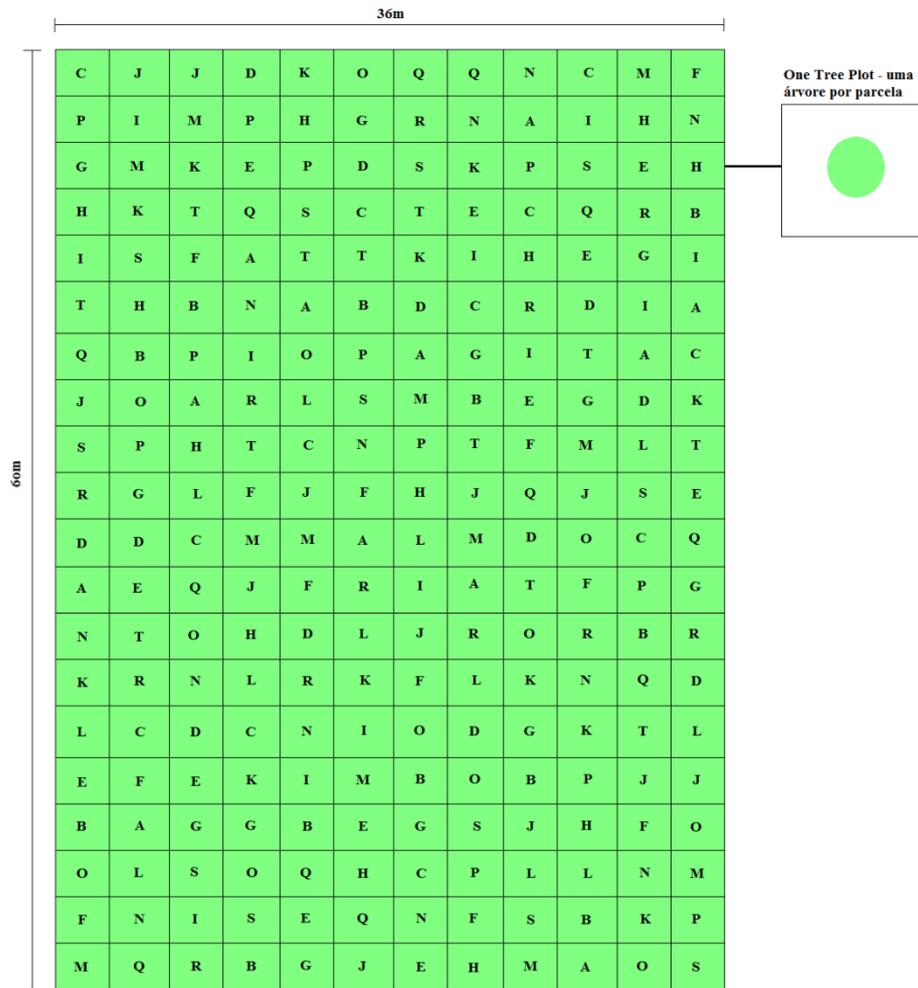
Figura 4 – Área do experimento One Tree Plot - 1975.



<p><b>A</b> <i>Byrsonima aerugo</i> Sagot</p> <p><b>B</b> <i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr</p> <p><b>C</b> <i>Dinizia excelsa</i> Ducke</p> <p><b>D</b> <i>Genipa americana</i> L.</p> <p><b>E</b> <i>Hymenaea courbaril</i> L.</p> <p><b>F</b> <i>Neolamarckia cadamba</i> (Roxb.) Bosser</p>	<p><b>G</b> <i>Ormosia smithii</i> Rudd</p> <p><b>H</b> <i>Sterculia excelsa</i> Mart.</p> <p><b>I</b> <i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq</p> <p><b>J</b> <i>Symphonia globulifera</i> L. f.</p> <p><b>K</b> <i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.</p>
--	--

Fonte: Da autora, 2014.

Figura 5 – Área do experimento One Tree Plot - 1976.



Espaçamento 3,0 x 3,0m

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>A</b> <i>Adenanthera pavonina</i> L.</p> <p><b>B</b> <i>Alexa grandiflora</i> Ducke</p> <p><b>C</b> <i>Astronium graveolens</i> Jack</p> <p><b>D</b> <i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.</p> <p><b>E</b> <i>Chamaecrista ensiformis</i> var. <i>plurifoliolata</i> (Hoehne) H.S.Irwin &amp; Barneby</p> <p><b>F</b> <i>Clarisia racemosa</i> Ruiz &amp; Pav.</p> <p><b>G</b> <i>Cordia bicolor</i> A.</p> <p><b>H</b> <i>Erismia uncinatum</i> Warm.</p> <p><b>I</b> <i>Genipa americana</i> L.</p> <p><b>J</b> <i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke</p> | <p><b>K</b> <i>Hymenaea parvifolia</i> Huber</p> <p><b>L</b> <i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori</p> <p><b>M</b> <i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg</p> <p><b>N</b> <i>Parkia multijuga</i> Benth.</p> <p><b>O</b> <i>Pouteria guianensis</i> Aubl.</p> <p><b>P</b> <i>Protium robustum</i> (Swart) D.M. Porter</p> <p><b>Q</b> <i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J.W. Grimes</p> <p><b>R</b> <i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke</p> <p><b>S</b> <i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.</p> <p><b>T</b> <i>Vatairea guianensis</i> Aubl.</p> |
|---|--|

Da autora, 2014.

## **6 CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA EM TRÊS SISTEMAS SILVICULTURAIS NA REGIÃO DO TAPAJÓS, BELTERRA - PARÁ**

### **6.1 Introdução**

O elevado índice de desmatamento no bioma Amazônia cria grandes desafios para a manutenção e conservação de sua biodiversidade, que ainda é pouco conhecida. Desde 2004, o desmatamento na Amazônia esteve em declínio, havendo um aumento entre os anos de 2007 e 2008 de 11%, com declínio considerável nos anos seguintes. No entanto, entre os anos de 2012 e 2013, ocorreu um aumento de 28% de desmatamento deste bioma. Entre os fatores que contribuem para o aumento do desmatamento nesta região, estão as grandes obras de infraestrutura como hidrelétricas, asfaltamento de rodovias (BR 163, Transamazônica) e construção de portos (Itaituba e Santarém) (INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA; INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL; INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA, 2014).

Com a degradação da biodiversidade da flora nativa há necessidade de proteção e reconstituição dos ecossistemas florestais, por meio de práticas silviculturais em ambientes com aptidão florestal através do processo de regeneração natural em áreas anteriormente ocupadas por culturas agrícolas e florestais. Isso é possível através do estudo da regeneração natural de espécies nativas em situação de competição com árvores de plantios florestais já estabelecidos (SARTORI; POGGIANI; ENGEL, 2002).

Plantios florestais são frequentemente apontados como “desertos verdes”, porém diversos estudos realizados nas últimas duas décadas demonstram o contrário, sugerindo que tais florestas podem catalisar a regeneração natural em seu sub-bosque e, assim, contribuir para a conservação da biodiversidade (VIANI; DURIGAN; MELO, 2010).

Em uma área de reposição florestal através de plantio em linha, a regeneração tem papel fundamental na ocupação dos espaços entre linhas de plantio e entre plantas. Esta ocupação é realizada por meio dos propágulos que chegarão à área, oriundos das espécies plantadas e de fragmentos florestais no entorno (MIRANDA NETO et al., 2012).

O conhecimento da composição florística é um dos aspectos de relevada importância na análise das características de um ecossistema florestal. Constitui-se em um dos indicadores básicos para o planejamento da utilização racional da floresta, a partir da regeneração natural, como, também, para o acompanhamento das mudanças que ocorrem, naturalmente, durante as fases sucessionais (LOPES et al., 1989).

O estudo da composição florística é de grande importância para tomada de decisão no manejo florestal, sendo possível desenvolver e aplicar técnicas silviculturais adequadas a peculiaridades de cada espécie vegetal.

A sustentabilidade do manejo florestal depende da regeneração natural e poderá ser avaliada considerando-se os seguintes parâmetros: o estudo da estrutura da regeneração, o crescimento e os tratamentos silviculturais a serem aplicados na floresta (CARVALHO, 1984).

A regeneração das diversas espécies vegetais surge na dependência de numerosas pré-condições, que são frequentemente distintas de uma espécie para outra. Em todos os casos, são indispensáveis as seguintes condições: características fenológicas de cada espécie; presença, em quantidade suficiente, de sementes viáveis; e condições edafoclimáticas adequadas às exigências de germinação e crescimento (LAMPRECHT, 1990).

Através da análise da regeneração natural de uma floresta, é possível verificar seu estado de conservação, quantificando e qualificando espécies, ocorrentes em determinada região, permitindo a realização de previsões futuras sobre o comportamento e desenvolvimento da floresta.

O estudo da regeneração natural pode também fornecer subsídios para o diagnóstico ambiental da região e estabelecer programas mais eficazes de conservação ou de restauração de florestas degradadas ou totalmente destruídas; constitui, além do mais, um importante subsídio para o gerenciamento das unidades de conservação em condições ambientais similares (SILVA; GANADE; BACKES, 2010).

Apesar de ser um tema de relevância para a preservação, conservação e recuperação das florestas, pesquisas que investigam a regeneração natural, sob plantios, a médio e longo prazo, são escassas na Amazônia, concentrando-se em biomas da região Sudeste do país. Há necessidade de se realizar estudos em outras regiões onde plantações florestais também ocupam áreas expressivas. Tais pesquisas poderão nortear o manejo das florestas de produção para uma combinação ótima de produção e conservação da biodiversidade e também poderão viabilizar a utilização de plantios florestais como facilitadores da restauração de ecossistemas (SILVA et al., 2007; VIANI; DURIGAN; MELO, 2010).

Visando contribuir para o conhecimento da vegetação espontânea sob plantios florestais, este trabalho teve como objetivo caracterizar a composição florística, diversidade e similaridade de espécies da vegetação espontânea sob plantios florestais com diferentes espécies e em diferentes sistemas silviculturais na região do Tapajós, município de Belterra - Pará.

## 6.2 Materiais e Métodos

A descrição da área de estudo e dos sistemas silviculturais encontra-se no item 5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO (página 32 a 38).

### 6.2.1 Monitoramento dos sistemas silviculturais

O levantamento dos dados, em cada sistema silvicultural, foi realizado entre julho e agosto de 2013, em parcelas amostrais de 10 x 30m (300m<sup>2</sup>), alocadas aleatoriamente na área, com seis repetições. Foram medidos Diâmetro a Altura do Peito (DAP a 1,30m do solo) e altura comercial (m) e total (m) dos indivíduos com DAP  $\geq$  5cm (Figura 6 e 7).

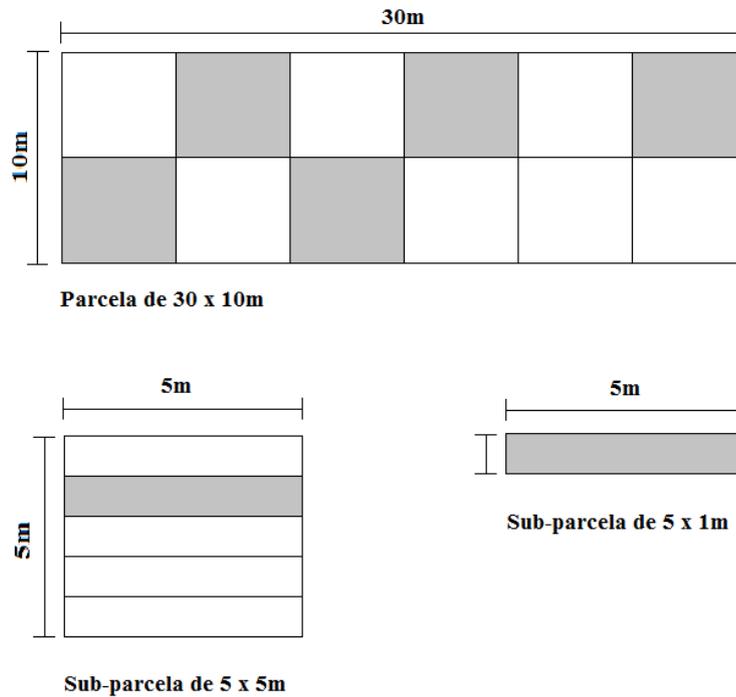
Para medição dos indivíduos abaixo de 5cm de diâmetro, foi utilizada a metodologia adaptada proposta por Oliveira (1995). Foram instaladas aleatoriamente dentro de cada parcela de 10 x 30m (300m<sup>2</sup>), cinco sub-parcelas de 5 x 5m (25m<sup>2</sup>) para medição de varas e dentro destas sub-parcelas de 5 x 5m foi sorteada uma faixa de 1 x 5m (5m<sup>2</sup>), para medição de mudas (Figura 6 e 7), perfazendo um total de 90 sub-amostras para o monitoramento de varas e 90 sub-amostras para o monitoramento de mudas.

Figura 6 – Instalação de parcelas amostrais.



Fonte: Da autora, 2013.

Figura 7 – Esquema representando o tamanho da parcela e sub-parcelas para medição de indivíduos da vegetação espontânea. O tom de cinza representa as sub-parcelas sorteadas.



Fonte: Da autora, 2014.

Como sistema de classificação, foram consideradas como varas os indivíduos com  $DAP \geq 2,5\text{cm}$  e  $< 5\text{cm}$  de diâmetro. Consideram-se como mudas todos os indivíduos com altura superior a 30cm e que não atingiram 2,5cm de diâmetro, realizando-se para estes somente a contagem de indivíduos. Assim a vegetação espontânea foi dividida em três classes, sendo elas:

**Classe I:** indivíduos com  $DAP \geq 5\text{cm}$ ; avaliados em parcelas de 10 x 30m;

**Classe II:** indivíduos com  $DAP \geq 2,5\text{cm}$  e  $< 5\text{cm}$  de diâmetro; avaliados em sub-parcelas de 5 x 5m;

**Classe III:** indivíduos com  $DAP < 2,5\text{cm}$  e altura  $> 30\text{cm}$ ; avaliados em sub-parcelas de 1 x 5m.

O DAP foi mensurado com fita diamétrica e a altura foi obtida com o auxílio de régua graduada.

As identificações foram realizadas primeiramente em campo, em nível de família e espécie, com o auxílio de um parobotânico especializado da Embrapa Amazônia Oriental (Figura 8 e 9). Posteriormente realizou-se a confirmação por meio de consulta à literatura

especializada e comparações no herbário IAN da Embrapa. A confirmação da nomenclatura das espécies e suas respectivas famílias, bem como de seus autores, foram apresentadas de acordo com o banco de dados do site Missouri Botanical Garden (2013).

Figura 8 – Parobotânico realizando a identificação das espécies em campo.



Fonte: Da autora, 2013.

Figura 9 – Anotação das espécies identificadas em campo.



Fonte: Da autora, 2013.

### 6.2.2 Análise de dados

A composição florística foi analisada por meio da distribuição dos indivíduos em espécies, gêneros e famílias botânicas ocorrentes nas áreas amostradas.

Para a análise da estrutura horizontal da vegetação espontânea avaliaram-se o número de indivíduos (N), densidade absoluta (Da), densidade relativa (DR), frequência absoluta (Fa), frequência relativa (FR), dominância absoluta (Do), dominância relativa (DoR) e Índice de Valor de Importância (IVI) (CARVALHO, 1984; RAYOL; ALVINO; SILVA, 2008). Para a determinação da diversidade, foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon - Weaver (H) de acordo com Shannon e Weaver (1949). Para comparar a similaridade da composição florística entre os sistemas silviculturais, foi utilizado o Índice de Similaridade de Sorensen (ISS) (BROWER; ZAR, 1984).

#### 6.2.2.1 Densidade

A densidade absoluta pode ser definida como o número total de indivíduos de uma população pertencentes a uma mesma espécie por unidade de área. A densidade relativa representa a percentagem com que determinada espécie aparece na amostragem em relação ao total de indivíduos do componente amostrados. A densidade absoluta (Da) e relativa (Dr) foram calculadas pelas seguintes fórmulas:

$$Da = \frac{n_i}{A}$$

Onde:

Da: densidade absoluta;

$n_i$ : número de indivíduos da espécie  $i$ ;

A: área amostrada.

$$Dr = \frac{Da}{\sum Da} * 100$$

Onde:

Dr: densidade relativa;

Da: densidade absoluta;

$\sum Da$ : densidade total em número de indivíduos por hectare (soma das densidades absolutas de todas as espécies amostradas).

### 6.2.2.2 Frequência

A frequência indica a distribuição espacial dos indivíduos de uma população florestal. É dada pela razão entre o número de parcelas em que ocorre pelo menos um indivíduo de uma determinada espécie e o número total de parcelas na amostragem. A frequência também está expressa nas suas fórmulas absolutas e relativas:

$$Fa = \frac{f_i}{F}$$

Onde:

Fa: frequência absoluta;

$f_i$ : número de parcelas onde ocorreu a espécie  $i$ ;

F: número total de parcelas amostradas.

$$Fr = \frac{Fa_i}{\sum Fa} * 100$$

Onde:

Fr: frequência relativa;

$Fa_i$ : frequência absoluta da espécie  $i$ ;

$\sum Fa$ : somatória das frequências absolutas de todas as espécies amostradas.

### 6.2.2.3 Dominância

A dominância evidencia o grau de ocupação do solo pelos indivíduos de uma determinada espécie. É medida através da área basal de troncos de determinada espécie que ocupa uma comunidade florestal. A dominância é expressa nas formas absolutas e relativas:

$$Do = Dabs_i = G_i$$

$$G_i = \frac{\pi(DAP)^2}{4}$$

Onde:

Do: dominância absoluta;

$Dabs_i$ : dominância absoluta da espécie  $i$ ;

$G_i$ : área basal da espécie  $i$ ;

$\pi = 3,14$ ;

DAP: Diâmetro a Altura do Peito.

$$DoR\% = \frac{Dabs_i}{\sum Dabs_i}$$

Ou

$$D\% = \frac{G_i}{G}$$

Onde:

DoR%: dominância relativa;

$Dabs_i$ : dominância absoluta da espécie  $i$ ;

D%: dominância relativa

$G_i$ : área basal da espécie  $i$ ;

G: área basal total amostrada.

#### 6.2.2.4 Índice de Valor de Importância

O IVI é um dado que expressa numericamente a importância de uma determinada espécie dentre as demais espécies de uma comunidade florestal, ou seja, evidencia a hierarquia entre as espécies de uma determinada comunidade. O IVI foi calculado através da seguinte fórmula:

$$IVI = DR\% + DoR\% + Fr\%$$

Onde:

DR%: densidade relativa;

DoR%: dominância relativa;

Fr%: frequência relativa.

#### 6.2.2.5 Índice de diversidade de Shannon - Weaver (H)

O Índice de Shannon - Weaver mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido aleatoriamente em uma comunidade (PIRES-O'BRIEN; O'BRIEN, 1995). Quanto menor o valor do Índice de Shannon - Weaver, menor o grau de incerteza, e menor será a diversidade comunidade. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice. É calculado através da seguinte fórmula:

$$H = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Onde:

$H$ : Índice de Shannon – Weaver;

$\ln$ : logaritmo neperiano;

$p_i = \frac{n_i}{N}$  : abundância relativa de cada espécie, calculada pela relação entre os indivíduos de

uma espécie e pelo número total dos indivíduos na comunidade;

$n_i$ : número de indivíduos da espécie  $i$ ;

$N$ : número total de todos os indivíduos amostrados;

$S$ : número de espécies na comunidade.

Em seguida foi realizada a análise de variância (ANOVA) para se fazer a comparação entre os sistemas para os índices de Shannon - Weaver. As análises foram feitas no programa SAS (Statistical Analysis System).

#### 6.2.2.6 Índice de Similaridade Sorensen

O Índice de Similaridade Sorensen é um coeficiente binário que considera as espécies comuns entre duas comunidades, permitindo a avaliação da similaridade florística entre os sistemas estudados. É calculado através da seguinte fórmula:

$$ISS = \frac{2c}{S_1 + S_2}$$

Onde:

ISS: Índice de Similaridade Sorensen;

c: número de espécies comuns nas duas comunidades;

S<sub>1</sub>: número de espécies da comunidade A;

S<sub>2</sub>: número de espécies da comunidade B.

### 6.3 Resultados e discussão

#### 6.3.1 Composição florística

Neste estudo foram identificados nos três sistemas silviculturais 1597 indivíduos pertencentes a 137 espécies, 98 gêneros e 40 famílias (APÊNDICE E). O número de famílias, gêneros e espécies ocorrentes em cada sistema silvicultural estudado é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Número total de famílias, gêneros e espécies em cada sistema silvicultural.

Sistema Silvicultural	Famílias	Gêneros	Espécies
Canteiro 36 plantas por espécie	34	73	92
One tree plote	31	61	82
Silviagrícola	32	63	81

Fonte: Da autora, 2014.

Os resultados encontrados neste estudo assemelham-se aos achados de pesquisas realizadas na região, mas também se diferenciam de outras.

Yared (1996), analisando uma área de vegetação secundária em Belterra - Pará, submetida a três sistemas silviculturais distintos: Floresta Secundária Não-Manejada, Método de Plantio em Linhas e Método Recrû; encontrou em todos os sistemas analisados, números inferiores de famílias, gêneros e espécies, aos encontrados para o presente estudo.

Oliveira (1995), estudando a composição florística de uma floresta secundária em Belterra – Pará identificou 88 espécies, pertencentes a 75 gêneros e 38 famílias, ou seja, número de espécies superior ao encontrado para os sistemas OTP e Silviagrícola, e número de gêneros e famílias superiores aos encontrados nos sistemas silviculturais deste estudo.

Soares (2003) registrou 235 espécies, 160 gêneros e 53 famílias, analisando uma área explorada de 144 hectares e submetida a tratos silviculturais situada na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra – Pará, no Km 114. O número de espécies, gêneros e famílias encontradas por este autor em seu estudo, foi superior aos valores encontrados para o presente estudo, no entanto, a área de abrangência da análise de Soares (2003), é muito superior a área de abrangência analisada neste estudo (3,18ha).

A descrição detalhada acerca das espécies, gêneros e famílias, por sistema silvicultural analisado apresenta-se a seguir:

#### 6.3.1.1 Sistema Canteiro 36 plantas por espécie

No levantamento de campo desta área, foram identificados 581 indivíduos pertencentes a 92 espécies, 73 gêneros e 34 famílias, sendo assim, o sistema que apresentou maior riqueza de espécies (APENDICE E).

As 10 famílias que mais ocorreram na área foram: Violaceae (19,4%); Moraceae (10,2%); Fabaceae (9,0%); Melastomataceae (6,7%); Lecythidaceae (5,9%); Lauraceae (5,3%); Sapotaceae (4,3%); Annonaceae (4,0%); Elaeocarpaceae (4,0%); e Rubiaceae (4,0%).

Os 10 gêneros que mais se destacaram foram: *Rinorea* (19,4%); *Miconia* (6,5%); *Helicostylis* (5,9%); *Ocotea* (5,0%); *Inga* (4,8%); *Gustavia* (4,1%); *Pouteria* (4,1%); *Siparuma* (4,0%); *Sloanea* (4,0%); e *Annona* (3,1%).

Dentre as espécies as 10 que apresentaram maior ocorrência na área foram: *Rinorea racemosa* (Mart.) Kuntze (14,8%); *Miconia egensis* Cogn. (5,9%); *Helicostylis pedunculata* Benoist (5,2%); *Rinorea macrocarpa* (C.Mart. ex Eichler) Kuntze (4,6%); *Gustavia augusta* L. (4,1%); *Siparuna guianensis* Aubl. (4,0%); *Sloanea rufa* Planch. ex Benth. (4,0%); *Annona exsucca* DC. (3,3%); *Ocotea* spp. 2 (3,3%); *Inga* spp. (2,6%).

Na Classe I, foram identificados 157 indivíduos. A espécie *Miconia egensis* Cogn. apresentou maior abundância (22 indivíduos), maior densidade relativa (14,0%) e frequência relativa (3,7%). As espécies *Annona exsucca* DC.; *Inga* spp.; *Inga thibaudiana* DC.; *Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don; *Miconia* spp.; *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.; *Rinorea macrocarpa* (C.Mart. ex Eichler) Kuntze; e *Sloanea rufa* Planch. ex Benth., também apresentaram frequência relativa de 3,7% cada. A espécie *Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don, apresentou maior dominância relativa (11,5%) e maior IVI (20,3%).

Na Classe II, foram identificados 120 indivíduos. A espécie *Rinorea macrocarpa* (C.Mart. ex Eichler) Kuntze apresentou maior abundância (17 indivíduos), densidade relativa

(14,2%), frequência relativa (4,6%) e IVI (20,5%). As espécies *Gustavia augusta* L.; *Handroanthus serratifolius* (A.H.Gentry) S.Grose; *Miconia egensis* Cogn; *Sloanea rufa* Planch. ex Benth.; e *Talisia macrophylla* Radlk., também apresentaram frequência relativa de 4,6% cada. As espécies *Cordia goeldiana* Huber; *Inga* spp.; *Lacistema grandifolium* Schnizl.; e *Virola elongata* (Benth.) Warb., apresentaram maior dominância relativa (3,8% cada).

Na Classe III foram identificados 304 indivíduos. O IVI para as espécies não foi calculado, pois houve apenas a contagem para os indivíduos dessa classe, não se medindo altura e DAP. A espécie *Rinorea racemosa* (Mart.) Kuntze, teve maior abundância (84 indivíduos), densidade relativa (27,6%) e frequência relativa (3,2%). As espécies *Annona exsucca* DC.; *Brosimum parinarioides* Ducke; *Coussarea* spp.; *Gustavia augusta* L.; *Helicostylis pedunculata* Benoist; *Inga* spp.; *Miconia egensis* Cogn.; *Ocotea* spp. 2; *Siparuna guianensis* Aubl.; e *Talisia macrophylla* Radlk., também apresentaram frequência relativa de 3,2% cada.

#### 6.3.1.2 Sistema One Tree Plot

Neste sistema, foram identificados 533 indivíduos, pertencentes a 82 espécies, 61 gêneros e 31 famílias (APENDICE E).

As 10 famílias de maior ocorrência na área foram: Violaceae (16,7%); Fabaceae (14,4%); Melastomataceae (11,6%); Burseraceae (11,3%); Moraceae (6,2%); Annonaceae (5,8%); Lauraceae (4,3%); Myristicaceae (4,3%); Rubiaceae (3,8%); e Sapotaceae (3,8%).

Dentre os gêneros, os 10 que mais ocorreram na área foram: *Rinorea* (16,3%); *Miconia* (11,6%); *Protium* (11,3%); *Enterolobium* (6,6%); *Annona* (4,9%); *Inga* (4,7%); *Virola* (4,1%); *Ocotea* (3,9%); *Brosimum* (2,3%); e *Pouteria* (2,3%).

As 10 espécies de maior representatividade foram: *Rinorea racemosa* (Mart.) Kuntze (12,8%); *Miconia egensis* Cogn. (11,4%); *Protium altsonii* Sandwith (7,9%); *Enterolobium maximum* Ducke (6,6%); *Annona exsucca* DC. (4,9%); *Rinorea macrocarpa* (C.Mart. ex Eichler) Kuntze (3,4%); *Inga* spp. (3,2%); *Protium* spp. (3,0%); *Virola elongata* (Benth.) Warb (2,6%); e *Coussarea* spp. (2,1%).

Na Classe I foram identificados 78 indivíduos. A espécie *Miconia egensis* Cogn. apresentou maior abundância (38 indivíduos), densidade relativa (48,7%), frequência relativa (12,9%) e IVI (64,7%). A espécie *Ocotea* spp. 1 alcançou maior dominância relativa (15,9%).

Na Classe II foram identificados 81 indivíduos. A espécie *Miconia egensis* Cogn. apresentou maior abundância (15 indivíduos), densidade relativa (18,5%), frequência relativa (9,1%) e IVI (31,5%). A espécie *Fareamea* spp. apresentou maior dominância relativa (6,0%).

Na Classe III, foram identificados 374 indivíduos. O IVI para as espécies não foi calculado, pois houve apenas a contagem para os indivíduos dessa classe, não se medindo altura e DAP. A espécie *Rinorea racemosa* (Mart.) Kuntze, apresentou maior abundância (67 indivíduos), densidade relativa (17,9%) e frequência relativa (3,2%). As espécies *Annona exsucca* DC.; *Gustavia augusta* L.; *Protium altsonii* Sandwith; *Inga* spp.; *Rinorea macrocarpa* (C.Mart. ex Eichler) Kuntze; *Siparuna guianensis* Aubl.; e *Virola elongata* (Benth.) Warb, também apresentaram frequência relativa de 3,2% cada.

#### 6.3.1.3 Sistema silviagrícola

No levantamento de campo desta área, foram identificados 483 indivíduos pertencentes a 81 espécies, 63 gêneros e 32 famílias (APENDICE E).

Entre as famílias as 10 que mais se destacaram foram: Lecythidaceae (22,8%); Fabaceae (16,8%); Euphorbiaceae (6,8%); Moraceae (6,6%); Myrtaceae (5,0%); Violaceae (5,0%); Lacistemataceae (3,5%); Sapotaceae (2,9%); Annonaceae (2,7%); e Bignoniaceae (2,7%).

Os 10 gêneros de maior representatividade na área foram: *Couratari* (13,5%); *Gustavia* (8,1%); *Hevea* (6,8%); *Rinorea* (4,8%); *Swartzia* (4,3%); *Clarisia* (4,1%); *Myrcia* (4,1%); *Lacistema* (3,9%); *Amphiodon* (3,7%); e *Inga* (3,7%).

Dentre as espécies ocorrentes na área as 10 que mais se destacaram foram: *Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth (13,5%); *Gustavia augusta* L. (8,1%); *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. (6,8%); *Rinorea macrocarpa* (C.Mart. ex Eichler) Kuntze (4,3%); *Clarisia ilicifolia* (Spreng.) Lanj. & Rossberg (4,1 %); *Myrcia* spp. (4,1%); *Amphiodon effusus* Huber (3,7%); *Lacistema aggregatum* (P.J.Bergius) Rusby (3,5%); *Sloanea rufa* Planch. ex Benth. (2,7%); e *Handroanthus serratifolius* (A.H.Gentry) S.Grose (2,3%).

Na Classe I foram identificados 192 indivíduos. A espécie *Amphiodon effusus* Huber apresentou maior abundância (12 indivíduos) e maior densidade relativa (6,3%). As espécies com maior frequência relativa foram: *Clarisia ilicifolia* (Spreng.) Lanj. & Rossberg; *Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth; e *Lacistema aggregatum* (P.J.Bergius) Rusby

(4,3% cada). A espécie *Ocotea* spp. 1 destacou-se com maior dominância relativa (18,1%), e maior IVI (19,4%).

Na Classe II foram identificados 85 indivíduos. A espécie *Gustavia augusta* L. apresentou maior abundância (11 indivíduos), densidade relativa (12,9%), frequência relativa (8,9%) e IVI (24,3%). A espécie *Handroanthus serratifolius* (A.H.Gentry) S. Grose, também apresentou frequência relativa de 8,9%. A espécie *Miconia egensis* Cogn., apresentou maior dominância relativa (6,7%) entre as espécies presentes nesta classe.

Na Classe III foram identificados 206 indivíduos. O IVI para as espécies não foi calculado, pois houve apenas a contagem para os indivíduos dessa classe, não se medindo altura e DAP. A espécie *Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth apresentou maior abundância (48 indivíduos), densidade relativa (23,3%) e frequência relativa (7,8%). As espécies *Gustavia augusta* L. e *Myrcia* spp., também apresentaram frequência relativa de 7,8% cada.

Entre as classes aqui estudadas, a classe III apresentou o maior número de indivíduos nos três sistemas silviculturais analisados, seguida pela classe I e II, exceto para o sistema OTP. O somatório do número de indivíduos por classe é a seguinte: classe III: 884 indivíduos, classe I: 427 indivíduos e classe II: 286 indivíduos.

Coelho et al. (2003) afirmam que nos primeiros anos de vida as espécies florestais estão competindo por recursos como luz, nutrientes e água e que devido a esta competição, o número de indivíduos da regeneração natural diminui com o passar do tempo, com algumas espécies sendo eliminadas e substituídas, permanecendo apenas aquelas que possuem maior adaptação as condições ecológicas. Após esta fase, com a floresta mais madura, a vegetação espontânea ou regeneração natural que compõe a mesma tende a aumentar, provavelmente devido ao aumento de indivíduos arbóreos reprodutivos que sobrevivem a fase de exclusão e competição, dando continuidade a sucessão vegetal. Esta seria a explicação para o que aconteceu no presente estudo, onde a classe III (mudas), apresenta um maior número de indivíduos, em seguida há uma diminuição dos mesmos na classe II (varas) e novamente um aumento na classe I (indivíduos maiores que 5cm de DAP).

A espécie *Miconia egensis* Cogn. apresentou-se como a mais abundante na classe I dos sistemas Canteiro e OTP (22 e 38 indivíduos respectivamente), diferindo da classe I do sistema silviagrícola, onde a espécie mais abundante foi *Amphiodon effusus* Huber (12 indivíduos).

A espécie *Rinorea racemosa* (Mart.) Kuntze apresentou-se como a mais abundante na classe III dos sistemas Canteiro e OTP (84 e 67 indivíduos respectivamente), diferindo da

classe III do sistema Silviagrícola, onde a espécie mais abundante foi *Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth (48 indivíduos).

Para a classe II foram encontradas três espécies distintas como mais abundantes. Para o sistema Canteiro a espécie mais abundante foi *Rinorea macrocarpa* (C.Mart. ex Eichler) Kuntze (17 indivíduos), para o OTP *Miconia egensis* Cogn. (15 indivíduos), e para Silviagrícola *Gustavia augusta* L. (11 indivíduos).

Estes resultados evidenciam que os sistemas Canteiro e One Tree Plot apresentaram maior semelhança entre as espécies que os compõem nas classes I e III, diferindo das espécies que compõem o sistema Silviagrícola.

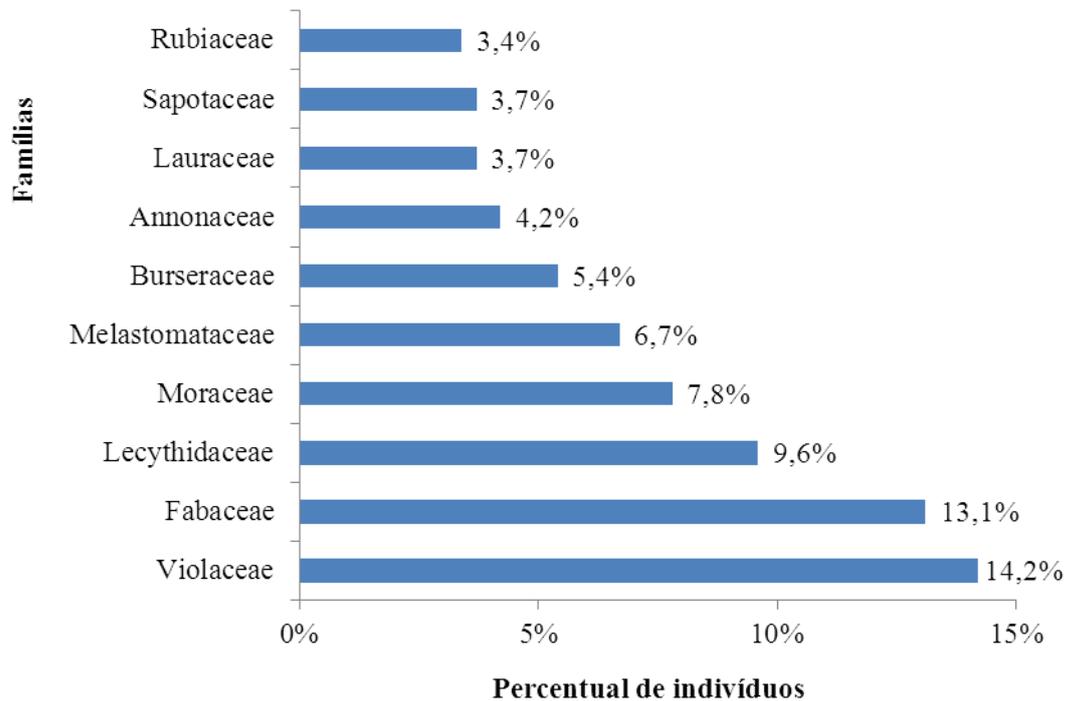
Oliveira (1995) afirma que a diversidade ou composição florística de povoamentos secundários, são muito dependentes e variam de acordo com as condições climáticas locais, a história de uso do sítio e principalmente, da proximidade com áreas de florestas primárias, que facilitam o processo de polinização e dispersão em áreas alteradas. Este fato explicaria a diferença entre as espécies da composição florística, a presença ou ausência de determinadas espécies em um determinado local ou sistema silvicultural.

Assim, o fato dos sistemas Canteiro e OTP apresentarem como mais abundantes as mesmas espécies em comum nas classes I e III pode estar relacionado ao fato destes dois experimentos se localizarem próximos um do outro e dentro da Flona do Tapajós, recebendo propágulos em comum da mesma floresta que os cercam, diferentemente do sistema Silviagrícola que se encontra em uma área externa a Flona do Tapajós e possivelmente recebe propágulos diferentes.

#### 6.3.1.4 Famílias e espécies mais importantes ocorrentes nas áreas estudadas

As 10 famílias mais importantes, considerando-se a percentagem de indivíduos identificados na área de estudo, estão apresentadas abaixo na Figura 10. Estas famílias correspondem juntas a 71,8% do total da população estudada.

Figura 10 – Principais famílias ocorrentes nos três sistemas silviculturais analisados.



Fonte: Da autora, 2014.

Resultados semelhantes foram encontrados por Soares (2003) estudando a composição florística de floresta explorada na Flona do Tapajós, onde entre as 10 famílias mais importantes identificadas por este autor estavam: Fabaceae, Moraceae, Lecythidaceae, Apocynaceae, Annonaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Guttiferae, Rubiaceae e Sapotaceae. Com exceção das famílias Apocynaceae e Guttiferae, todas as outras famílias identificadas por este autor, também foram identificadas neste estudo.

Carvalho (1982) analisando uma área de floresta tropical úmida não explorada na Flona do Tapajós encontrou entre as famílias mais abundantes, representando 85,4% da população estudada, as famílias Annonaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lecythidaceae, Lauraceae, Moraceae, Myristicaceae, Sapotaceae e Vochysiaceae. Todas estas famílias também foram encontradas entre as mais abundantes na composição florística do presente estudo, com exceção das famílias Euphorbiaceae, Myristicaceae e Vochysiaceae, que também foram encontradas nas áreas aqui estudadas, no entanto, não estão entre as 10 famílias mais abundantes (Figura 10). Este resultado demonstra que é possível obter sob plantios florestais e em diferentes arranjos silviculturais, abundância de famílias semelhante a encontradas em áreas de florestas primárias, evidenciando a eficiência ecológica da adoção de sistemas silviculturais.

Oliveira (1995), estudando uma área de floresta secundária em Belterra – Pará identificou 10 famílias mais importantes em sua área de estudo, sendo elas: Melastomataceae, Fabaceae, Bignoniaceae, Myrtaceae, Vochysiaceae, Anacardiaceae, Araliaceae, Annonaceae, Euphorbiaceae e Lauraceae. Todas as famílias encontradas pela referida autora, também estavam presente na composição florística deste trabalho, embora somente quatro destas 10 famílias apresentaram-se em comum entre as 10 mais abundantes nas áreas dos dois estudos.

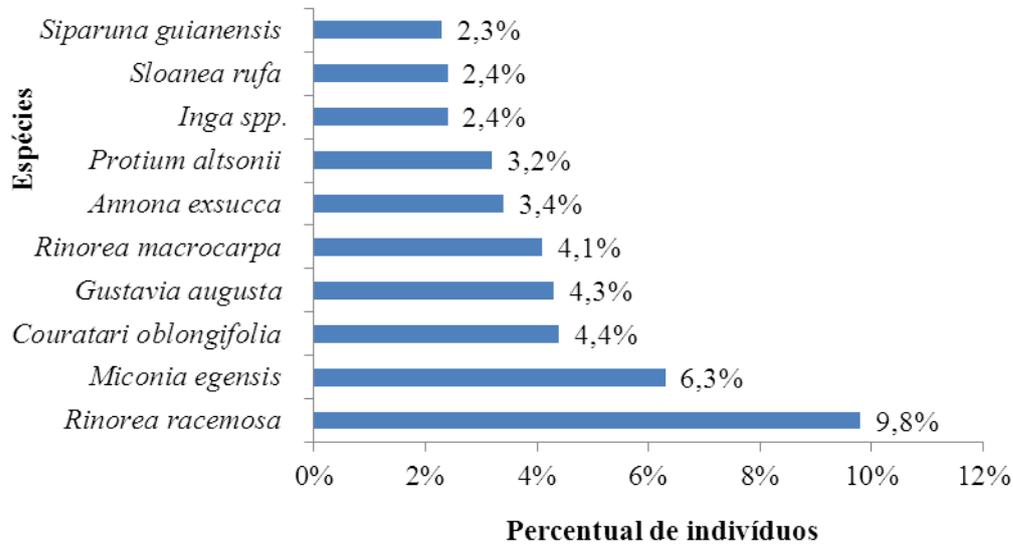
Em um estudo realizado por Miranda Neto et al. (2012), em uma floresta restaurada por meio de plantio florestal em Viçosa – Minas Gerais, após 40 anos de sua implantação, destacaram-se as famílias Fabaceae, Arecaceae, Meliaceae, Rubiaceae e Malvaceae, com 59,0% dos indivíduos amostrados. Assim como o estudo de Miranda Neto et al. (2012), as áreas analisadas no presente estudo também possuem cerca de 40 anos de implantação e apesar de se tratar de biomas diferentes, com exceção da família Arecaceae, que não foi encontrada no presente estudo, todas as demais famílias foram encontradas na composição florística das áreas estudadas na região do Tapajós.

A predominância da família Violaceae na área estudada é devido principalmente a presença da espécie *Rinorea racemosa* (Mart.) Kuntze, que pertence a esta família, sendo esta a espécie de maior abundância em toda a área de estudo, representando 9,8% do total das espécies estudadas. Além disso, também pertence a esta família, a espécie *Rinorea macrocarpa* (C.Mart. ex Eichler) Kuntze, que também apresentou alta abundância (4,1%), em toda a área estudada.

A alta representatividade da família Fabaceae pode ser atribuída a sua alta plasticidade ecológica, permitindo sua ocupação nos diversos habitats, assim como à sua capacidade de fixação de nitrogênio, que facilita sua regeneração em solos degradados (CAMPELLO et al., 1998; DUTRA et al., 2008).

As 10 principais espécies que compõem a vegetação espontânea das áreas estudadas nos três sistemas silviculturais, levando-se em consideração a percentagem de indivíduos identificados, estão apresentadas abaixo, na Figura 11. Juntas, estas espécies correspondem a 42,6% do total de indivíduos identificados.

Figura 11 – Principais espécies que compõem a vegetação espontânea nas áreas estudadas.



Fonte: Da autora, 2014.

Segundo Yared (1996) a presença ou ausência de determinadas espécies em um sistema não apresenta um padrão de comportamento que possa ser de fácil interpretação.

Carvalho (1982) analisando uma área de floresta tropical úmida não explorada na Flona do Tapajós encontrou entre as seis espécies mais abundantes na área, correspondendo a 51,39% do total de espécies estudadas, as seguintes espécies: *Duguetia* spp., *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg., *Virola michelii* Heckel, spp., *Pouteria guianensis* Aubl., *Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth. Com exceção da espécie *Duguetia* spp., todas as outras espécies também ocorreram nos sistemas silviculturais analisados neste estudo, no entanto, não foram as mais representativas na área estudada. A espécie *Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth foi a espécie de maior abundância (13,5% do total de indivíduos), no sistema silviagrícola avaliado no presente estudo. Este resultado reforça a afirmação de Yared et al. (1999) que povoamentos manejados através de práticas silviculturais, podem apresentar padrão estrutural semelhante ao de florestas naturais não manejadas, desfazendo a ideia que plantios florestais são desertos verdes, quando estes, em muitas circunstâncias, podem ser considerados redutos da biodiversidade (VIANI; DURIGAN; MELO, 2010).

Miranda Neto et al. (2012) realizando um estudo semelhante a este em uma área de 1 ha de vegetação secundária que assim como neste estudo é resultante de um plantio heterogêneo de espécies nativas e exóticas após 40 anos da sua implantação em Viçosa –

Minas Gerais encontrou entre as espécies mais importantes *Psychotria sessilis* Vell., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude. Estas espécies não foram encontradas no presente estudo, por se tratar de biomas diferentes, uma vez que estudo de Miranda Neto et al. (2012) ocorreu em Minas Gerais.

Muitas das espécies identificadas no presente estudo foram também identificadas por Oliveira (1995), em sua análise em uma área de floresta secundária em Belterra – Pará, sendo que a espécie *Miconia egensis* Cogn., assim como no presente estudo, também apresentou-se entre as espécies mais abundantes identificadas pela referida autora em seu estudo.

Rayol, Alvino e Silva (2008), estudando duas áreas de floresta secundária de 15 e 20 anos em Capitão Poço – Pará identificou espécies diferentes na composição florística das mesmas. Analisando o número de indivíduos por espécie, foi observado que apenas sete detêm 194 indivíduos, correspondendo a quase 50% do total registrados. Dentre as espécies mais abundantes encontraram-se: *Licaria canella* (47), *Davilla aspera* (42), *Myrcia bracteata* (31), *Vismia guianensis* (22), *Lacistema pubescens* (22), *Smilax aequatorialis* (15) e *Maranthus* sp. (15). Nenhuma dessas espécies foi encontrada no presente estudo.

### 6.3.2 Diversidade da composição florística

A análise da diversidade da composição florística, foi calculada através do Índice de Shannon-Weaver individualmente para cada sistema silvicultural (Tabela 3).

Tabela 3 - Índice de Diversidade de Shannon-Weaver por sistema silvicultural.

Sistema	Shannon-Weaver
Canteiro	3,75
Silviagrícola	3,72
OTP	3,56

Fonte: Da autora, 2014.

O Índice de Shannon-Weaver não variou significativamente  $p = 0,967$  (calculado) é  $> 0,05$  (teórico), ou seja, não se rejeita a hipótese nula ( $H_0$ ), não há diferenças significativas entre os índices para os sistemas (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de variância (ANOVA) para o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver nos três sistemas silviculturais analisados ao nível 5% de significância.

Causas da variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F	p
Entre grupos	0,0140	2	0,0070	0,033	0,967
Dentro dos grupos	86,8265	414	0,2097		
Total	86,8405	416			

Fonte: Da autora, 2014.

O Índice de Shannon-Weaver nos três sistemas estudados oscilou entre 3,56 (menor diversidade), para o sistema OTP, e 3,75 (maior diversidade) para o sistema Canteiro.

Este índice, além de considerar o número de espécies em uma determinada área, considera também a equitabilidade de distribuição de indivíduos entre as espécies nesta área, ou seja, a distribuição da abundância, sendo maior quanto mais elevado for estes dois parâmetros (PIRES-O'BRIEN; O'BRIEN, 1995).

Miranda Neto et al. (2012) avaliando uma floresta restaurada aos 40 anos em Viçosa – Minas Gerais, encontrou Índice de Diversidade de Shannon-Weaver de 3,56, ou seja, inferior a diversidade de Shannon-Weaver encontrada para os sistemas Canteiro e Silviagrícola, e igual ao encontrado para a OTP.

Analisando sistemas silviculturais distintos em áreas de floresta primária e secundária em Belterra - Pará, Yared (1996) encontrou os seguintes Índices de Shannon-Weaver: 1) Floresta secundária: não-manejada: 3,27; método de plantio em linhas: 2,63; método Recrû: 2,74. 2) Floresta primária: não-manejada: 3,40; método tropical de regeneração sob cobertura: 3,37; método Okoumé: 2,54. Todos os Índices de Shannon-Weaver encontrados por este autor, para florestas primária foram inferiores aos encontrados no presente estudo. No entanto, considerando o Índice de Shannon-Weaver para a floresta secundária, os valores encontrados por este autor, foram semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Oliveira et al. (2005) estudando o efeito da exploração e de tratamentos silviculturais sob a composição florística em uma área de 136ha na floresta na Flona do Tapajós em Belterra – Pará, obtiveram Índices de Shannon-Weaver semelhantes aos encontrados para o presente estudo. Os Índices de Shannon-Weaver encontrados por aqueles autores oscilaram entre 3,5 e 3,8 durante o período estudado, sendo que o maior valor se manteve para área não explorada (testemunha) e diminuiu logo após a exploração em todos os outros tratamentos. Este resultado demonstra que os Índices de Shannon-Weaver encontrados para áreas exploradas e não exploradas, são semelhantes, evidenciando que é possível manter a diversidade da composição florística após a exploração florestal, quando se utiliza sistemas silviculturais que permitam a regeneração da vegetação.

Analisando a Diversidade de Shannon-Weaver em duas florestas secundárias de 15 e 20 anos em Capitão Poço – Pará, Rayol, Alvino e Silva (2008), encontraram índices de diversidade semelhantes aos encontrados para o presente estudo, sendo eles 3,5 para a floresta de 15 anos, e 3,6 para a floresta de 20 anos, sendo esta última considerada a mais diversa.

A maioria das espécies encontradas na área não é proveniente das espécies plantadas nos sistemas silviculturais, demonstrando assim que a floresta recebe propágulos dispersos de fragmentos florestais vizinhos, neste caso, a floresta ombrófila densa da Flona do Tapajós, que fornece subsídios para o estabelecimento e perpetuação de novas espécies na área. Resultado semelhante a este também foi encontrado por Miranda Neto et al. (2012).

Este resultado reafirma o que já havia sido constatado por Yared (1996), ou seja, em grandes empreendimentos de manejo de floresta natural, as áreas anuais a serem submetidas a tratamentos não devem ser exploradas continuamente, e sim na forma de mosaicos de florestas exploradas e não exploradas, contribuindo desta forma como fonte de sementes para a colonização das áreas exploradas, aumentando a diversidade nas mesmas.

### 6.3.3 Similaridade florística

Os resultados da avaliação da similaridade florística entre os sistemas silviculturais estão apresentados abaixo na Tabela 5. Para esta análise, não se considerou as classes de tamanho.

Tabela 5 - Índice de Similaridade Sorensen para os sistemas estudados.

Sistemas	Similaridade Sorensen %
Canteiro e OTP	65,52
Canteiro e Silviagrícola	63,58
OTP e Silviagrícola	50,31

Fonte: Da autora, 2014.

Os sistemas Canteiro e OTP apresentaram maior número de espécies em comum, ou seja, são mais similares (65,52%), seguidos por Canteiro e Silviagrícola (63,58%) e OTP e Silviagrícola (50,31%). Portanto, a similaridade é maior entre os sistemas Canteiro e OTP, e menor entre os sistemas OTP e Silviagrícola.

Analisando a similaridade florística entre sistemas silviculturais aplicáveis em área de floresta secundária, Yared (1996) verificou que cerca de 70% das espécies existentes em Floresta Secundária Não Manejada (FS-NM) foram encontradas em comum nos povoamentos manejados por sistema Floresta Secundária Método de Plantio em Linhas (FS-MPL) e sistema

Floresta Secundária Método Recrû (MR). E a comparação entre FS-MPL e FS-MR permitiu identificar que mais de 60% das espécies existentes, eram comuns a ambos os povoamentos, sob os dois sistemas silviculturais.

O valor do Índice de Similaridade de Sorensen encontrado por Rayol, Alvino e Silva (2008) entre a floresta de 15 anos e de 20 anos foi de 58,8%, indicando que floristicamente as duas não se diferem muito. Segundo este autor, a diferença principal entre as duas florestas está na forma como essas espécies se comportam nas diferentes condições ambientais e como interagem entre si, o que reflete diretamente na estrutura da regeneração.

Neste estudo, as espécies da vegetação espontânea encontravam-se sob condições diferenciadas, pois os três sistemas silviculturais foram implantados utilizando diferentes espécies florestais no momento do plantio, sob diferentes arranjos, que poderiam ou não contribuir para o aumento da competitividade entre as espécies do plantio florestal e da vegetação espontânea. No entanto apesar da diferença entre as espécies florestais que compõem os sistemas silviculturais estudados, os mesmos possuem índices de similaridade elevados entre si. Isto comprova a hipótese deste trabalho, reafirmando que independentemente das espécies plantadas, e do sistema silvicultural utilizado, a vegetação espontânea dos sistemas silviculturais estudados contribuem para maior semelhança em relação à sua composição florística, riqueza e diversidade de espécies.

#### **6.4 Conclusão**

Neste trabalho foram identificadas 1597 indivíduos, pertencentes a 137 espécies, 98 gêneros e 40 famílias. Deste total, 581 indivíduos encontram-se no sistema Canteiro de 36 plantas por espécie, 533 no sistema One Tree Plot e 483 no sistema silviagrícola.

A espécie de maior ocorrência na área estudada foi *Rinorea racemosa* (Mart.) Kuntze e a família de maior ocorrência foi Violaceae ambas presentes nos três sistemas silviculturais estudados.

A diversidade de espécies foi semelhante entre os diversos sistemas estudados, concluindo-se que esse indicador não foi influenciado nem pelas espécies usadas no plantio e nem pelos sistemas empregados.

Os sistemas Canteiro e OTP apresentaram maior número de espécies em comum, sendo assim os dois sistemas mais similares, seguidos por Canteiro e Silviagrícola e OTP e Silviagrícola.

Confirma-se a hipótese, conforme os Índices de diversidade de Shannon - Weaver e Similaridade Sorensen analisados, que a composição florística, riqueza e diversidade de espécies independem das espécies plantadas e dos sistemas silviculturais utilizados, pois a vegetação espontânea possui características semelhantes entre os sistemas estudados.

Os resultados do estudo evidenciam que, cerca de 40 anos após o plantio de espécies florestais em qualquer sistema empregado, é possível obter alta diversidade na composição florística sob estes plantios e, também, benefícios econômicos uma vez que as espécies do plantio florestal, com espécies de valor comercial, aliado as espécies da vegetação espontânea, que regeneram naturalmente na área, podem ser manejadas gerando receitas, sendo, portanto, uma alternativa viável para a recomposição da área de Reserva Legal.

## 7 SOBREVIVÊNCIA, CRESCIMENTO E POTENCIAL DE PRODUÇÃO MADEIREIRA DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM TRÊS SISTEMAS SILVICULTURAIS NA REGIÃO DO TAPAJÓS, BELTERRA - PARÁ

### 7.1 Introdução

Em 2012, a produção primária florestal no Brasil somou R\$ 18,4 bilhões. A silvicultura contribuiu com 76,9% (R\$ 14,2 bilhões) do total apurado, enquanto a extração vegetal participou com 23,1% (R\$ 4,2 bilhões) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012).

No âmbito social, em 2012, as atividades da cadeia produtiva do setor florestal contribuíram para a geração de 4,4 milhões de empregos e para um investimento de R\$ 149 milhões em programas de inclusão social, educação e meio ambiente, beneficiando 1,3 milhão de pessoas e aproximadamente mil municípios localizados nas regiões de influência das empresas, consolidando o setor brasileiro de base florestal como indutor de desenvolvimento econômico e social do país (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS, 2013).

O Brasil é o 8º país no ranking de florestas plantadas, com cerca de 7,2 milhões de hectares destas. Esta área corresponde a apenas 0,84% da área do país e a 1,55% da área total das florestas. As principais espécies plantadas são as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que representam respectivamente 70,8 e 22 % do total de florestas plantadas. Outras espécies como acácia (*Acacia mearnsii* De Wild.; *A. mangium* Willd.), araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), pópulus (*Populus* spp.), teça (*Tectona grandis* L. f.), seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.) e paricá (*Schizolobium amazonicum* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) também estão sendo utilizadas em plantios e correspondem a 7,2% do total (IBGE, 2012; SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2013).

O estado do Pará é composto pelo maior bioma brasileiro, o bioma Amazônia, e a área de floresta do Estado corresponde a 71% de sua extensão territorial, constituindo um significativo capital de recursos naturais, devido suas reservas madeireiras, estimada em 25% daquela mensurada para a Amazônia; e pelo imenso potencial genético e de princípios ativos de sua biodiversidade. Diante desse enorme ativo natural, o setor industrial de madeira constitui importante atividade da matriz de produção do Estado, impulsionando a economia de

dezenas de municípios paraenses (SECRETARIA DO ESTADO DE AGRICULTURA, 2012).

Os projetos de plantações, com vistas à reposição obrigatória, começaram a ser implantados no estado do Pará, a partir de 1972. Até 1996, 111 projetos foram aprovados na Superintendência do IBAMA no Pará (GALEÃO et al., 2006).

Segundo estimativas, o Pará possui, atualmente, uma área de cerca de 200.000 ha de florestas plantadas, sendo 60% com plantio de espécies do gênero *Eucalyptus*. Todavia, nos últimos anos vem crescendo o plantio de paricá, espécie nativa da Amazônia, cujas características são apropriadas à produção de laminas e compensado, e o de teca, originária do sudeste asiático, voltada à produção de madeira sólida, principalmente para o mercado internacional (SAGRI, 2012).

O estado do Pará possui uma proporção significativa de áreas alteradas e com passivo ambiental, que podem ser reincorporadas ao processo produtivo, a partir de plantações florestais, contribuindo significativamente para o aumento da oferta de madeira de elevado valor econômico, diminuindo a pressão sobre as florestas nativas (SAGRI, 2012).

A preocupação em se manter a biodiversidade dos ecossistemas, recuperar áreas degradadas e a crescente demanda por bens provenientes da floresta, gera a necessidade de implantação de meios alternativos que tentem amenizar os efeitos da exploração florestal e do desmatamento, conciliando todos estes fatores em busca da sustentabilidade na produção. Um dos meios mais utilizados tem sido o uso de plantios florestais que, além de recompor áreas degradadas, restituindo sua função ecológica, mantém a produtividade do sítio, ofertando madeira de qualidade para comercialização.

Geralmente os plantios florestais são homogêneos, visando principalmente à produtividade. No entanto, através de sistemas silviculturais onde são consorciadas diferentes espécies florestais, nativas e exóticas, é possível obter, ao longo dos anos, um ambiente diverso e produtivo, que pode ser utilizado, por exemplo, para recompor áreas de Reserva Legal, se tornando uma alternativa sustentável, e principalmente, sendo economicamente viável, deixando de ser apenas uma obrigatoriedade a ser cumprida pela legislação.

Os plantios mistos apresentam grande potencial, quando compostos por espécies de diferentes modelos arquitetônicos, grupos ecológicos, funções ecológicas e taxa de crescimento (PASSOS; BRAZ, 2004).

A utilização de espécies exóticas na recuperação de áreas degradadas no Brasil é uma prática comum, uma vez que anteriormente não existia nenhuma restrição técnica ou jurídica quanto à origem das espécies a serem plantadas. Do ponto de vista ecológico, não apenas

espécies de outros países são consideradas exóticas, mas também qualquer espécie que esteja fora de sua região de ocorrência natural (ASSIS, 2013).

O Art. 66 do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) dispõe que o proprietário ou possuidor de imóvel rural que detinha, em 22 de julho de 2008, área de Reserva Legal em extensão inferior ao estabelecido no Art. 12, 80% no caso da Amazônia, poderá regularizar sua situação, independentemente da adesão ao Programa de Regularização Ambiental - PRA, adotando as seguintes alternativas, isolada ou conjuntamente: recompor a Reserva Legal; permitir a regeneração natural da vegetação na área de Reserva Legal; compensar a Reserva Legal (BRASIL, 2012).

A recomposição de que trata este artigo poderá ser realizada mediante o plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas, em sistema agroflorestal, respeitando-se os seguintes parâmetros: o plantio de espécies exóticas deverá ser combinado com as espécies nativas de ocorrência regional; a área recomposta com espécies exóticas não poderá exceder a 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recuperada (BRASIL, 2012).

Além de todos os benefícios econômicos, florestas plantadas desempenham importantes funções tais como: diminuição da pressão sobre florestas nativas; manutenção da biodiversidade; reaproveitamento de áreas degradadas; sequestro de carbono; proteção do solo e da água; redução da poluição do ar; regulação climática (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS, 2014).

Florestas plantadas assumem, cada vez mais, funções não apenas de produção, mas também de conservação. Além de fornecerem matéria-prima para diferentes usos industriais e não industriais, as florestas plantadas contribuem para a provisão de diversos serviços ambientais e sociais. Estas florestas são uma forma legítima de uso da terra e, em muitos países e regiões, são opções vitais para fins de produção e/ou de proteção (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2009).

Atualmente, ainda há certa resistência quanto ao cultivo de florestas plantadas, o que talvez seja consequência da falta de informação científica adequada sobre silvicultura, especialmente sobre plantios florestais como instrumento para acelerar o processo de recuperação de áreas alteradas. Este estudo tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas silviculturais sobre o crescimento e a sobrevivência de diversas espécies florestais, assim como seu potencial de produção madeireira, cerca de 40 anos após o plantio, e sua viabilidade para e composição de Reserva Legal.

## 7.2 Materiais e Métodos

A descrição da área de estudo e dos sistemas silviculturais encontra-se no item 5 CARATERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO (página 32 a 38).

### 7.2.1 Monitoramento da floresta

A avaliação do crescimento das espécies florestais plantadas nos sistemas silviculturais: Canteiro 36 plantas por espécie 1975, Canteiro 36 plantas por espécie 1976, One Tree Plot 1975 e One Tree Plot 1976, foi realizada por meio da medição do DAP a 1,30m do solo, utilizando fita diamétrica (Figura 12); e da altura comercial (m) e total (m), considerando a base do caule e a gema apical principal de todos os indivíduos plantados com utilização de régua graduada. Para os sistemas Canteiro 36 plantas por espécie, foram medidas as 16 árvores centrais, para evitar os efeitos de borda.

Para estimar a produtividade da vegetação espontânea nos sistemas silviculturais: Canteiro 36 plantas por espécie, One Tree Plot e Silviagrícola, realizou-se o mesmo procedimento descrito anteriormente para as espécies plantadas, onde foram mensurados DAP a 1,30m do solo, altura comercial e total (m) para todos os indivíduos presentes nas 18 parcelas de 10 x 30m, onde se encontravam os indivíduos com  $DAP \geq 5\text{cm}$ .

Figura 12 – Medição do Diâmetro a Altura do Peito – DAP das espécies florestais plantadas na área de estudo.



Fonte: Da autora, 2013.

## 7.2.2 Análise de dados

Foram realizadas duas análises de dados distintas. A primeira análise para sobrevivência e crescimento, considerou quatro sistemas silviculturais: One Tree Plot 75; One Tree Plot 76; Canteiro 75 e Canteiro 76. A segunda análise para área basal e volume, considerou três sistemas silviculturais: One Tree Plot; Canteiro e Silviagrícola.

### 7.2.2.1 Sobrevivência e crescimento

Visando selecionar e indicar as melhores espécies para recompor áreas de Reserva Legal, a análise dos dados relacionados à sobrevivência e crescimento (altura total e DAP), considerou cada sistema individualmente: One Tree Plot 75; One Tree Plot 76; Canteiro 75; Canteiro 76. Nesta etapa da análise não se utilizaram dados relacionados ao sistema silvicultural Silviagrícola devido o mesmo não possuir delineamento estatístico para realizar análise de variância.

Foi realizada análise de variância (ANOVA) para comparar os quatro sistemas analisados, podendo o resultado ser não significativo ( $p > 0,05$ ); significativo ( $p \leq 0,05$  e  $\geq 0,01$ ); ou altamente significativo ( $p < 0,01$ ). Para os resultados significativos, foi realizado o teste de Tukey a 5% de significância, para comparar a magnitude das diferenças entre as médias. Todas as análises foram realizadas com os programas SPSS 20 (Statistical Package for Social Sciences) e Minitab 14.

Para maiores detalhes sobre o comportamento silvicultural de cada espécie florestal plantada, estas foram analisadas levando em consideração o grupo ecológico ao qual pertencem. Considerou-se o critério de classificação em grupos ecológicos proposto por Whitmore (1990), que dividiu as espécies em dois grupos ecológicos: 1) espécies intolerantes, demandantes por luz, em que estão as espécies pioneiras e secundárias; 2) espécies tolerantes à sombra, compostas por espécies clímax e primárias. Posteriormente realizou-se consulta a literatura especializada para a confirmação do grupo ecológico ao qual cada espécie pertence (AZEVEDO et al., 2008; FERMINO JR. et al., 2004; PINHEIRO et al., 2007).

#### 7.2.2.1.1 Sobrevivência

A sobrevivência foi calculada para cada espécie através da percentagem remanescente das espécies em relação ao número inicial de mudas plantadas, utilizando o cálculo de taxa de

sobrevivência proposto por Faria (2012):

$$SC (\%) = \frac{N - n}{N} * 100$$

Onde:

SC: percentagem de sobrevivência em campo;

N: número total de mudas plantadas de cada espécie;

n: número total de indivíduos mortos de cada espécie.

#### 7.2.2.1.2 Crescimento

A avaliação do crescimento das espécies florestais foi realizada para cada sistema silvicultural estudado, utilizando-se as médias de altura total (m) e DAP (cm), do último ano de medição (2013).

Além disso, para analisar a influência da precipitação sobre o crescimento das mudas plantadas, levaram-se em consideração as medições iniciais anuais de altura total (m), de cada espécie em cada sistema silvicultural entre os anos de 1975 a 1980; e os dados mensais de precipitação da estação de Belterra – Pará (OMM: 82246), cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, entre os anos de 1975 a 1980.

Utilizando – se os dados das medições anuais iniciais de altura total (m), calculou-se o Incremento Periódico para as espécies florestais plantadas, em cada sistema silvicultural pela fórmula (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005):

$$IP = Y_{(t+n)} - Y_t$$

Onde:

IP: Incremento Periódico;

Y: dimensão considerada (altura total m);

t: idade;

n: tempo.

O incremento é a maneira de se expressar o crescimento das variáveis dendrométricas em função do tempo. Pode ser definido como o crescimento da árvore ou da floresta em um

determinado período que pode ser expresso em dias, meses, anos e décadas. O Incremento Periódico expressa o crescimento em um período de tempo determinado (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

Para os dados mensais de precipitação, realizou-se a somatória da precipitação acumulada referente a cada período, de acordo com o Incremento Periódico analisado para cada sistema silvicultural.

Em seguida, para avaliar a relação entre precipitação e Incremento Periódico, calculou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson através do programa SPSS 20. O Coeficiente de Correlação de Pearson é uma medida de associação linear entre variáveis.

O coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r$ ) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor evidencia a força da relação entre as variáveis ( $X$  e  $Y$ ). Uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. Uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JR., 2009).

Quanto mais próximo de 1 (independente do sinal) maior é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis. Quanto mais próximo de zero, menor é a força dessa relação (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JR., 2009).

#### 7.2.2.2 Área basal e volume

Para a análise da produtividade nos sistemas silviculturais estudados, calculou-se a área basal e o volume, para todas as espécies florestais plantadas e para a vegetação espontânea, cujos indivíduos apresentaram  $DAP \geq 5\text{cm}$  ou  $0,05\text{m}$ , considerando-se três sistemas silviculturais, independentemente do ano de plantio, sendo eles: Canteiro, One Tree Plot e Silviagrícola, assim como foi realizado para a análise da vegetação espontânea, no Capítulo I.

##### 7.2.2.2.1 Área basal

Uma das dimensões utilizadas com maior frequência para caracterizar o estado de desenvolvimento de uma árvore é a área basal, que se define como a área de uma seção transversal do fuste a 1,30cm de altura sobre o solo (PRODAN et al., 1997).

A área basal total ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) de cada sistema foi obtida pelas seguintes fórmulas adaptadas de Bôas; Max; Melo (2009):

$$AB_t = \frac{\sum_{i=1}^n AB_i}{A}$$

$$AB_i = \pi * \frac{(DAP_i)^2}{4}$$

Onde:

$AB_t$ : área basal total do sistema ( $m^2 \text{ ha}^{-1}$ );

A: área do sistema útil;

$AB_i$ : área basal individual ( $m^2$ ), calculada para cada árvore no interior de cada sistema;

$DAP_i$ : diâmetro à altura do peito de cada árvore (m).

#### 7.2.2.2.2 Volume

A estimativa do volume é uma das principais finalidades dos inventários florestais, principalmente quando estes têm fins comerciais. O volume de um povoamento é geralmente calculado tomando-se uma amostra do mesmo e os valores obtidos são posteriormente extrapolados para o resto da população (SANQUETTA et al., 2006).

A maioria dos Projetos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS apresentados à Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará - SEMA utiliza-se do método do volume cilíndrico, em que o volume real da madeira é obtido pela multiplicação deste pelo fator de forma 0,7 (considerado fator médio para todas as espécies da Amazônia) (FRANCEZ et al., 2010).

O fator de forma pode ser definido como um módulo de redução que deve ser multiplicado pelo produto da área basal (g) com a altura (h), resultando no volume de uma árvore em pé. É um fator que permite corrigir o volume do cilindro para o volume da árvore em pé (FRANCEZ et al., 2010; SANQUETTA et al., 2006). Assim o volume de madeira presente em cada sistema silvicultural estudado foi calculado através da seguinte fórmula:

$$V = g * h * f$$

Onde:

V: volume de madeira ( $m^3 \text{ ha}$ );

g: área basal (m);

h: altura comercial (m);

f: fator de forma (0,7).

### 7.3 Resultados e discussão

#### 7.3.1 Sobrevivência das espécies florestais plantadas

Os resultados da análise de variância e do teste de Tukey a 5% de significância (Tabelas 6 e 7), para a sobrevivência, revelam a existência de diferenças altamente significativas, pois o  $p = 0,000$  (calculado) é  $< 0,01$  (teórico), ou seja, rejeita-se a hipótese nula ( $H_0$ ), há regressão e diferenças significativas entre as médias de sobrevivência nos sistemas analisados.

Tabela 6 - Análise de variância (ANOVA) da taxa de sobrevivência nos quatro sistemas silviculturais analisados ao nível 5% de significância.

Causas da variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F	p
Entre grupos	19179,487	3	6393,162	10,333	0,000
Dentro dos grupos	38979,985	63	618,730		
Total	58159,472	66			

Fonte: Da autora, 2014.

Tabela 7 - Variação da taxa de sobrevivência em cada sistema silvicultural analisado. Canteiro 36 plantas por espécie 1975 (C 75); Canteiro 36 plantas por espécie 1976 (C 76); One Tree Plot 1975 (OTP 75); One Tree Plot 1976 (OTP 76). Número de espécies em cada sistema (N). Valores seguidos da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. Valores seguidos por letras diferentes diferenciam-se entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Sobrevivência	N	Média	Desvio Padrão	Contraste de Médias
C 75	19	9,5	13,3	a
C 76	17	14,3	14,7	ab
OTP 75	11	40,2	37,4	c
OTP 76	20	47,9	31,0	cd
Total	67	27,2	29,7	-

Fonte: Da autora, 2014.

Na Tabela 7 verifica-se que as médias de sobrevivência não diferenciaram entre os sistemas Canteiro 75 e 76; e entre os sistemas OTP 75 e OTP 76. No entanto, as médias de sobrevivência foram diferentes entre os sistemas Canteiros e OTP's devido à alta taxa de mortalidade das plantas nos sistemas Canteiros, e a maior taxa de sobrevivência nos sistemas OTP's. O maior índice de sobrevivência encontrado foi para o sistema OTP 76 (47,9%); e o menor foi para o sistema Canteiro 75 (9,5%).

O sistema Canteiro 36 plantas por espécies ano 1975, apresentou a menor taxa de sobrevivência (9,5 %) entre todos os sistemas estudados (Tabela 8). Das 19 espécies florestais plantadas, nove apresentaram 100% de mortalidade, sendo elas: *Buchenavia* spp., *Eucalyptus* spp., *Maquira coriacea* (H.Karst.)C.C.Berg, *Platymiscium trinitatis* Benth., *Pseudopiptadenia suaveolens* (Miq.) J.W. Grimes, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, *Tachigali paraensis* (Huber) Barneby, *Terminalia ivorensis* A. Chev., *Triplaris weigeltiana* (Rchb.) Kuntze.

Dentre as espécies que apresentaram 100% de mortalidade, as espécies *Eucalyptus* spp., *Tachigali paraensis* (Huber) Barneby, e *Terminalia ivorensis* A. Chev. sofreram desbaste seletivo no ano de 1977. Além destas, a espécie *Parkia gigantocarpa* Ducke (30,0% sobrevivência), também sofreu desbaste seletivo no mesmo ano. Destas espécies, vale ressaltar que *Eucalyptus* spp. e *Terminalia ivorensis* A. Chev. são espécies exóticas.

A espécie *Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth apresentou maior taxa de sobrevivência (45,0%), sendo esta uma espécie pertencente ao grupo ecológico das tolerantes, que apresentam alta longevidade. A espécie *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. apresentou a menor da taxa de sobrevivência (1,3%), sendo esta uma espécie intolerante, que segundo Whitmore (1990) possui um curta longevidade. Todas as espécies que apresentaram 100% de mortalidade pertencem ao grupo ecológico de espécies intolerantes a sombra.

Das espécies estudadas neste sistema, 14 são intolerantes a sombra, quatro são tolerantes e uma espécie, *Maquira coriacea* (H.Karst.) C.C.Berg, não pode ser identificada por não haver dados sobre a mesma na literatura, referentes ao grupo ecológico ao qual pertence.

Tabela 8 – Espécies florestais plantadas. Grupo ecológico (GE): tolerante (To), intolerante (It) e indefinido (In). Número de mudas plantadas (N). Percentagem de sobrevivência (S%) 38 anos após o plantio de 19 espécies no sistema silvicultural Canteiro 36 plantas por espécie 1975.

Espécie	GE	N	S (%)
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	To	80	45,0%
<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	It	80	30,0%
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	It	80	25,0%
<i>Genipa americana</i> L	It	80	23,8%
<i>Virola michelii</i> Heckel	To	80	18,8%
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	It	80	16,3%
<i>Spondias mombin</i> L.	To	80	11,3%
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	It	80	7,5%
<i>Dalbergia spruceana</i> (Benth.) Benth.	To	80	2,5%
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	It	80	1,3%

<i>Buchenavia</i> spp.	It	80	0,0%
<i>Eucalyptus</i> spp.	It	80	0,0%
<i>Maquira coriacea</i> (H.Karst.) C.C.Berg	In	80	0,0%
<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.	It	80	0,0%
<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J.W. Grimes	It	80	0,0%
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby	It	80	0,0%
<i>Tachigali paraensis</i> (Huber) Barneby	It	80	0,0%
<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	It	80	0,0%
<i>Triplaris weigeltiana</i> (Rchb.) Kuntze	It	80	0,0%
<b>Total</b>		<b>1520</b>	<b>9,5%</b>

Fonte: Da autora, 2014.

O sistema Canteiro 36 plantas por espécies ano 1976 apresentou a segunda menor taxa de sobrevivência (14,3%), entre os sistemas silviculturais analisados (Tabela 9). Das 17 espécies florestais plantadas, sete tiveram 100% de mortalidade sendo elas: *Bellucia grossularioides* (L.) Triana, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr., *Terminalia ivorensis* A. Chev., *Trema micrantha* (L.) Blume, *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch., *Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers.

Dentre as espécies que obtiveram 100% de mortalidade, duas sofreram desbaste seletivo em 1980: *Terminalia ivorensis* A. Chev., *Vismia baccifera* (L.) Triana&Planch. Algumas espécies sobreviventes também sofreram desbaste seletivo no mesmo ano: *Cordia goeldiana* Huber (31,3% de sobrevivência), *Bagassa guianensis* Aubl. (28,8% de sobrevivência), *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin (26,3% de sobrevivência), *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl.) W.H.G. Barrett & Golfari (22,5% de sobrevivência), *Eriotheca globosa* (Aubl.) A. Robyns (12,5% de sobrevivência).

A espécie *Aspidosperma desmanthum* Benth. ex Mull. Arg. apresentou maior taxa de sobrevivência (37,5%), sendo esta uma espécie tolerante a sombra. A espécie *Pouteria* spp. apresentou a menor taxa de sobrevivência (1,3%), sendo esta uma espécie intolerante a sombra. Todas as espécies que apresentaram 100% de mortalidade pertencem ao grupo das espécies intolerantes a sombra, que possuem curto período de vida. Das espécies analisadas neste sistema 14 são intolerantes a sombra e três são tolerantes.

Tabela 9 – Espécies florestais plantadas. Grupo ecológico (GE): tolerante (To), intolerante (It) e indefinido (In). Número de mudas plantadas (N). Percentagem de sobrevivência (S%) 37 anos após o plantio de 17 espécies no sistema silvicultural Canteiro 36 plantas por espécie 1976.

Espécies	GE	N	S (%)
<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Mull. Arg.	To	80	37,5%
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	To	80	33,8%
<i>Cordia goeldiana</i> Huber	It	80	31,3%
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	It	80	28,8%
<i>Genipa americana</i> L.	It	80	28,8%
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	It	80	26,3%
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Sénécl.) W.H.G. Barrett & Golfari	It	80	22,5%
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	It	80	20,0%
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A. Robyns	To	80	12,5%
<i>Pouteria</i> spp.	It	80	1,3%
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	It	80	0,0%
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	It	80	0,0%
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	It	80	0,0%
<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	It	80	0,0%
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	It	80	0,0%
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	It	80	0,0%
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	It	80	0,0%
Total		1360	14,3%

Fonte: Da autora, 2014.

As espécies componentes do sistema One Tree Plot ano 1975, apresentaram a segunda maior taxa de sobrevivência (40,2%) entre os sistemas estudos (Tabela 10). Das 11 espécies florestais plantadas, quatro apresentaram 100% de mortalidade, sendo elas: *Neolamarckia cadamba* (Roxb.) Bosser, *Ormosia smithii* Rudd, *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq, *Terminalia ivorensis* A. Chev.

A espécie que apresentou maior taxa de sobrevivência (83,3%) foi *Dinizia excelsa* Ducke, considerada intolerante à sombra. A espécie *Byrsonima aerugo* Sagot apresentou a menor taxa de sobrevivência (8,3%), sendo esta uma espécie também intolerante. Com exceção da espécie *Ormosia smithii* Rudd, cujo grupo ecológico não foi identificado neste estudo, todas as espécies que apresentaram 100% de mortalidade, pertencem ao grupo das espécies intolerantes a sombra. Das espécies analisadas neste sistema, oito são intolerantes à sombra, duas são tolerantes e uma, *Ormosia smithii* Rudd, não teve o grupo ecológico identificado.

Tabela 10 – Espécies florestais plantadas. Grupo ecológico (GE): tolerante (To), intolerante (It) e indefinido (In). Número de mudas plantadas (N). Percentagem de sobrevivência (S%) 38 anos após o plantio de 11 espécies no sistema silvicultural OneTree Plot 1975.

Espécies	GE	N	S (%)
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	It	12	83,3%
<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr	It	12	75,0%
<i>Genipa americana</i> L.	It	12	75,0%
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	To	12	75,0%
<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	To	12	66,7%
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	It	12	58,3%
<i>Byrsonima aerugo</i> Sagot	It	12	8,3%
<i>Neolamarckia cadamba</i> (Roxb.) Bosser	It	12	0,0%
<i>Ormosia smithii</i> Rudd	In	12	0,0%
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq	It	12	0,0%
<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	It	12	0,0%
Total		132	40,2%

Fonte: Da autora, 2014.

O sistema One Tree Plot ano 1976 apresentou a maior taxa de sobrevivência (47,9%), entre todos os sistemas estudados (Tabela 11). Das 20 espécies florestais plantadas, apenas duas sofreram 100% de mortalidade: *Adenantha pavonina* L. e *Terminalia ivorensis* A. Chev., sendo estas espécies intolerantes a sombra.

A espécie *Genipa americana* L apresentou a maior taxa de sobrevivência, com 100% de indivíduos vivos, sendo esta uma espécie intolerante à sombra. A espécie *Lecythis lurida* (Miers) S.A. Mori, apresentou a menor taxa de sobrevivência (8,3%), sendo esta uma espécie tolerante a sombra. Das espécies analisadas neste sistema, 14 são intolerantes e 6 são tolerantes a sombra.

Tabela 11 – Espécies florestais plantadas. Grupo ecológico (GE): tolerante (To), intolerante (It) e indefinido (In). Número de mudas plantadas (N). Percentagem de sobrevivência (S%) 37 anos após o plantio de 20 espécies no sistema silvicultural One Tree Plot 1976.

Espécies	GE	N	S (%)
<i>Genipa americana</i> L	It	12	100,0%
<i>Protium robustum</i> (Swart) D.M. Porter	To	12	83,3%
<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J.W. Grimes	It	12	83,3%
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	It	12	75,0%
<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	It	12	75,0%
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	It	12	75,0%
<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	It	12	66,7%
<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	To	12	66,7%
<i>Chamaecrista ensiformis</i> var. <i>plurifoliolata</i> (Hoehne) H. S. Irwin & Barneby	It	12	58,3%

<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	It	12	58,3%
<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	It	12	58,3%
<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	To	12	41,7%
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	It	12	33,3%
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	It	12	25,0%
<i>Astronium graveolens</i> Jack	It	12	16,7%
<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	To	12	16,7%
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	To	12	16,7%
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	To	12	8,3%
<i>Adenanthera pavonina</i> L.	It	12	0,0%
<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	It	12	0,0%
Total		240	47,9%

Fonte: Da autora, 2014.

Os resultados evidenciam que o sistema que apresentou maior percentagem de sobrevivência (47,9%), foi o sistema One Tree Plot ano 1976, e o que apresentou menor percentagem de sobrevivência foi o sistema Canteiro 36 plantas por espécies ano 1975 (9,5%).

Entre as espécies, a que apresentou maior percentagem de sobrevivência foi *Genipa americana* L (100%), que se encontra no sistema silvicultural OTP 1976, e as que obtiveram menor percentagem de sobrevivência foram *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. e *Pouteria* spp. (1,3% cada) presentes nos sistemas silviculturais Canteiro 1975 e 1976, respectivamente. Com exceção de *Maquira coriacea* (H.Karst.) C.C.Berg e *Ormosia smithii* Rudd, que não tiveram seu grupo ecológico identificado, todas as outras espécies que obtiveram 100% de mortalidade em todos os sistemas silviculturais analisados, pertencem ao grupo ecológico das espécies intolerantes à sombra.

*G. americana* L. tem origem na América Central e no Brasil ocorre de forma subespontânea, de São Paulo até o Amazonas, principalmente na região litorânea. É uma espécie de importância econômica, tanto pela sua essência florestal, madeireira, propriedades medicinais, quanto pela produção de alimentos. É bem adaptada a solos úmidos, produz frutos com pouco ou nenhum insumo, podendo ser comercializado a preços acessíveis (SOUZA, 2007).

A sobrevivência média de *G. americana* L. foi de 77,93% aos 36 meses após o plantio em um experimento em Cruz das Almas - BA (SANTOS; SOUZA; SILVA, 2012). Segundo os autores, isso indica que a espécie encontrou condições favoráveis para expressar o seu potencial de adaptação ecológica nas condições edafocológicas de cultivo. O mesmo pode ser afirmado quanto a adaptação desta mesma espécie na área do sistema silvicultural OTP

1976, onde *G. americana* L. apresentou 100% de sobrevivência aos 37 anos de idade, demonstrando assim que a espécie encontrou melhores condições edafocológicas para seu desenvolvimento do que no referido estudo.

Passados 10 anos do plantio de frutíferas nativas do Cerrado, em Planaltina - DF, Sano e Fonseca (2003) constataram que *Genipa americana* L., assim como no presente estudo, estava entre as três espécies que apresentaram maior índice de sobrevivência, sendo elas *Dipteryx alata* Vog. (96%), *Hymenae stigonocarpa* (88%) e *Genipa americana* L. (85%). Já as espécies *Annona crassiflora* Mart. e *Caryocar brasiliense* Camb., obtiveram os menores índices de sobrevivência (22% e 18% respectivamente).

Gomes et al. (2010) ao avaliar o plantio de espécies florestais em clareiras no município de Paragominas – PA, aos 11 meses e 16 dias após o plantio, observou que a maioria das espécies plantadas alcançou alta sobrevivência no período estudado, principalmente por serem espécies consideradas intolerantes à sombra, portanto, segundo os autores, bem adaptadas às condições ambientais proporcionadas pelas clareiras. Como já mencionado anteriormente, espécies pioneiras ou intolerantes à sombra, demandam por luz, e geralmente apresentam bom desenvolvimento quando plantadas em áreas abertas (POGGIANI; BRUNI; BARBOSA, 1992; WHITMORE, 1990).

A espécie *Pseudopiptadenia suaveolens* (Miq.) J.W. Grimes foi a espécie que apresentou o maior índice de sobrevivência (100%) no estudo de Gomes et al. (2010), diferindo portanto dos resultados do presente estudo, onde esta mesma espécie alcançou 100% de mortalidade.

Outra espécie que também foi indicada para o plantio por Gomes et al. (2010) foi *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (92% de sobrevivência). No entanto, no presente estudo, esta espécie também apresentou 100% de mortalidade, evidenciando que a mesma não possui alta longevidade, e que sua taxa de sobrevivência, diminui com a idade. Este fato também foi constatado por Gomes et al. (2010), que afirmam que em projetos realizados em Dom Eliseu – PA com essa espécie, a sobrevivência aos cinco anos de idade foi de 95% e aos seis anos foi de 93%. Por apresentar rápido crescimento, o ciclo de corte desta espécie está geralmente entre seis e sete anos de idade (VIDAURRE, 2010).

A competição por água, luz, nutrientes e espaço também é um fator que pode ter contribuído para a alta mortalidade das espécies, principalmente nos sistemas Canteiros 36 plantas por espécie, que apresentaram menor porcentagem de sobrevivência (9,5% para o ano de 1975 e 14,3% para o ano de 1976) que os sistemas OTPs (40,2% para o ano de 1975 e 47,9% para o ano 1976). Nos sistemas Canteiros foram plantados um número maior de mudas

(3789 para o ano de 1975 e 3240 para o ano de 1976) em espaçamentos menores (1,5 x 1,5m). Nos sistemas OTPs, foram plantadas menor número de mudas (132 para o ano de 1975 e 240 para o ano de 1976) em espaçamentos maiores (3,0 x 3,0m). Esta competição é ainda maior quando se considera que a mesma ocorre entre as espécies florestais plantadas e entre estas e a vegetação espontânea presente na área.

Leite, Nogueira e Moreira (2006) e Sousa (2011) afirmam que maiores espaçamentos apresentam porcentagem de sobrevivência maior que espaçamentos menores, resultado semelhante ao encontrado para o presente estudo.

Competição pode ser definida como uma redução no desempenho, devido ao uso compartilhado de um recurso que tem suprimento limitado. Pode afetar indivíduos vegetais em todos os estágios da vida e seus efeitos podem ter um impacto maior sobre populações, comunidades ou paisagens. A competição entre indivíduos pode reduzir a biomassa vegetal e a taxa de crescimento dos mesmos, assim como diminuir sua capacidade de sobrevivência e reprodução (GUREVITCH; SCHEINER; FOX, 2009). Esta afirmação pode explicar a alta mortalidade de espécies encontradas para os sistemas Canteiros, onde a competição dentro e entre as espécies provavelmente foi maior devido ao menor adensamento e ao maior número de mudas plantadas nestes sistemas.

A competição por nutrientes é um dos principais fatores que regulam o tamanho e distribuição das populações arbóreas nos ecossistemas florestais da Amazônia, dada sua escassez na maioria dos solos da região (LIMA et al., 2003).

Das 67 espécies florestais plantadas e distribuídas nos quatro sistemas silviculturais, 22 tiveram 100% de mortalidade, não sendo indicadas para a recomposição de Área de Reserva Legal nos sistemas utilizados.

Machado (1979) afirma que estudos sobre a taxa de mortalidade são muito importantes para realização de predições sobre o crescimento e a produção em um povoamento florestal. Segundo este autor a mortalidade é muito variável porque pode ser causada por diversos fatores, tais como doenças, animais, clima, ambiente e pela competição natural que começa a certa idade do povoamento. Este último fator pode ser evitado através de tratamentos culturais no início do povoamento e através de desbastes posteriormente. Os demais fatores podem ser amenizados, porém seu controle é mais difícil porque são imprevisíveis.

Assim uma solução viável para o problema da alta mortalidade encontrada para algumas espécies neste estudo seria a realização do desbaste seletivo ao longo do processo de recomposição. A madeira proveniente do desbaste poderia ser comercializada ao longo deste

período, gerando retorno econômico ao produtor. Além disso, com a realização do desbaste seletivo, o crescimento das espécies remanescentes seria beneficiado.

### 7.3.2 Crescimento das espécies florestais plantadas

Os resultados da ANOVA para médias de DAP (Tabela 12) evidenciam que não foram encontradas diferenças significativas a 5% de significância, pois o  $p = 0,926$  (calculado) é  $> 0,05$  (teórico), ou seja, não se rejeita a hipótese nula ( $H_0$ ), não há diferenças significativas entre as médias de DAP nos sistemas analisados.

Tabela 12 - Análise de variância (ANOVA) para diâmetro a altura do peito (DAP) para os quatro sistemas silviculturais analisados ao nível 5% de significância.

Causas da variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F	p
Entre grupos	86,903	3	28,968	0,154	0,926
Dentro dos grupos	7699,375	41	187,790		
Total	7786,278	44			

Fonte: Da autora, 2014.

De acordo com o teste F, foram encontradas diferenças significativas, ao nível de 5% de significância entre as médias de altura total (Tabela 13), entre os quatro sistemas analisados, pois  $p = 0,026$  (calculado) é  $\leq 0,05$  e  $\geq 0,01$  (teórico), ou seja, rejeita-se a hipótese nula ( $H_0$ ).

Tabela 13 - Análise de variância (ANOVA) para altura total (HT) nos quatro sistemas silviculturais analisados ao nível 5% de significância.

Causas da variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F	p
Entre grupos	220,316	3	73,439	3,414	0,026
Dentro dos grupos	881,993	41	21,512		
Total	1102,309	44			

Fonte: Da autora, 2014.

As médias de altura total (HT) não diferiram entre os sistemas Canteiro 75, Canteiro 76 e OTP 75 (Tabela 14). No entanto, houve diferenças significativas entre o sistema Canteiro 75, que apresentou a menor média de altura total (15,0m) e OTP 76, que apresentou a maior média de altura total (20,8m).

Tabela 14 - Variação da altura total (HT) em cada sistema silvicultural analisado. Canteiro 36 plantas por espécie 1975 (C 75); Canteiro 36 plantas por espécie 1976 (C 76); One Tree Plot 1975 (OTP 75); One Tree Plot 1976 (OTP 76). Número de espécies em cada sistema (N). Valores seguidos da mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. Valores seguidos por letras diferentes diferenciam-se entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Crescimento	N	Média	Desvio Padrão	Contraste de Médias
C 75	10	15,0	4,1	a
C 76	10	19,5	4,8	ab
OTP 75	7	18,9	4,3	abc
OTP 76	18	20,8	4,9	bcd
Total	45	18,9	5,0	-

Fonte: Da autora, 2014.

O sistema Canteiro 75 apresentou a maior média de crescimento em DAP (24,27cm) e menor média de crescimento em altura total (15,04m) como pode ser observado na Tabela 15. A espécie *Parkia gigantocarpa* Ducke apresentou as maiores médias de crescimento em DAP (63,02cm) e altura total (24,27m). A espécie *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. apresentou a menor média de crescimento em DAP (11,11cm) e a espécie *Dalbergia spruceana* (Benth.) Benth. apresentou a menor média de crescimento em altura total (11,25m).

Tabela 15 – Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (HT) das espécies florestais para o sistema Canteiro 36 plantas por espécie ano 1975.

Espécie	Média DAP (cm)	Média HT (m)
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	15,47	13,85
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	12,94	12,75
<i>Dalbergia spruceana</i> (Benth.) Benth.	14,05	11,25
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	11,11	11,93
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	42,62	19,95
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	18,30	16,00
<i>Genipa americana</i> L	12,71	12,03
<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	63,02	24,27
<i>Spondias mombin</i> L.	33,64	13,78
<i>Virola michelii</i> Heckel	18,81	14,60
Total	24,27	15,04

Fonte: Da autora, 2014.

O sistema Canteiro 76 apresentou a menor média de crescimento em DAP (20,86cm) e a segunda maior média em crescimento em altura total (19,48m) entre os quatro sistemas silviculturais estudados (Tabela 16). A espécie *Pinus caribaea var. hondurensis* (Sénécl.) W.H.G. Barrett & Golfari apresentou a maior média de crescimento em DAP (34,67cm) e

altura total (28,47m). A espécie *Laetia procera* (Poepp.) Eichler apresentou a menor média de DAP (12,95cm) e a espécie *Pouteria* spp. a menor média de crescimento em altura (14,30m).

Tabela 16 – Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (HT) das espécies florestais para o sistema Canteiro 36 plantas por espécie ano 1976.

Espécie	Média DAP (cm)	HT (m)
<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Mull. Arg.	19,24	21,97
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	22,28	20,07
<i>Cordia goeldiana</i> Huber	21,25	19,95
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	13,16	16,21
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A. Robyns	23,67	16,82
<i>Genipa americana</i> L.	14,10	14,89
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	12,95	16,08
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Sénécl.) W.H.G. Barrett & Golfari	34,67	28,47
<i>Pouteria</i> spp.	14,00	14,30
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	33,27	26,00
Total	20,86	19,48

Fonte: Da autora, 2014.

O sistema One Tree Plot ano 1975 apresentou a terceira melhor média de crescimento em DAP (22,31cm) e altura total (18,88m) (Tabela 17). A espécie *Dinizia excelsa* Ducke apresentou as maiores médias de DAP (47,84cm) e altura total (25,41m). A espécie *Byrsonima aerugo* Sagot apresentou as menores médias de DAP (9,50cm) e altura total (11,00m).

Tabela 17 – Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (HT) das espécies florestais para o sistema One Tree Plot ano 1975.

Espécie	Média DAP (cm)	HT (m)
<i>Byrsonima aerugo</i> Sagot	9,50	11,00
<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr	23,56	20,62
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	47,84	25,41
<i>Genipa americana</i> L.	20,78	18,37
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	14,41	18,77
<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	21,00	19,76
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	19,10	18,24
Total	22,31	18,88

Fonte: Da autora, 2014.

O sistema One Tree Plot ano 1976 apresentou a segunda maior média de crescimento em DAP (24,12cm) e a maior média de crescimento em altura (20,85m) entre todos os sistemas analisados (Tabela 18). A espécie *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg apresentou as

maiores médias de crescimento em DAP (56,68cm) e altura total (31,62m). A espécie *Astronium graveolens* Jack apresentou a menor média de crescimento em DAP (10,25cm) e a espécie *Alexa grandiflora* Ducke apresentou a menor média de crescimento em altura total (15,03m).

Tabela 18 – Médias de diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (HT) das espécies florestais para o sistema One Tree Plot ano 1976.

Espécie	Média DAP (cm)	Média HT (m)
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	12,46	15,03
<i>Astronium graveolens</i> Jack	10,25	15,40
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	27,80	21,08
<i>Chamaecrista ensiformis</i> var. <i>plurifoliolata</i> (Hoehne) H.S.Irwin & Barneby	43,73	26,34
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	17,05	19,25
<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	39,00	27,03
<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	25,04	21,63
<i>Genipa americana</i> L	17,72	16,93
<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	14,46	21,80
<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	10,45	15,25
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	14,80	16,80
<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	56,68	31,62
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	17,66	17,52
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	13,85	22,35
<i>Protium robustum</i> (Swart) D.M. Porter	20,25	17,66
<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J.W. Grimes	20,51	21,50
<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	54,80	29,24
<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	17,70	18,80
Total	24,12	20,85

Fonte: Da autora, 2014.

O sistema One Tree Plot ano 1976 apresentou a maior média em altura total (20,8m) e o sistema Canteiro 1975 a menor (15,0m).

Muitos estudos afirmam que o crescimento em diâmetro de espécies florestais é beneficiado em espaçamentos maiores (CARDOSO, 1989; LEITE; NOGUEIRA; MOREIRA, 2006; SCOLFORO, 1997), no entanto este fato não foi observado para o presente estudo, uma vez que não houve diferenças significativas quanto ao crescimento em diâmetro entre os sistemas silviculturais analisados. No entanto, o crescimento em altura total foi beneficiado pelo maior espaçamento (3,0 x 3,0m) no sistema OTP 1976 que apresentou a maior média de altura total. Resultados semelhantes a estes também foram encontrados por Sousa (2011), Rondon (2002) e Leles et al. (2001).

Entre as espécies, considerando todos os sistemas analisados, *Parkia gigantocarpa* Ducke, presente no sistema Canteiro 1975, apresentou a maior média de crescimento em DAP (63,02cm) e *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg, presente no sistema OTP 1976, apresentou a maior média de crescimento em altura total (31,62m). A espécie *Byrsonima aerugo* Sagot, presente no sistema OTP 1975, apresentou as menores médias de DAP (9,50cm) e altura total (11,00m) entre todos os sistemas estudados.

*Parkia gigantocarpa* Ducke é uma árvore gigante podendo alcançar até 154cm de DAP e 40m de altura. Ocorre em mata de terra firme e várzea alta, em solo argiloso. É mais conhecida no baixo Amazonas, no Pará, mas ocorre esporadicamente na Amazônia inteira. Sua madeira é leve e apresenta boas características para produção de celulose, sendo utilizada especialmente para caixotaria, brinquedos, laminados e compensados. Também pode ser utilizada em construção geral, assoalho, marcenaria, taboados e móveis populares (CARVALHO, 2010; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2004).

Essa espécie possui potencial para projetos de reflorestamento e é muito importante para recuperação de áreas de preservação permanente, principalmente por seu rápido crescimento e boa adaptabilidade em plantio (CARVALHO, 2010; MIRANDA et al., 2012).

Aos três anos de idade, *Parkia gigantocarpa* Ducke já apresentava dominância apical perfeita e uniformidade de crescimento relativamente boa, com quase todos os indivíduos alcançando o teto do maciço florestal na área do presente estudo (CARVALHO FILHO; MARQUES, 1979).

*Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg é uma espécie exótica que possui alto valor comercial na África, de onde é originária. No entanto, devido à exploração desenfreada e má regeneração, esta espécie encontra-se em extinção nesta região e protegida por lei. A espécie possui valor na medicina tradicional, sendo utilizada no tratamento de cerca de 45 doenças. Além disso, produz madeira de alta qualidade, usada em carpintaria e marcenaria para fazer mesas, cadeiras, portas e janelas. A madeira também é utilizada na escultura para entalhadura e na construção de canoa (BOSU et al., 2006; OUINSAVI; SOKPON; BADA, 2005).

*Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg já apresentava crescimento e forma satisfatórios, com dominância apical aos quatro anos de idade, na área do presente estudo de acordo com Yared e Carpanezzi (1982). As sementes dessa espécie, utilizadas neste estudo são provenientes da Costa do Marfim.

Em um estudo realizado por Tonini, Oliveira Jr. e Schwengber (2008) em Roraima, com seis espécies nativas da Amazônia, nove anos após o plantio, o *Jacaranda copaiba* (Aubl.) D. Don apresentou superioridade no crescimento em diâmetro (20,7cm) e altura

(17,7m). *Carapa guianensis* Aubl. apresentou o menor crescimento em diâmetro (10,9cm) e *Goupia glabra* Aubl., o menor crescimento em altura (9,7m), entre as espécies analisadas. Nenhuma destas espécies foram utilizadas no momento da implantação do presente estudo.

Avaliando um plantio com 19 espécies florestais, com idades diferentes (sete, seis e cinco anos) em Roraima, Tonini et al. (2006), observaram que aos sete anos de idade a espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby procedente de Rondônia apresentou a maior média de crescimento em DAP (18,9cm) e altura (20,8m) e *Carapa guianensis* Aubl. apresentou as menores médias de DAP (10,3cm) e altura (9,06m). No entanto, como já discutido anteriormente, apesar do bom desenvolvimento nos primeiros anos de plantio e do rápido crescimento *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby não possui alta longevidade, e sua taxa de sobrevivência, diminui com a idade, como por exemplo, no presente estudo, onde a mesma apresentou 100% de mortalidade aos 38 anos de idade no sistema silvicultural Canteiro 1975.

Aos seis anos, a espécie *Sclerolobium paniculatum* Vogel apresentou maior média de DAP (17,8cm) e a espécie *Eucalyptus urograndis* variedade 1270 a maior média de altura (22,8m). A espécie *Centrolobium paraense* Tul apresentou a menor média de DAP (7,3cm) *Torresea acreana* Ducke a menor média de altura (3,4m). Nenhuma destas espécies foram utilizadas no momento da implantação do presente estudo, no entanto, a única espécie do gênero *Eucalyptus* utilizada neste estudo, no sistema silvicultural Canteiro 1975, apresentou 100% de mortalidade aos 38 anos de idade.

Aos cinco anos, a espécie *Parkia multijuga* Benth. apresentou a maior média de DAP (12,3cm) e a espécie *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don a maior média de altura (7,6m). A espécie *Bertholletia excelsa* Bonpl. apresentou as menores médias de DAP (8,5cm) e altura (5,9m). A espécie *Parkia multijuga* Benth. também foi utilizada no plantio do sistema silvicultural OTP 1976 deste estudo. No presente estudo, esta espécie apresentou média de DAP de 17,66cm e média de altura total de 17,52m aos 37 anos de idade.

### 7.3.3 Influência da precipitação sobre o crescimento inicial das espécies florestais

Os resultados das análises de Incremento Periódico em altura total e precipitação mensal acumulada são apresentados na Tabela 19:

Tabela 19 – Incremento Periódico em altura total (IP) e Precipitação Mensal Acumulada (PMA) para cada sistema silvicultural de acordo com seus respectivos períodos de medição. 1976\*: refere-se a segunda medição realizada em 1976.

Sistema	Período	IP (m)	PMA (mm)
C 75	1976 - 1975	13,00	981,2
	1976* - 1976	15,37	608,2
	1977 - 1976*	11,82	1150,6
	1978 - 1977	8,38	1630,8
	1979 - 1978	23,43	2125,2
C 76	1977 - 1976	6,99	453,4
	1978 - 1977	26,97	1938,8
	1979 - 1978	30,25	2305,5
	1980 - 1979	34,21	2201,4
OTP 75	1976 - 1975	4,43	981,2
	1976* - 1976	5,66	608,2
	1977 - 1976*	8,86	1150,6
	1978 - 1977	13,06	1630,8
	1979 - 1978	16,37	2125,2
OTP 76	1980 - 1979	25,00	2363,4
	1977 - 1976	6,84	453,4
	1978 - 1977	40,50	3177,8
	1979 - 1978	16,82	1066,5
	1980 - 1979	30,43	2201,4

Fonte: Da autora, 2014.

Com exceção do Canteiro 75, todas as correlações encontradas foram significativas a 5% de significância (Tabela 20). A maior correlação encontrada foi para o sistema OTP 76 ( $r = 0,996$ ) e a menor correlação encontrada foi para o Canteiro 75 ( $r = 0,422$ ).

Todas as correlações foram positivas, evidenciando que há dependência estatística linear entre as variáveis analisadas. Para os sistemas Canteiro 76, OTP 75 e OTP 76, as correlações encontradas evidenciaram que o crescimento em altura total das espécies nos sistemas silviculturais estudados pode ser mais influenciado pela precipitação ocorrente na área, ou seja, quanto maior o volume de precipitação, maior é o incremento periódico em altura total, o que favorece o crescimento das árvores nos sistemas. No entanto a influência da precipitação é menor sobre o crescimento em altura total das espécies que compõem o sistema Canteiro 75 ( $r = 0,422$ ).

Tabela 20 – Correlação de Pearson entre incremento periódico em altura total e precipitação. Canteiro 36 plantas por espécie ano 1975 (C 75); Canteiro 36 plantas por espécie ano 1976 (C 76); One Tree Plot ano 1975 (OTP 75); One Tree Plot ano 1976 (OTP 76). \*Correlação é significativa ao nível de 0,05. \*\*Correlação é significativa ao nível de 0,01.

Sistemas	Correlação de Pearson	Significância
C 75	0,422	0,479
C 76	0,983*	0,017
OTP 75	0,943**	0,005
OTP 76	0,996**	0,004

Fonte: Da autora, 2014.

Kaniesk et al. (2012), realizando a correlação de Pearson para crescimento (diâmetro) de seis espécies florestais presentes no dossel e variáveis climáticas (precipitação e temperatura), em Araucária – Paraná, observaram que a 5% de significância a variável climática que mais influenciou no crescimento foi a temperatura. A correlação entre precipitação e crescimento variou de  $r = 0,009$  a  $0,257$  (correlação fraca) para valores positivos, apresentando também correlações negativas  $r = -0,21$  (correlação fraca), sendo que nenhuma das correlações encontradas por estes autores entre crescimento e precipitação foi significativa a 5% de significância, diferindo assim dos resultados encontrados para o presente estudo, onde todas as correlações foram significativas a 5% de significância, com exceção do sistema Canteiro 75.

Avaliando os efeitos das variáveis climáticas sobre o crescimento de *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia*, Machado et al. (2014), observaram que a espécie *Araucaria angustifolia* apresentou baixa correlação tanto entre o incremento corrente mensal em diâmetro e precipitação ( $r = 0,15$ ), quanto para incremento corrente mensal em altura e precipitação ( $r = 0,18$ ), evidenciando que esta espécie não é muito influenciada pela precipitação, ou seja, o oposto do que ocorreu no presente trabalho.

Já a espécie *Pinus taeda* apresentou correlação moderada para estes mesmos parâmetros, sendo  $r = 0,32$  e  $r = 0,36$ , respectivamente, evidenciando que esta espécie é mais sensível a variação de precipitação. Ainda foi possível observar que o diâmetro para ambas as espécies sofreu menor influência das variáveis climáticas do que a altura.

Oliveira et al. (2011) estudando a correlação entre crescimento (incremento anual em diâmetro) de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e precipitação anual em Rio Claro – Rio de Janeiro, observaram que todas as correlações foram positivas e significativas com significância de 1%. As correlações variaram entre  $0,4698$  a  $0,7449$ , evidenciando que o crescimento em diâmetro desta espécie pode ser influenciado pela precipitação, ou seja, quanto maior o volume de chuvas no ano, maiores serão os valores de incremento dessas

árvores, e o crescimento será favorecido. Resultado semelhante pode ser observado no presente trabalho, diferindo apenas a variável utilizada para o crescimento que no caso deste estudo foi a altura total.

Como já mencionado anteriormente, os resultados encontrados, evidenciam que o crescimento das espécies, com exceção no sistema Canteiro 75, pode ser muito influenciado pelo regime de chuvas ocorrentes na região. Assim nos períodos em que houve eventos de El Niño, é possível que o crescimento das espécies tenha sido prejudicado, uma vez que com a ocorrência deste evento há diminuição no regime de precipitação.

O fenômeno “El Niño” é uma ruptura do sistema oceano-atmosfera no Pacífico Tropical tendo importantes consequências para o tempo em todo o globo terrestre. Entre as principais consequências estão o aumento da precipitação no sul da América do Sul, e secas extremas no mesmo período nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil (RIZZI; LOPES; MALDONADO, 2001).

A alteração no regime das precipitações pluviais é um dos fatores de grande importância para a caracterização de climas locais, tornando-se o elemento principal para o adequado crescimento e desenvolvimento de espécies vegetais (RIZZI; LOPES; MALDONADO, 2001).

O Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2001) publicaram um estudo simulando o efeito do El Niño na Floresta Amazônica realizado na Floresta Nacional do Tapajós. Entre as principais consequências estavam a redução do crescimento arbóreo, e conseqüentemente redução da produção de madeira em sistemas de manejo florestal.

#### 7.3.4 Área basal e volume

Para a avaliação da produtividade (área basal e volume) considerou-se três sistemas: Silviagrícola, Canteiro 36 plantas por espécie e One Tree Plot – OTP, tanto para o plantio florestal, como para a vegetação espontânea.

Os resultados da análise da vegetação espontânea, considerando os indivíduos com  $DAP \geq 0,05m$  e  $\leq 0,45m$  (Tabela 21), evidenciaram que em termos de área basal e volume o sistema Silviagrícola apresentou a maior área basal ( $13,7811m^2/ha$ ) e volume ( $84,929776m^3/ha$ ). O sistema OTP apresentou a menor área basal ( $1,6601m^2/ha$ ) e volume ( $8,753396m^3/ha$ ).

Tabela 21 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para a vegetação espontânea com DAP  $\geq 0,05\text{m}$  e  $\leq 0,45\text{m}$  para os três sistemas silviculturais estudados.

DAP $\geq 0,05\text{m}$ e $\leq 0,45\text{m}$		
Sistema	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
Silviagrícola	13,7811	84,929776
Canteiro	8,0996	63,013135
OTP	1,6601	8,753396

Fonte: Da autora, 2014.

Considerando os indivíduos da vegetação espontânea com DAP  $> 0,45\text{m}$  (Tabela 22), o sistema Canteiro apresentou a maior área basal (2,4475m<sup>2</sup>/ha) e volume (29,287152m<sup>3</sup>/ha). O sistema OTP não apresentou indivíduos com DAP  $>$  que 0,45m em sua área.

Tabela 22 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para a vegetação espontânea com DAP  $> 0,45\text{m}$  para os três sistemas silviculturais estudados.

DAP $> 0,45\text{m}$		
Sistema	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
Silviagrícola	1,9602	15,483143
Canteiro	2,4475	29,287152
OTP	0	0

Fonte: Da autora, 2014.

Contrariamente aos resultados de produtividade apresentados para a vegetação espontânea, os resultados de área basal e volume para as espécies plantadas apresentaram como sistema mais produtivo, o sistema OTP, tanto para a classe de indivíduos com DAP  $\geq 0,05\text{m}$  e  $\leq 0,45\text{m}$ , como para os indivíduos com DAP  $> 0,45\text{m}$ , e como sistema menos produtivo o Silviagrícola.

Considerando os indivíduos com DAP  $\geq 0,05\text{m}$  e  $\leq 0,45\text{m}$  (Tabela 23), o sistema OTP foi o mais produtivo com área basal de 16,0643m<sup>2</sup>/ha e volume 95,570192m<sup>3</sup>/ha. Ao contrário do resultado obtido para a vegetação espontânea para os indivíduos pertencentes a essa mesma classe diamétrica, o sistema Silviagrícola foi o menos produtivo com área basal de 3,8133m<sup>2</sup>/ha e volume de 32,908896m<sup>3</sup>/ha.

Tabela 23 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para as espécies florestais plantadas com  $DAP \geq 0,05m$  e  $\leq 0,45m$  para os três sistemas silviculturais estudados.

DAP $\geq 0,05m$ e $\leq 0,45m$		
Sistema	AB (m <sup>2</sup> / ha)	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
Silviagrícola	3,8133	32,908896
Canteiro	6,8429	57,797063
OTP	16,0643	95,570192

Fonte: Da autora, 2014.

Os resultados de produtividade para as espécies florestais plantadas com  $DAP > 0,45m$  (Tabela 24) evidenciaram que o sistema OTP também foi o mais produtivo nesta classe diamétrica com área basal de 21,0898m<sup>2</sup>/ha e volume 128,614078m<sup>3</sup>/ha. O sistema menos produtivo foi o Silviagrícola com área basal de 0,2581m<sup>2</sup>/ha e volume 1,291743m<sup>3</sup>/ha.

Tabela 24 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para as espécies florestais plantadas com  $DAP > 0,45m$  para os três sistemas silviculturais estudados.

DAP $> 0,45m$		
Sistema	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
Silviagrícola	0,2581	1,291743
Canteiro	6,4231	42,249829
OTP	21,0898	128,614078

Fonte: Da autora, 2014.

Considerando a somatória do agregado entre as espécies da vegetação espontânea e espécies plantadas para os indivíduos com  $DAP \geq 0,05m$  e  $\leq 0,45m$  (Tabela 25), o sistema Canteiro apresentou a menor área basal (14,9425m<sup>2</sup>/ha) e o maior volume (120,810198m<sup>3</sup>/ha). O sistema OTP apresentou a maior área basal (17,7244m<sup>2</sup>/ha) e o menor volume (104,323588m<sup>3</sup>/ha).

Tabela 25 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para as espécies da vegetação espontânea e florestais plantadas com  $DAP \geq 0,05m$  e  $\leq 0,45m$  para os três sistemas silviculturais estudados.

DAP $\geq 0,05m$ e $\leq 0,45m$		
Sistema	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
Silviagrícola	17,5944	117,838672
Canteiro	14,9425	120,810198
OTP	17,7244	104,323588

Fonte: Da autora, 2014.

Já para a somatória do agregado entre as espécies da vegetação espontânea e o plantio para os indivíduos com  $DAP > 0,45m$  (Tabela 26), apresentou como sistema menos produtivo

o Silviagrícola com área basal de 2,2183m<sup>2</sup>/ha e volume 16,774886m<sup>3</sup>/ha. O sistema OTP foi o mais produtivo com área basal de 21,0898m<sup>2</sup>/ha e volume de 128,614078m<sup>3</sup>/ha.

Tabela 26 – Área basal (AB) e volume (Vol.) por hectare para as espécies da vegetação espontânea e florestais plantadas com DAP > 0,45m para os três sistemas silviculturais estudados.

DAP > 0,45m		
Sistema	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
Silviagrícola	2,2183	16,774886
Canteiro	8,8706	71,536981
OTP	21,0898	128,614078

Fonte: Da autora, 2014.

Todas as espécies encontradas para a vegetação espontânea e para o plantio florestal com DAP > 0,45m apresentam algum tipo de uso comercial, possuindo valor econômico.

Na vegetação espontânea a espécie que apresentou maior volume/ha foi *Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don (29,287152m<sup>3</sup>/ha), presente no sistema Canteiro; e a espécie que apresentou menor volume foi *Ocotea* spp. 2 (6,708290m<sup>3</sup>/ha), presente no sistema Silviagrícola (Tabela 27).

*Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don apresenta madeira de leve densidade, utilizada em carpintaria, interiores, móveis, laminados, compensados, caixas etc. (MAUÉS, 2006). A madeira de *Ocotea* spp. 2 é utilizada para fabricação de móveis comuns, folhas faqueadas decorativas, rodapés, treliças, tábuas em geral, venezianas, assoalhos, construção naval e cutelaria (REMADE, 2014).

Tabela 27 – Espécies comerciais com DAP > 0,45m presentes na vegetação espontânea e seus respectivos volumes (Vol.) por hectare.

Espécie	Sistema	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Canteiro	29,287152
<i>Ocotea</i> spp. 2	Silviagrícola	6,708290
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin.	Silviagrícola	8,774853

Fonte: Da autora, 2014.

Entre as espécies do plantio florestal, a espécie *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg, presente no sistema OTP, apresentou maior volume/ha (59,964852m<sup>3</sup>/ha); e a espécie *Spondias mombin* L., presente no sistema Canteiro, apresentou o menor volume/ha (0,285941m<sup>3</sup>/ha) (Tabela 28).

*Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg também foi a espécie que apresentou maior média de crescimento em altura total neste estudo. Como já mencionado anteriormente *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg é uma espécie exótica que possui alto valor comercial na África, de onde é originária. Produz madeira de alta qualidade, usada em carpintaria e marcenaria para fazer mesas, cadeiras, portas e janelas. A madeira também é utilizada na escultura para entalhadura e na construção de canoa (BOSU et al., 2006; OUINSAVI; SOKPON; BADA, 2005).

A madeira de *Spondias mombin* L. é bastante utilizada em serviços de marcenaria e carpintaria. Partes da planta como casca e folha, são utilizadas com finalidades medicinais e seu fruto é muito utilizado para preparo de polpas, sucos, picolés, sorvetes, néctares e geleias. (SACRAMENTO; SOUZA, 2000).

Tabela 28 – Espécies comerciais com DAP > 0,45m presentes no plantio florestal e seus respectivos volumes (Vol.) por hectare.

Espécie	Sistema	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	Canteiro	2,443416
<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	Canteiro	32,875223
<i>Spondias mombin</i> L.	Canteiro	0,285941
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Sénécl.) W.H.G. Barrett & Golfari	Canteiro	5,146064
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	Canteiro	1,499184
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	OTP	29,458958
<i>Chamaecrista ensiformis</i> var. <i>plurifoliolata</i> (Hoehne) H.S.Irwin & Barneby	OTP	5,321498
<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	OTP	5,020040
<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	OTP	59,964852
<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	OTP	28,848729
<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Silviagrícola	0,812985
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Silviagrícola	0,478758

Fonte: Da autora, 2014.

Yared (1996) avaliando uma área de floresta secundária em Belterra – Pará, submetida a três distintos sistemas silviculturais, e uma área de floresta primária na Reserva Florestal de Curuá-Uma também submetida a três distintos sistemas silviculturais, observou que a alteração na estrutura interna da área basal, imposta pelos sistemas silviculturais utilizados nos povoamentos manejados, tornou estes povoamentos mais importantes do ponto de vista de produção madeireira, concentrando maior proporção de espécies comerciais.

Este autor também afirma que o volume das espécies potencialmente comercializáveis foi mais elevado nos povoamentos manejados do que nas florestas naturais, mantidas como

controle. Os resultados encontrados por Yared (1996) demonstram a importância da adoção de sistemas silviculturais, utilizando espécies com valor comercial na reposição de áreas alteradas, como por exemplo, na recomposição de Áreas de Reserva Legal, assim como realizada no presente estudo, pois a adoção destes sistemas pode agregar valor a nova floresta.

Silva et al. (1999) avaliando um experimento silvicultural instalado na Floresta Nacional do Tapajós 13 anos após a exploração, seguida de nenhuma atividade silvicultural posterior (pousio), observaram que de um modo geral o povoamento aumentou em área basal, volume e número de indivíduos durante o período de 11 anos de observação. O volume da floresta aumentou 38% entre 1981 e 1992, evidenciando assim que a adoção de sistemas silviculturais adequados, mesmo sem a utilização posterior de tratamentos silviculturais, como também ocorreu no presente estudo, pode aumentar a produtividade em áreas anteriormente alteradas.

#### **7.4 Conclusão**

Considerando a taxa de sobrevivência e as médias de crescimento em DAP e altura total, a ordem decrescente de importância dos sistemas silviculturais estudados é a seguinte: OTP 76 > OTP 75 > Canteiro 76 > Canteiro 75, onde o sistema OTP 76 é o mais indicado para a recomposição de Área de Reserva Legal e o sistema Canteiro 75 é o menos indicado. O maior número de mudas plantadas e o menor espaçamento nos sistemas Canteiros podem ter influenciado para este resultado.

A precipitação influenciou positivamente no crescimento, ou seja, quanto maior o volume de precipitação, maior é o incremento periódico em altura total, conforme verificado pela correlação de Pearson entre incremento periódico em altura total e precipitação.

Para efeitos de exploração na área de Reserva Legal, considerando a produtividade, dos indivíduos com DAP > 0,45m, a ordem de importância decrescente dos sistemas silviculturais é a seguinte: OTP > Canteiro > Silviagrícola, onde o sistema OTP influenciou para a maior produtividade das espécies e o sistema silviagrícola influenciou para a menor produtividade.

A adoção de sistemas silviculturais é benéfica para a recomposição de Áreas de Reserva Legal, pois por meio destes sistemas é possível incorporar a nova composição florestal espécies de valor comercial no momento do plantio, agregando valor a área. Além disso, as espécies que compõem a vegetação que regeneram naturalmente na área também

podem possuir valor comercial e ser manejada e comercializada pelo proprietário, assim como as espécies do plantio.

A hipótese deste estudo foi confirmada, pois, há diferença na habilidade competitiva das espécies em plantios florestais quando associadas à vegetação espontânea, em relação à sobrevivência, crescimento e produção madeireira.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO GERAL

Todas as hipóteses levantadas neste estudo foram confirmadas uma vez que os sistemas silviculturais analisados apresentaram semelhança entre si e alta diversidade, apesar dos diferentes arranjos de espécies florestais adotados em cada sistema silvicultural. Além disso, as espécies do plantio florestal associadas à vegetação espontânea, apresentaram diferenças competitivas com relação a sobrevivência, crescimento e produção madeireira. Pode-se perceber que a competição entre as espécies foi maior nos sistemas Canteiros, que apresentaram maior número de mudas plantadas em menores espaçamentos, o que resultou em uma maior mortalidade das espécies destes sistemas.

A precipitação influenciou positivamente no crescimento, ou seja, quanto maior o volume de precipitação, maior é o incremento periódico em altura total, conforme verificado pela correlação de Pearson entre incremento periódico em altura total e precipitação.

Para efeitos de exploração na área de Reserva Legal, considerando a produtividade, dos indivíduos com DAP > 0,45m, a ordem de importância decrescente dos sistemas silviculturais é a seguinte: OTP > Canteiro > Silviagrícola. Todas as espécies com DAP > 0,45m encontradas tanto no plantio florestal, quanto na vegetação espontânea apresentam algum valor comercial, reafirmando que é possível agregar valor econômico a áreas alteradas, como Áreas de Reserva Legal, por meio da adoção de sistemas silviculturais adequados para a recomposição destas áreas.

Como não houve diferenças estatisticamente significativas entre os Índices de Shannon – Weaver encontrados para a vegetação espontânea dos três sistemas silviculturais analisados, considerando-se a produtividade dos indivíduos com DAP > 0,45m, o sistema OTP seria o mais indicado para a recomposição de Reserva Legal especificamente sob o ponto de vista florestal e o sistema Silviagrícola, embora com menor produtividade florestal, poderia ser indicado a pequenos produtores por ser associado a cultivos agrícolas.

Os resultados do estudo evidenciam que cerca de 40 anos após o plantio de espécies florestais nos referidos sistemas silviculturais é possível obter alta diversidade na composição florística sob estes plantios, recuperando sua função ecológica e produtiva. Assim, a recomposição da área de Reserva Legal não precisaria ser vista apenas como uma obrigação pelo produtor rural, mas sim como uma alternativa de reposição de áreas degradadas e/ou alteradas, economicamente rentável no futuro.

Finalmente, considerando-se os volumes comerciais encontrados das árvores acima de 45 cm de DAP, especialmente no sistema OTP, com cerca de 40 anos após a recuperação da

Reserva Legal, conclui-se que a área estaria apta para a elaboração de um plano de manejo com a sua consequente exploração de acordo com a legislação vigente, ou seja, podendo-se explorar cerca de 30 m<sup>3</sup> de madeira por hectare.

## REFERÊNCIAS

- AHRENS, S. Sobre a legislação aplicável à restauração de florestas de preservação permanente e de reserva legal. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. da. (Org.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa florestas, 2005. p. 13 – 26.
- ASSIS, G. B. de. Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares no estado de São Paulo (1957 - 2008). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 4, p. 599-609, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012**. 2013. Disponível em <[http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF13/ABRAF13\\_BR.pdf](http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF13/ABRAF13_BR.pdf)>. Acesso em: 29 de jan. 2014.
- AZEVEDO, C. P. de et al. Efeito da exploração de madeira e dos tratamentos silviculturais no agrupamento ecológico de espécies. **Floresta**, Curitiba - PR, v. 38, n. 1, p. 53-69, jan./ mar. 2008.
- BÔAS, O.V.; MAX, J.C.M.; MELO, A.C.G. de. Crescimento comparativo de espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* no município de Marília, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 63-72, jun. 2009.
- BOSU, P. P. et al. Survival and growth of mixed plantations of *Milicia excelsa* and *Terminalia superba* 9 years after planting in Ghana. **Forest Ecology and Management**, v. 233, p. 352-357, 2006.
- BRASIL. Lei n. 12. 651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n<sup>os</sup> 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n<sup>os</sup> 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n<sup>o</sup> 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 25 de maio de 2012.
- BRIENZA JR., S.; KITAMURA, P. C.; DUBOIS, J. **Considerações biológicas e econômicas sobre um sistema de produção silvo-agrícola rotativo na região do Tapajós**. Belém: Embrapa - CPATU, 1983. 22 p. (Boletim de Pesquisa, 50).
- BRIENZA JR., S. et al. Recuperação de áreas degradadas com base em sistema de produção florestal energético-madeireiro: indicadores de custos, produtividade e renda. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, v. 4, n. 7, jul./dez. 2008.
- BROCKERHOFF, E. G. et al. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 5, p. 925 – 951, 2008.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2.ed.Iowa: Wm. C. Brown Company, 1984. 226 p.
- CAMPELLO, E. F. C. et al Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, L. W. V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: Ed da

UFV; SOBRADE, 1998. p. 183 - 196.

CARDOSO, D. J. **Avaliação da influência dos fatores sítio, idade, densidade e posição sociológica na relação hipsométrica para *Pinus taeda* nas regiões central e sudoeste do estado do Paraná.** 1989. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.

CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a restauração e reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. da. (Org.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso.** Colombo: Embrapa florestas, 2005. p. 27 – 46.

CARVALHO, J. O. P. de. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no estado do Pará.** 1982. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1982.

CARVALHO, J. O. P. de. **Manejo de regeneração natural de espécies florestais.** Belém: EMBRAPA – CPATU, 1984. (Documentos, n. 34).

CARVALHO, J. O. P. de. Dinâmica de florestas e sua implicação para o manejo florestal. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO EMBRAPA/DFID, 1999, Belém – PA. **Resumos expandidos...** Belém: Embrapa. CPATU, 1999. p. 174 - 179. (Documentos, 123).

CARVALHO, J. O. P. de. Estrutura de matas altas sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós. In: SILVA, J.N.M; CARVALHO, J.O.P. de; YARED, J.A.G. (Org.). **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p. 277 – 290.

CARVALHO, P. E. R. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais.** Brasília: Embrapa, 2000. p. 251 – 268.

CARVALHO, P. E. R. Fava-Barriguda (*Parkia gigantocarpa*). In: \_\_\_\_\_. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. v. 4. p. 223-230.

CARVALHO FILHO, A. P.; MARQUES, L. C. T. Seleção de espécies promissoras para atividades de reflorestamento em função das características silviculturais: relatório técnico de avaliação preliminar. **Revista Brasil florestal**, n. 37, p. 72-87, jan./mar. 1979.

CHAGAS, G. F. B. das. et al. Impactos da redução da pluviometria na biomassa aérea da Floresta Amazônica. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.16, n.1, p.72–79, 2012.

COELHO, R. de F. R. et al. Análise florística e estrutural de uma floresta em diferentes estágios sucessionais no município de Castanhal, Pará. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 4, p. 563 – 582, 2003.

DANIEL, O. Terminologia e objetivos da implantação de maciços florestais. In: \_\_\_\_\_. **Silvicultura.** Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 2009. p. 1 – 3.

DURIGAN, G. et al. Regeneração natural da vegetação de Cerrado sob florestas plantadas com espécies nativas e exóticas. In: VILLAS, B. O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Instituto Florestal, 2004. p. 349 – 362.

DUTRA, V. F. et al. Diversidade florística de Leguminosae Adans. em áreas de campos rupestres. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 117 - 125, dez. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Espécies arbóreas da Amazônia Nº 11: Fava-atanã, *Parkia gigantocarpa***. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004.

ENCIANAS, J. I.; SILVA, G. F. da; PINTO, J. R. R. Idade e crescimento das árvores. **Comunicações técnicas florestais**, Brasília, v. 7, n. 1, 43 p. 2005.

FARIA, J. C. T. **Crescimento inicial de espécies florestais em plantios mistos em Alegre – ES**. Jerônimo Monteiro – ES, 2012. 49 p.

FERMINO JR., P. C. P. et al. Espécies pioneiras e climáticas da floresta ombrófila densa: anatomia foliar comparada. **Insula**, Florianópolis, n. 33, p. 21-37, 2004.

FIGUEIREDO FILHO, D. B. SILVA JR. J. A. da. Desvendando os mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.

FOWLER, J. A. P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 77 – 100.

FRANCEZ, L. M. de B. et al. **Manual para análise de inventário florestal e equação de volume em Projetos de Manejo Florestal Sustentável – PMFS**. Belém: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2010. 66p.

GALEÃO, R. R. et al. Diagnóstico dos projetos de reposição florestal no estado do Pará. **Rev. ciênc. agrár.**, Belém, n. 45, p. 101-120, jan./jun. 2006

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

GOMES, J. M. et al. Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras causadas pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. **Acta amazônica**, v. 40, n. 1, p. 17-178, 2010.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. Competição e outras interações entre plantas. In: \_\_\_\_\_. **Ecologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 225-256.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2012. Disponível em:

<[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Producao\\_da\\_Extracao\\_Vegetal\\_e\\_da\\_Silvicultura\\_\[anual\]/2012/pevs2012.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_da_Extracao_Vegetal_e_da_Silvicultura_[anual]/2012/pevs2012.pdf)>. Acesso em: 28 de jan. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS ATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Floresta Nacional do Tapajós: Plano de Manejo**. Brasília: IBAMA, 2004. v. 1. Disponível em <[http://agromet.cpatu.embrapa.br/projetos/lucieta-guerreiro-martorano/projetos/robin-flona-tapajos/trabalhos-informacoes\\_gerais/PM\\_V1\\_INFORMACOES%20GERAIS.pdf](http://agromet.cpatu.embrapa.br/projetos/lucieta-guerreiro-martorano/projetos/robin-flona-tapajos/trabalhos-informacoes_gerais/PM_V1_INFORMACOES%20GERAIS.pdf)>. Acesso em 16 de nov. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA - IPAM; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Simulando o efeito do El niño na floresta Amazônica**. 2001. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/biblioteca/livro/Simulando-o-efeito-do-El-Nino-na-Floresta-Amazonica/375>>. Acesso em: 24 de abr. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA; INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL; INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **O Aumento no Desmatamento na Amazônia em 2013: um ponto fora da curva ou fora de controle?** Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/biblioteca/livro/Aumento-no-Desmatamento-na-Amazonia-em-2013-um-ponto-fora-da-curva-ou-fora-de-controle-/736>>. Acesso em: 27 jan. 2014.

KANIESKI, M. R. et al. Influência da precipitação e da temperatura no incremento diamétrico de espécies florestais aluviais em Araucária-PR. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 17-25, jan./mar. 2012.

LAMPRECHT, H. Formações florestais nos trópicos. In:\_\_\_\_\_. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Rossdorf: TZ, 1990. p. 70.

LAMPRECHT, H. O sítio nos trópicos. In:\_\_\_\_\_. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Rossdorf: TZ, 1990. p. 26.

LEITE, H. G.; NOGUEIRA, G. S.; MOREIRA, A. M. Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L. **R. Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.603-612, 2006.

LELES, P. S. S. et al. Crescimento, produção e alocação de matéria seca de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região do Cerrado, MG. **Scientia Forestalis**, n.59, p. 77-87, 2001.

LIMA, J. A. de S. et al. Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical por características de solo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 109-116, jan. 2003.

LOPES, J. do C. A. et al. Composição florística de uma floresta secundária três anos após o corte raso da floresta primária. **Boletim de Pesquisa**, Belém, n. 100, maio 1989.

MACEDO, A. C. **Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993.

MACHADO, S. do A. Estimativa de sobrevivência de *Pinus taeda* em plantios homogêneos. **Floresta**, Curitiba, v.10, n.1, p.73-76, Jun. 1979.

MACHADO, S. do A. et al. Efeito de variáveis climáticas no crescimento mensal de *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* em fase juvenil. **Floresta e ambiente**, v. 21, n. 2, p. 170-181, abr./ jun. 2014.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. 3 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2013. 264 p.

MATTHEWS, J. D. **Silvicultural systems**. Oxford: Clarendon Press, 1994. 283 p.

MATTOS, P. P. de; SEITZ, R. A.; SALIS, S. M. de. Potencial dendroecológico de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo. **Bol. Pesq. Fl. Colombo**, n. 48, p. 93 – 103, jan./jun. 2004.

MAUÉS, M. M. **Estratégias reprodutivas de espécies arbóreas e sua importância para o manejo e conservação florestal**. 2006. 206 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília. 2006.

MELOTTO, A. M. et al. Espécies florestais em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D.J. **Sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**, 2 ed. Brasília – DF: Embrapa, 2012. p. 95 – 119.

MENDES, K. R. **Efeito da sazonalidade da precipitação no crescimento e trocas gasosas em espécies arbóreas numa floresta de terra-firme da Amazônia Central**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

MIRANDA, M. C. de et al. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Parkia gigantocarpa* Ducke. **Ciência da madeira (Braz. J. Wood Sci.)**, Pelotas, v. 3, n. 2, p. 55-65, nov. 2012.

MIRANDA NETO, A. et al. Estrato de regeneração natural de uma floresta restaurada com 40 anos. **Pesq. Flor. Bras.**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 409 - 420, out./dez. 2012.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2013. Disponível em < <http://www.tropicos.org/> >. Acesso em: 15 out. 2013.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.

OLIVEIRA, B. R. U. de et al. Correlações dendroclimatológicas do *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden na região de Rio Claro, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 499-508, jul.-set. 2011.

OLIVEIRA, L. C. de. **Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária no estado do Pará**. 1995. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Pará, Belém. 1995.

OLIVEIRA, L. C. de et al. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. **Scientia Florestalis**, n. 69, p. 62 – 76, dez. 2005.

OLIVEIRA, L. C. de; SILVA, J. N. M. Dinâmica de diferentes grupos ecológicos de espécies arbóreas em uma floresta secundária em Belterra – Pará. In: SILVA, J.N.M; CARVALHO, J.O.P. de; YARED, J.A.G. (Org.). **A silvicultura na Amazônia Oriental**: contribuições do projeto Embrapa/DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p. 393 – 408.

OLIVEIRA, T. de; WOLSKI, M. S. Importância da Reserva Legal para preservação da biodiversidade. **Vivências**, v. 8, n.15, p. 40 – 52, out./2012.

OUIINSAVI, C.; SOKPON, N.; BADA, O. Utilization and traditional strategies of in situ conservation of iroko (*Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg) in Benin. **Forest Ecology and Management**, v. 207, p. 341-350, 2005.

PARÁ. Decreto n. 2.099, de 27 de janeiro de 2010. Dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição da área de Reserva Legal de imóveis rurais no Estado do Pará e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Pará**. Pará, 25 de janeiro de 2010.

PASSOS, C.A.M.; BRAZ, E.M. Sistemas silviculturais e agroflorestais na fronteira agrícola da Amazônia. **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 1, p. 91-98, 2004.

PINHEIRO, K. A. O. et al. Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da Amazônia: indicação de espécies para a recuperação de áreas alteradas. **Floresta**, Curitiba - PR, v. 37, n. 2, p. 175-187, mai./ago. 2007.

PIRES-O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. Vegetação e comunidades. In: \_\_\_\_\_. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAP. Serviço de documentação e Informação, 1995. p. 147-222.

POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E. S. Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento de mudas de três espécies florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. v. 4, p. 564-569.

PRODAN, M. et al. Medición de arboles individuales. In: \_\_\_\_\_. **Mensuração florestal**. San José: GTZ/ IICA, 1997. p. 31-32.

RAYOL, B. P.; ALVINO, F. de O.; SILVA, M. F. F. da. Estrutura e composição florística da regeneração natural de duas florestas secundárias em Capitão Poço, Pará, Brasil. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, Belém, v. 4, n. 7, p. 103 – 116, jul./dez. 2008.

REMADE. **Louro-Preto**. 2014. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/madeira\\_especies.php?num=201&title=Madeiras](http://www.remade.com.br/br/madeira_especies.php?num=201&title=Madeiras)>. Acesso em: 09 de ago. 2014.

RIZZI, R.; LOPES, P. MALDONADO, F. **Influência dos fenômenos “El niño” e “La nina” no rendimento da cultura de soja no RS**. São José dos Campos: INPE, 2001. 36 p.

RODRIGUES, T. E. et al. **Caracterização dos solos do planalto de Belterra, município de Santarém, Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 55 p. (Documentos, nº 115).

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na Região da Mata. **R. Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 573-576, 2002.

SABOGAL, C. et al. **Silvicultura na Amazônia Brasileira: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria dos sistemas**. Belém: CIFOR, 2006. 190 p.

SACRAMENTO, C.K.; SOUZA, F.X. de. **Cajá (*Spondias mombin* L.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 42p. (Série Frutas Nativas, 4).

SANO, S. M.; FONSECA, C. E. L. da. **Taxa de sobrevivência e frutificação de espécies nativas do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 83).

SANQUETTA, C. R. et al. Procedimentos de mensuração e compilação de dados. In: \_\_\_\_\_. **Inventários florestais: planejamento e execução**. Curitiba: Multi-Graphic, 2006. p. 176-179.

SANTANA, A. C. de. et al. O valor econômico da extração manejada de madeira no Baixo Amazonas, Estado do Pará. **Rev. Árvore**, v. 36, n. 3, p. 527-536, 2012.

SANTOS, P. de A.; SOUZA, D. R. de; SILVA, S. A. Crescimento do jenipepeiro (*Genipa americana* L.) para produção sobre diferentes espaçamentos. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 24, n. 4, p. 380-383, out./nov. 2012.

SARTORI, M. S.; POGGIANI, F.; ENGEL, V. L. Regeneração da vegetação arbórea nativa no sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith. localizado no Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 86 - 103, dez. 2002.

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo Florestal**. Universidade Federal de Lavras/ Fundação de Apoio ao ensino, pesquisa e extensão. Lavras, 1997. 433 p.: il.

SCOLFORO, J. R. S. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 441 p.

SECRETARIA DO ESTADO DE AGRICULTURA - SAGRI. **Florestas plantadas**. 2012. Disponível: <[http://www.sagri.pa.gov.br/posts/view/236/florestas\\_plantadas](http://www.sagri.pa.gov.br/posts/view/236/florestas_plantadas)>. Acesso em: 28 de jan. 2014.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SBF. **Floresta do Brasil em resumo– 2013: dados de 2007 a 2012**. 2013. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/publicacoes/tecnico-cientifico/florestas-do-brasil-em-resumo-2013>>. Acesso em: 29 de jan. 2014.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SILVA, J. N. M. et al. Crescimento e produção de uma floresta tropical da Amazônia brasileira treze anos após a exploração. In: SIPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO EMBRAPA/DFID, 1999, Belém. **Resumos...** Belém: Embrapa-CAPATU/DFID, 1999. p. 186-189.

SILVA, M. M.; GANADE, G. M. S.; BACKES, A. Regeneração natural em um remanescente de floresta ombrófila mista, na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, série Botânica**, São Leopoldo, n. 61, p. 259 - 278, 2010.

SILVA, W. C. et al. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta ombrófila densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, zona da mata sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 321 - 331, out-dez, 2007.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS - SNIF. **Recursos Florestais: As Florestas Plantadas**. 2014. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>>. Acesso em: 29 de jan. 2014.

SOARES, M. H. M. **Dinâmica da composição florística e abundância de espécies arbóreas em uma área explorada e submetida a tratamentos silviculturais na Floresta Nacional do Tapajós**. 2003. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS. **O papel das florestas plantadas para atendimento das demandas futuras da sociedade**. 2009. Disponível em: <[http://www.sbs.org.br/destaques\\_POSITIONPAPER.pdf](http://www.sbs.org.br/destaques_POSITIONPAPER.pdf)>. Acesso em: 27 de jan. 2014.

SOUZA, C. R. de et al. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 40, n.1, p. 127 – 134, 2010.

SOUZA, D. V. **Resposta inicial de uma floresta natural de terra firme na Amazônia Oriental brasileira após exploração de impacto reduzido e tratamentos silviculturais**. 2011. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2011.

SOUZA, V. G. de. **Comportamento silvicultural e dinâmica de serapilheira em plantios de duas espécies florestais na Amazônia Oriental**. 2011. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará, Belém. 2011.

SOUZA, C. N. **Características físicas, físico-químicas e químicas de três tipos de jenipapos (*Genipa americana* L.)**. 2007. 72 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus. 2007.

TONINI, H.; OLIVEIRA JR., M. M. C de; SCHWENGBER, D. Crescimento de espécies nativas da Amazônia submetidas ao plantio no estado de Roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 151-158, abr.-jun. 2008.

TONINI, H. et al. Avaliação de espécies florestais em área de mata Roraima. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 8-18, jan./mar. 2006.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE 1991. 123p.

VIANI, R. A. G.; DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 533 - 552 jul.-set., 2010.

VIDAURRE, G. B. **Caracterização anatômica, química e físico-mecânica da madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica**. 2010. 74 f. Tese (Doctor Scientiae) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2010.

VIEIRA, I. C. G. et al. **Bases técnicas e referenciais para o programa de restauração florestal do Pará: um bilhão de árvores para a Amazônia**. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2009, n. 2. 103 p.

WHITMORE, T. C. Forest dynamics. In: \_\_\_\_\_. **An introduction to tropical rain forest**. New York: Oxford University Press, 1990. p. 102-109.

YARED, J.A.G. **Efeitos de sistemas silviculturais na florística e na estrutura de florestas secundária e primária, na Amazônia Oriental**. 1996. 179 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1996.

YARED, J. A. G.; CARPANEZZI, A.A. **Ensaio de espécies a pleno sol com “one-tree-plot” na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: Embrapa - CPATU, 1982. 34 p. (Boletim de Pesquisa, 35).

YARED, J. A. G.; CARPANEZZI, A. A.; CARVALHO FILHO, A. P. **Ensaio de espécies florestais na Flona do Tapajós**. Belém: Embrapa - CPATU, 1980. 22 p. (Boletim de Pesquisa, 11).

YARED, J. A. G. et al. Sistemas silviculturais na florística e na estrutura de florestas secundárias e primárias na Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO EMBRAPA/DFID, 1999, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa/DFID, 1999. p. 243-247.

**APÊNDICE**

**APÊNDICE A - Ensaio de espécies em Canteiros de 36 plantas por espécie – 1975.**

Nome científico	Família	Nome vulgar
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Moraceae	Tatajuba
<i>Buchenavia</i> spp.	Combretaceae	Cuiarana-de-carçoço
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	Lecythidaceae	Tuari
<i>Dalbergia spruceana</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae	Jacarandá do Pará
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae	Cumaru
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	Fabaceae	Timbaúba
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae	Fava de rosca
<i>Eucalyptus</i> spp.	Myrtaceae	Eucalipto
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Jenipapo
<i>Maquira coriacea</i> (H.Karst.) C.C.Berg	Moraceae	Muiratinga
<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	Fabaceae	Fava - bolota
<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.	Fabaceae	Macacaúba
<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J.W. Grimes	Fabaceae	Fava-folha-fina
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby	Fabaceae	Paricá
<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Taperebá
<i>Tachigali paraensis</i> (Huber) Barneby	Fabaceae	Tachi branco
<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	Combretaceae	Terminália
<i>Triplaris weigeltiana</i> (Rchb.) Kuntze	Polygonaceae	Tachi da várzea
<i>Virola michelii</i> Heckel	Myristicaceae	Ucuúba da terra firme

Fonte: Da autora, 2013.

**APÊNDICE B - Ensaio de espécies em Canteiros de 36 plantas por espécie – 1976.**

Nome científico	Família	Nome vulgar
<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Mull. Arg.	Apocynaceae	Araracanga
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Moraceae	Tatajuba
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Melastomataceae	Muúba da mata
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	Freijó cinza
<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Boraginaceae	Freijó Tome-Açú
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	Lecythidaceae	Tuari
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A. Robyns	Malvaceae	Mamorana
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Jenipapo
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	Salicaceae	Pau jacaré
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Sénécl.) W.H.G. Barrett & Golfari	Pinaceae	Pinheiro
<i>Pouteria</i> spp.	Sapotaceae	Abiu
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyererm. & Frodin	Araliaceae	Morototó
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	Fabaceae	Fava barbatimão
<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	Combretaceae	Terminália
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	Curumim
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Hypericaceae	Lacre - branco
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	Hypericaceae	Lacre - preto

Fonte: Da autora, 2013.

**APÊNDICE C - Ensaio de espécies em One Tree Plot – 1975.**

Nome científico	Família	Nome vulgar
<i>Byrsonima aerugo</i> Sagot	Malpighiaceae	Muruci
<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr	Apocynaceae	Sorva – grande- da- mata
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Fabaceae	Angelim - pedra
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Jenipapo
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	Jutaí-açu
<i>Neolamarckia cadamba</i> (Roxb.) Bosser	Rubiaceae	Cadam
<i>Ormosia smithii</i> Rudd	Fabaceae	Tento
<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	Malvaceae	Achichá
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq	Meliaceae	Mogno das Índias Ocidentais
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Clusiaceae	Anani
<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	Combretaceae	Terminália

Fonte: Da autora, 2013.

**APÊNDICE D - Ensaio de espécies em One Tree Plot – 1976.**

Nome científico	Família	Nome vulgar
<i>Adenantha pavonina</i> L.	Fabaceae	Tento - vermelho
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Fabaceae	Melanciaira
<i>Astronium graveolens</i> Jack	Anacardiaceae	Aroeira
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae	Pequiá
<i>Chamaecrista ensiformis</i> var. <i>plurifoliolata</i> (Hoehne) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	Coração de negro
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae	Guariúba
<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	Boraginaceae	Freijó - Branco
<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	Vochysiaceae	Quarubarana
<i>Genipa americana</i> L	Rubiaceae	Jenipapo
<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	Euphorbiaceae	Mirindiba-doce
<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	Fabaceae	Jutaí-mirim
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	Lecythidaceae	Jarana
<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	Moraceae	Clorófora
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fabaceae	Fava-arara-tucupi
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Sapotaceae	Abiu cutite
<i>Protium robustum</i> (Swart) D.M. Porter	Burseraceae	Breu branco
<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J.W. Grimes	Fabaceae	Fava-folha-fina
<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae	Tachi-preto-da-folha-graúda
<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	Combretaceae	Terminália
<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	Fabaceae	Fava - bolachuda

Fonte: Da autora, 2013.

**APÊNDICE E – Lista das 137 espécies da vegetação espontânea ocorrentes nos três sistemas silviculturais estudados.**

Nome científico	Família	Nome comum	Canteiro	OTP	Silviagrícola
<i>Abarema cochleata</i> (Willd.) Barneby & J.W.Grimes	Fabaceae	Tento folha miúda		x	
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Fabaceae	Melancieira folha peluda	x		
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	Rubiaceae	Puruí		x	
<i>Ambelania acida</i> Aubl.	Apocynaceae	Pepino-da-mata			x
<i>Amphiodon effusus</i> Huber	Fabaceae	Gema de ovo	x	x	x
<i>Annona exsucca</i> DC.	Annonaceae	Envira preta	x	x	x
<i>Annona montana</i> Macfad.	Annonaceae	Araticum			x
<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll.Arg.	Apocynaceae	Araracanga vermelha	x		
<i>Aspidosperma oblongum</i> A.DC.	Apocynaceae	Carapanaúba preta			x
<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Anacardiaceae	Muiracatiara			x
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Moraceae	Tatajuba	x		x
<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Salicaceae	Sardinheira			x
<i>Bauhinia macrophylla</i> Poir	Fabaceae	Pata de vaca	x	x	x
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Melastomataceae	Muúba	x		
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Lecythidaceae	Castanha – do – Pará		x	
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Moraceae	Janitá folha pequena	x	x	x
<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	Moraceae	Amapaí	x	x	
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	Moraceae	Amapá doce	x	x	x
<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	Combretaceae	Cuiarana de folha pequena		x	
<i>Castilla ulei</i> Warb.	Moraceae	Caucho	x	x	
<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	Urticaceae	Embaúba branca	x		
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	Samaúma	x		
<i>Chamaecrista ensiformis</i> var. <i>plurifoliolata</i> (Hoehne) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	Coração de Negro		x	
<i>Chimarrhis turbinata</i> DC.	Rubiaceae	Pau-de-remo	x	x	x
<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) Lanj. & Rossberg	Moraceae	Janitá	x	x	x

<i>Compsonaura ulei</i> Warb.	Myristicaceae	Ucuubinha		X	
<i>Cordia exaltata</i> Lam.	Boraginaceae	Freijó branco folha grande	X	X	
<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Boraginaceae	Freijó cinza	X		
<i>Cordia</i> spp.	Boraginaceae	Freijó			X
<i>Cordia ucayaliensis</i> (I.M. Johnst.) I.M. Johnst.	Boraginaceae	Freijó branco folha pequena	X	X	X
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	Lecythidaceae	Tauari	X		X
<i>Coussarea</i> spp.	Rubiaceae	Caferana	X	X	
<i>Cupania scrobiculata</i> Rich.	Sapindaceae	Caneleira branca	X	X	X
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Fabaceae	Jutaí pororoca	X	X	X
<i>Diospyros cavalcantei</i> Sothers	Ebenaceae	Caqui folha miúda		X	
<i>Diospyros guianensis</i> (Aubl.) Gürke	Ebenaceae	Caqui			X
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae	Cumaru	X	X	
<i>Drypetes variabilis</i> Uittien	Putranjivaceae	Maparanã	X		
<i>Duguetia surinamensis</i> R.E. Fr.	Annonaceae	Envira surucucu	X	X	X
<i>Dulacia</i> spp.	Olacaceae	Muirapuama	X		X
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	Fabaceae	Fava timbaúba		X	
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A.Robyns	Malvaceae	Mamorana	X		X
<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	Vochysiaceae	Quarubarana		X	
<i>Eschweilera</i> spp.	Lecythidaceae	Matamatá	X	X	X
<i>Eugenia omissa</i> McVaugh	Myrtaceae	Goiabarana	X	X	
<i>Eugenia patrisii</i> Vahl	Myrtaceae	Araçá da mata	X	X	X
<i>Faramea</i> spp.	Rubiaceae	Caferana folha pequena	X	X	X
<i>Ficus maxima</i> Mill.	Moraceae	Caxinguba			X
<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	Clusiaceae	Bacuripari	X	X	
<i>Geissospermum sericeum</i> Benth. & Hook. f. ex. Miers	Apocynaceae	Quinarana	X		X
<i>Guarea</i> spp.	Meliaceae	Andirobarana	X	X	X
<i>Gustavia augusta</i> L.	Lecythidaceae	Jeniparana	X	X	X
<i>Handroanthus serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	Bignoniaceae	Ipê amarelo	X	X	X

<i>Helicostylis pedunculata</i> Benoist	Moraceae	Muiratinga-folha-peluda	x	x	
<i>Helicostylis</i> spp.	Moraceae	Muiratinga folha pequena	x		x
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	Seringueira			x
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae	Ingá vermelho	x	x	x
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	Fabaceae	Ingá xixica	x		x
<i>Inga rubiginosa</i> (Rich.) DC.	Fabaceae	Ingá folha peluda	x	x	x
<i>Inga</i> spp.	Fabaceae	Ingá	x	x	x
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	Ingá folha pequena	x	x	x
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Bignoniaceae	Parapará	x		x
<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	Lacistemataceae	Mata calado falso	x	x	x
<i>Lacistema grandifolium</i> Schnizl.	Lacistemataceae	Passarinheira	x		x
<i>Lacmellea aculeata</i> (Ducke) Monach.	Apocynaceae	Pau-de-colher	x		x
<i>Lacunaria crenata</i> (Tul.) A.C.Sm.	Quiinaceae	Papo de mutum	x		
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	Lecythidaceae	Jarana		x	x
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Chrysobalanaceae	Macucu	x	x	x
<i>Licaria brasiliensis</i> (Nees) Kosterm.	Lauraceae	Louro amarelo		x	
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Malvaceae	Açoita cavalo	x		x
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A.Chev.	Sapotaceae	Maçaranduba	x	x	
<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) C.C.Berg	Moraceae	Muiratinga	x	x	
<i>Maytenus guyanensis</i> Klotzch ex Reissek	Celastraceae	Barbatimão	x	x	
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Lauraceae	Itaúba amarela	x		x
<i>Mezilaurus lindaviana</i> Schwacke & Mez	Lauraceae	Itaúba abacate		x	
<i>Miconia egensis</i> Cogn.	Melastomataceae	Papa terra	x	x	x
<i>Miconia</i> spp.	Melastomataceae	Papa terra folha grande	x	x	
<i>Myrcia</i> spp.	Myrtaceae	Goiabinha	x	x	x
<i>Naucleopsis</i> spp.	Moraceae	Muirapenima			x
<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	Nyctaginaceae	João mole-folha-grande	x	x	x
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	Lauraceae	Louro abacate	x	x	

<i>Ocotea</i> spp. 1	Lauraceae	Louro	x	x	x
<i>Ocotea</i> spp. 2	Lauraceae	Louro preto	x	x	x
<i>Ormosia flava</i> (Ducke) Rudd.	Fabaceae	Tento mulato	x		x
<i>Ormosia nobilis</i> Tul.	Fabaceae	Tento folha graúda			x
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	Ochnaceae	Pau de cobra		x	x
<i>Palicourea</i> spp.	Rubiaceae	Caferana folha grande			x
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fabaceae	Fava arara tucupi			x
<i>Paypayrola grandiflora</i> Tul.	Violaceae	Paparola		x	x
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	Embaubarana	x	x	
<i>Pouteria bilocularis</i> (H.K.A.Winkl.) Baehni	Sapotaceae	Goiabão	x	x	
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Sapotaceae	Abiu cutite	x		x
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Sapotaceae	Abiu vermelho	x	x	
<i>Pouteria</i> spp.	Sapotaceae	Abiu	x	x	x
<i>Protium altsonii</i> Sandwith	Burseraceae	Breu vermelho	x	x	
<i>Protium pallidum</i> Cuatrec.	Burseraceae	Breu branco		x	
<i>Protium</i> spp.	Burseraceae	Breu	x	x	x
<i>Protium trifoliolatum</i> Engl.	Burseraceae	Breu folha miúda		x	
<i>Pseudolmedia</i> spp.	Moraceae	Pama	x		
<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J. W. Grimes	Fabaceae	Fava folha fina	x		
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae	Mututi	x		x
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Rubiaceae	Limorana	x		
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Violaceae	Acariquarana		x	
<i>Rinorea macrocarpa</i> (C.Mart. ex Eichler) Kuntze	Violaceae	Canela de velho	x	x	x
<i>Rinorea racemosa</i> (Mart.) Kuntze	Violaceae	Canela de jacamim	x	x	x
<i>Sacoglottis amazonica</i> Mart.	Humiricaceae	Uchirana	x		x
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin.	Araliaceae	Morototó	x		x
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Siparunaceae	Capitiú	x	x	x

<i>Sloanea rufa</i> Planch. ex Benth.	Elaeocarpaceae	Urucurana	x	x	x
<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Taperebá			x
<i>Spongiosperma grandiflorum</i> (Huber) Zarucchi	Apocynaceae	Culhão-de-bode	x		
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	Fabaceae	Fava barbatimão	x		
<i>Swartzia arborescens</i> (Aubl.) Pittier	Fabaceae	Jutairana folha pequena		x	x
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi	Fabaceae	Gombeira falsa			x
<i>Swartzia leptopetala</i> Benth.	Fabaceae	Gombeira vermelha			x
<i>Swartzia</i> spp. 1	Fabaceae	Gombeira			x
<i>Swartzia</i> spp. 2	Fabaceae	Paraputaca		x	x
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Clusiaceae	Anani	x		x
<i>Tachigali chrysophylla</i> (Poepp.) Zarucchi & Herend.	Fabaceae	Taxi vermelho		x	
<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae	Taxi preto folha graúda	x		
<i>Talisia longifolia</i> (Benth.) Radlk	Sapindaceae	Canela de veado			x
<i>Talisia macrophylla</i> Radlk.	Sapindaceae	Pitomba folha grande	x	x	x
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Tatapiririca		x	x
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	Combretaceae	Cuiarana de fruto alado			x
<i>Theobroma bicolor</i> Bonpl.	Malvaceae	Cacau quadrado	x		x
<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K. Schum.	Malvaceae	Cupuaçu			x
<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex. Spreng.	Malvaceae	Cacau da mata		x	
<i>Tovomita umbellata</i> Benth.	Clusiaceae	Manguerana		x	
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	Burseraceae	Breu sucuruba	x		x
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Myristicaceae	Ucuúba vermelha	x	x	
<i>Virola michelii</i> Heckel	Myristicaceae	Ucuúba da terra firme	x	x	
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Blume	Hypericaceae	Lacre branco	x	x	
<i>Vismia japurensis</i> Reichardt	Hypericaceae	Lacre vermelho		x	
<i>Vismia</i> spp.	Hypericaceae	Lacre		x	
<i>Vochysia maxima</i> Ducke	Vochysiaceae	Quaruba verdadeira	x	x	

<i>Xylopia nitida</i> Dunal	Annonaceae	Envira cana	x	x
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	Tamanqueira	x	