



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS
FLORESTAIS E AMBIENTAIS - PPGCIFA

DINÂMICA E PRODUÇÃO DE UMA FLORESTA SOB REGIME DE
MANEJO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA CENTRAL

Manaus
2015

MARCOS ANTÔNIO SILVA DE SOUZA

**DINÂMICA E PRODUÇÃO DE UMA FLORESTA SOB REGIME DE
MANEJO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Celso Paulo de Azevedo

Co-Orientador: Dra. Cíntia Rodrigues de Souza

Manaus

2015

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S729d Souza, Marcos Antonio Silva de
DINÂMICA E PRODUÇÃO DE UMA FLORESTA SOB REGIME
DE MANEJO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA CENTRAL / Marcos
Antonio Silva de Souza. 2015
101 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Celso Paulo de Azevedo
Coorientadora: Cintia Rodrigues de Souza
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Dinâmica da Floresta. 2. Manejo Florestal. 3. Parcelas
Permanentes. 4. Incremento. I. Azevedo, Celso Paulo de II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título



Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Faculdade de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais e Ambientais - PPGCIFA



PARECER

Defesa nº 176

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas, após arguir do mestrando **MARCOS ANTÔNIO SILVA DE SOUZA**, em relação ao seu trabalho de dissertação intitulada “**DINÂMICA E PRODUÇÃO DE UMA FLORESTA SOB REGIME DE MANEJO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA CENTRAL**” é de parecer favorável à Aprovação do mestrando habilitando-o ao título de Mestre “*Magister Scientiae*” em Ciências Florestais e Ambientais, na área de concentração em **CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS (CIFA)**.

Professor Doutor Celso Paulo de Azevedo
Professor da Universidade Federal do Amazonas.
Presidente da banca examinadora

Pesquisadora Doutora Cintia Rodrigues de Souza
Pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental
Primeira Examinadora

Professora Doutora Mabiane Batistá França
Professora da Faculdade Metropolitana de Manaus
Segunda Examinadora



Manaus, 30 de junho de 2015.

Prof. Dr. Marciel José Ferreira
Coordenador do Programa de Pós Graduação em
Ciências Florestais e Ambientais – PPG-CIFA

*Aos meus pais Domingos Caetano e
Rosiclei Ferreira*

DEDICO

iii

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido Saúde e Força para realização deste trabalho;

A empresa Mil Madeiras Preciosas que me proporcionou a oportunidade de realizar esta pesquisa, através dos subsídios e da manutenção do meu vínculo empregatício ao longo do curso;

A Embrapa Amazônia Ocidental, através dos meus orientadores, Dr. Celso Paulo de Azevedo e a Dra. Cíntia Rodrigues de Souza, pelo apoio e confiança durante esses dois anos;

A UFAM pela oportunidade de fazer o curso, juntamente aos professores da Pós-graduação;

Aos amigos e colegas Elias, Rosiele, Alice e Carolina pelo apoio, convivência, ajuda e amizade durante o estudo;

A Dra. Mabiane pela participação na banca e ao apoio a este projeto;

Aos meus familiares pelo apoio imprescindível a minha manutenção no curso, especialmente aos meus irmãos Jefferson, Marcia Rita, Darcy e a minha companheira Stefani.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Geral	3
2.2 Específicos.....	3
3 HIPÓTESES	3
4 REVISÃO DA LITERATURA	4
4.1 Produção de Madeira Tropical na Amazônia	4
4.2 Manejo Florestal Sustentável	4
4.2.1 Práticas de manejo em florestas tropicais do Brasil e do mundo.....	5
4.2.2 Projetos de Manejo Florestal Sustentável Empresarial na Amazônia Brasileira	9
4.3 Inventário Florestal Contínuo - IFC	12
4.4 Dinâmica de florestas tropicais	13
4.4.1 Crescimento e incremento em florestas tropicais.....	14
4.4.2 Ingresso e mortalidade em florestas tropicais	15
4.5 Modelos de prognose de crescimento e produção	16
4.5.1 Projeções de crescimento em florestas tropicais - Cadeia de Markov	17
5 MATERIAL E MÉTODOS	19
5.1 Caracterização da área.....	19
5.1.1 Clima.....	20
5.1.2 Solos.....	20
5.1.3 Tipologia florestal	20
5.1.4 Hidrografia	21

5.1.5 Topografia.....	21
5.2 Sistema de Monitoramento da Floresta	21
5.2.1 Instalação das Parcelas Permanentes	22
5.2.2 Medição das Parcelas Permanentes.....	22
5.3 Histórico da exploração nas unidades de produção anual (UPA)	27
5.4 Unidades de Produção Anual avaliadas	28
5.5 Análise dos dados.....	30
5.5.1 Dinâmica da Floresta.....	30
5.5.2 Testes Estatísticos	31
5.5.3 Prognose do Crescimento e Produção (Cadeia de Markov).....	35
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
6.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	37
6.2 CRESCIMENTO E PRODUÇÃO EM NÚMERO DE ESPÉCIES, NÚMERO DE ÁRVORES, ÁREA BASAL E VOLUME.....	42
6.2.1 Número de espécies.....	42
6.2.2 Número de Árvores, Área Basal e Volume.....	45
6.2.3 Taxa de Ingresso e Mortalidade	53
6.2.4 Incremento Periódico Anual –IPA em Diâmetro, Área Basal e Volume.....	55
6.2.5 Classe de Floresta.....	62
6.2.6 Projeção da Dinâmica do Número de Árvores, Área Basal e Volume	65
7 CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS	71

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Sistema de exploração aplicado pela empresa Mil Madeiras Preciosas, Itacoatiara/AM..... 12
- Figura 2. Localização geográfica da área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras Preciosas na região dos municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga, Estado do Amazonas. 19
- Figura 3. Piquete utilizado para delimitar e sinalizar as subparcelas, parcela permanente 4, UPA B, área de manejo da empresa Mil Madeiras Preciosas, Itacoatiara-AM..... 22
- Figura 4. Plaqueta de alumínio utilizada para identificação dos indivíduos mensurados na área de Manejo Florestal Sustentável da Mil Madeiras Preciosas..... 23
- Figura 5. Classe de identificação de fuste (CIF) de árvores. (1) Árvore viva em pé com o fuste completo; (2) Árvore viva em pé, sem copa, com o fuste igual ou maior que 4,0 m de comprimento; (3) Árvore viva em pé, sem copa, com o fuste menor que 4,0 m de comprimento; (4) Árvore viva caída; (5) Árvore morta por causa natural; (6) Árvore morta por exploração; (7) Árvore morta por tratamento silvicultural; (8) Árvore não encontrada; (9) Árvore colhida (toco de exploração). Fonte: Silva *et al.* (2005). 23
- Figura 6. Prática silvicultural de anelamento das árvores, realizada na área de manejo da empresa Mil Madeiras Preciosas, Itacoatia-AM..... 24
- Figura 7. Tipos de danos nas árvores. (1) Árvore sem dano; (2) Árvores com danos leves, decorrente de causas natural; (3) Árvores com danos leves decorrente da exploração; (4) Árvores com danos leves decorrente do tratamento silvicultura; (5) Árvore com danos severos decorrente de causa natural; (6) Árvore com danos severos decorrentes da exploração; (7) Árvores com danos severos decorrente de tratamento silvicultural; (8) Árvores com danos leves decorrente do fogo; (9) Árvore com dano severos decorrente do fogo; (10) Árvore cujo dano foi recuperado ou cicatrizado. Fonte: Silva et al (2005). 25
- Figura 8. Categorias de iluminação das copas. (1) Copa emergente ou completamente exposta á luz; (2) Copa parcialmente iluminada, ou seja, parcialmente coberta por copas de árvores vizinhas; (3) Copa completamente coberta por copas por copas de árvores vizinhas,

recebendo apenas luz lateral ou difusa; (4) Sem avaliação (árvores sem copa). Fonte: Silva et al (2005).....	25
Figura 9. Características da forma das copas. (1) Copa completa normal: árvore que apresenta a copa completa, bem distribuída; (2) Copa completa irregular: árvore que apresenta a copa completa, porém mal distribuída, devido a fatores naturais como, por exemplo, crescimento no sentido de áreas com maior incidência de luz; (3) Copa incompleta: árvore que perdeu parte da copa devido a causas naturais ou exploração; (4) Rebrotação: copa em processo de regeneração, após dano severo como o descopamento; e (5) Sem copa: árvore que perdeu a copa por queda de outras árvores devido à exploração ou a causas naturais. Fonte: Silva et al (2005).....	26
Figura 10. Presença e efeito de cipós. (1) Nenhum cipó na árvore; (2) Cipós presentes, sem causar danos; (3) Cipós presentes, restringindo o crescimento (fortemente atacam no fuste ou cobrindo completamente a copa); (4) Cipós cortados, ainda vivos, porém sem causar danos à árvore; (5) Cipós cortados, ainda vivos, restringindo o crescimento da árvore; (6) Cipós cortados e mortos. Fonte: Silva et al (2005).....	26
Figura 11. Classes de Floresta. (1) Floresta madura: a subparcela apresenta pelo menos uma árvore com diâmetro igual ou maior que 40 cm; (2) Floresta em construção: a floresta apresenta pelo menos uma árvore com diâmetro maior ou igual a 10 cm e menor que 40 cm; (3) Clareira: há uma abertura no dossel, de pelo menos 50% da área da subparcela, e poucas ou nenhuma árvore com diâmetro maior que 10 cm presente na subparcela. Quando existirem, as copas se projetam para fora do limite da subparcela. Fonte: Silva et al (2005).	27
Figura 12. Histórico de exploração nas Unidades de Produção Anual (UPA) da Área de manejo florestal da empresa Mil Madeiras Preciosas na região dos municípios de Itacoatiara, silves e Itapiranga, Estado do Amazonas, Brasil.....	28
Figura 13. Mapa de distribuição das 41 parcelas permanentes analisadas neste estudo, nas UPAs B, C e D, da área de Manejo da empresa Mil Madeiras Preciosas.	29
Figura 14. Média do volume total e das espécies comerciais, entre as classes diamétricas, registrada antes da exploração (Vol AE), em 2001 e em 2014 (16 a 18 anos após a exploração), nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.....	50

Figura 15. Gráfico tipo <i>Box plot</i> da média do DAP registrada antes da exploração (AE) e nas medições seguintes, para o povoamento bruto (desconsiderando ingresso e mortalidade), para todas as espécies e para as espécies comerciais. Médias, medianas, quartis inferiores e superiores e <i>outliers</i> são apresentados.....	52
Figura 16. Balanço entre o ingresso e mortalidade total e das espécies comerciais, com valores registrados entre 2 a 4 anos após a exploração (AE) e em 2014 (16 a 18 anos após a exploração), nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.....	55
Figura 17. Incremento periódico anual – IPA_{DAP} de todas as espécies e das espécies comerciais, entre as classes diamétricas, 2 a 4 anos após a exploração (AE) e no período 2001-2014 (16 a 18 anos após a exploração), nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara-AM. As barras representam o desvio padrão.....	58
Figura 18. Análise espacial das Classes de Floresta observadas em duas Parcelas de Monitoramento da área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara /AM.	63
Figura 19. Comparação do desenvolvimento de clareiras após a exploração em três períodos: a) 6 meses após a exploração, b) 2 anos após a exploração e c) 13 anos após a exploração. UPA Q (2° 50'02,21" S; 58°47'05,75"), área de manejo da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara/AM. Fonte: http://earth.google.com	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atividades realizadas no sistema silvicultural aplicado pela empresa Mil Madeiras Preciosas, Itacoatiara/AM.....	10
Tabela 2. Histórico da exploração nas unidades de produção anual B, C e D, com o tamanho da área, o volume de madeira, a área basal total das árvores exploradas (G), o número total de árvores exploradas (N) e a intensidade de corte (I.C), de cada UPA.	28
Tabela 3. Distribuição das Parcelas permanentes instaladas nas unidades de produção anual (UPA) B, C e D, com o ano de exploração, ano e mês de medição e quantidade de parcelas.	29
Tabela 4. Intensidade de exploração em relação ao número de indivíduos, área basal, volume e número de espécies das Unidades de Produção Anual (UPA) B, C e D da Área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.....	37
Tabela 5. Lista das espécies comercializadas e seus respectivos número de indivíduos, área basal e volume explorados, nas Unidades de Produção Anual (UPA) B, C e D da Área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.....	38
Tabela 6. Intensidade de exploração por classe diamétrica em relação ao número de indivíduos, área basal, volume e número de espécies nas Unidades de Produção Anual (UPA) B, C e D da Área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.	39
Tabela 7. Número de árvores registradas com DAP ≥ 15 cm e suas respectivas espécies, gêneros e famílias, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.....	40
Tabela 8. Balanço das espécies durante as medições, antes e após a exploração, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.....	41
Tabela 9. Média e desvio padrão de todas as espécies e do grupo de espécies comerciais, registrada antes e após a exploração nas UPAs B, C e D. Área amostral de uma Floresta	

Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara-AM.....	42
Tabela 10. Valor do Test t aplicado à variação do número de espécies total e comercial, antes e após a exploração nas UPAs B, C e D, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara-AM.....	43
Tabela 11. Análise de Variância para medidas repetidas no tempo para o número de espécies total e comercial, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM.....	44
Tabela 12. Número médio e desvio padrão de árvores (N), área basal e volume, registrado nas UPAs B, C e D, antes e após a exploração, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras Preciosas. ...	45
Tabela 13. Valor do Teste t aplicado as médias do número de indivíduos, área basal e volume, antes e após a exploração, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.	46
Tabela 14. Análise de Variância com medidas repetidas no tempo para a Área Basal, Volume, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM.	48
Tabela 15. Variação da Área Basal e Volume para todas as espécies, em função do tempo e das UPAs. Área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa manejada pela empresa Mil Madeiras Preciosas. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.	49
Tabela 16. Valores médios do povoamento bruto (desconsiderando o ingresso e a mortalidade) para o DAP, área basal e volume, de todas as espécies e do grupo de espécies comerciais, antes e após a exploração, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa da área de manejo da empresa Mil Madeiras.....	51
Tabela 17. Taxa de mortalidade e ingresso das UPAs B, C e D, após a exploração, na área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.....	53

Tabela 18. Variação da mortalidade e ingresso entre as UPAs, antes e após a exploração. Área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa manejada pela empresa Mil Madeiras Preciosas. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.	54
Tabela 19. Incremento periódico anual (IPA) em DAP, Área basal e Volume, entre as UPAs B, C e D, na área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM.....	56
Tabela 20. Variação do Incremento periódico anual - IPA em DAP, Área Basal e Volume, em função das UPAs, 2 a 4 anos após a exploração. Área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa manejada pela empresa Mil Madeiras Preciosas. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.	57
Tabela 21. Variação do Incremento periódico anual - IPA em DAP, Área Basal e Volume, em função das UPAs, no período 2001-2014. Área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa manejada pela empresa Mil Madeiras Preciosas. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ...	58
Tabela 22. Matriz de correlação de Pearson das variáveis categóricas registradas em 2001 e 2014, em relação ao Incremento Periódico Anual (IPA), nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara-AM.....	59
Tabela 23. Variação do IPA em DAP, Área Basal e Volume, em função da Iluminação de Copa, antes e após a exploração. Floresta Ombrófila Densa sob manejo, pertencente a da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara-AM. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.....	60
Tabela 24. Variação do IPA em DAP, Área Basal e Volume, em função da Forma da Copa, antes da exploração. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Área amostral de uma Floresta Ombrófila Densa Densa pertencente a área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara-AM.	61
Tabela 25. Percentual das classes de floresta, antes das exploração (AE) e nos anos seguintes, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM.	62

Tabela 26. Número de árvores que mudaram do estado i para o estado j , por classe de diâmetro, no período de 1996 (t) a 2001 ($t+1$), na UPA B, Área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM, em que o estado = classe de DAP, M = mortalidade e I = ingresso.....	65
Tabela 27. Prognose da frequência dos indivíduos para o período de 1996 e 2001, na UPA B, Área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM. Com N_t = frequência observada em 1996; I_{t+1} = ingresso prognosticado; N_{t+1} = projeção da frequência para 2001.	66
Tabela 28. Número de árvores por classe de diâmetro da UPA B, observadas (N_o) e prognosticada (N_p), para 1996, 2001, 2014 e 2016, além dos valores da estatística de Qui Quadrado (χ^2).....	67
Tabela 29. Número de árvores por classe de diâmetro da UPA C, observadas (N_{o_t}) e prognosticada (N_{p_t}), no tempo t , para $t=0$ (1997), 1 (2001), 3 (2013) e os valores da estatística de Qui Quadrado (χ^2).	68
Tabela 30. Número de árvores por classe de diâmetro da UPA D, observadas (N_{o_t}) e prognosticada (N_{p_t}), no tempo t , para $t=0$ (1998), 1 (2001), 3 (2013) e os valores da estatística de Qui Quadrado (χ^2).	68

RESUMO

Nos dias de hoje o manejo florestal sustentável é apontado como uma das melhores opções de utilização dos recursos naturais sem degradação ambiental. Entretanto, ainda há uma necessidade de maior entendimento dos efeitos dos impactos e a capacidade de produção futura da floresta. Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de curto e médio prazos do sistema silvicultural policíclico, na dinâmica e produção, em uma floresta ombrófila densa no Estado do Amazonas, tendo como base três Unidades de Produção Anual da área de manejo florestal da empresa Mil Madeiras Preciosas em Itacoatiara/AM, exploradas entre os anos de 1996 a 1998. Os inventários florestais contínuos foram realizados antes e após a exploração nos de 1996, 1997, 1998, 2001 e 2014 em 41 parcelas permanentes de 1 hectare instaladas nas UPAs B, C e D, onde foram mensuradas todas as árvores com DAP igual ou superior a 15 cm. Foram calculadas as taxas de ingresso e mortalidade, DAP, área basal, volume, e seus respectivos incrementos periódicos anuais (IPAs), além da variação do número de árvores e espécies. Observou-se que o povoamento não apresentou alterações significativas no número de espécies logo após a exploração, por outro lado, houve aumento significativo no número total de espécies no último período analisado, ocorrendo de maneira equivalente nos três compartimentos. Em valores médios, antes da exploração, foram registradas 297,65 árvores.ha⁻¹, equivalente a área basal de 26,42 m².ha⁻¹ e o volume de 393,62 m³.ha⁻¹. Em 2014, 16 a 18 anos após a exploração, todas as UPAs apresentaram aumento significativo nas três variáveis (número de árvores, área basal e volume), superando em número de árvores, os valores encontrados antes da exploração, considerando todas as espécies. No último período de análise, o povoamento apresentou taxa média de ingresso de 3,20 %.ano⁻¹, assim como 1,47 %.ano⁻¹ de mortalidade. Considerando apenas as espécies de valor comercial, as taxas foram de 2,50 %.ano⁻¹ e 1,30 %.ano⁻¹ para ingresso e mortalidade, respectivamente. Em valores médios, a taxa de incremento em volume foi de 4,63 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, dos quais 1,69 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ de espécies comerciais. Analisando o povoamento por classe de diâmetro, observou-se que este incremento tende a aumentar à medida que aumenta a classe de diâmetro, alcançando o ponto máximo nas árvores de 75 e 85 cm, com as maiores taxas registradas logo após a exploração. Observou-se também que o crescimento da floresta, 16 a 18 anos após a exploração, proporcionou a regeneração da maioria das clareiras observadas logo após a exploração, estas, passando para a fase de floresta em construção ou até mesmo madura. A floresta estudada apresentou estoques em área basal e volume do povoamento total e das espécies comerciais (16 a 18 anos após a exploração), equivalentes aos registrados na primeira medição, indicando que a intensidade de corte aplicada está favorecendo a recuperação do estoque madeireiro para um segundo ciclo de corte. Entretanto, devido aos diferentes intervalos de medição, não foi possível a condução de uma matriz de transição que incluísse todas as UPAs. Este fato limitou as análises e consequentemente impossibilitou projeções confiáveis a longo prazo.

ABSTRACT

Nowadays sustainable forest management is considered one of the best options for using the natural resources without environmental degradation. However, there is still a need for greater understanding of the effects of impacts and future production capacity of the forest. Thus, the aim of this study was to evaluate the short and medium term effects of polycyclic silvicultural system, dynamics and production, in a dense rain forest in the state of Amazonas, based on three Annual Production Units (APU) of forest management the company Mil Madeiras Preciosas in Itacoatiara/AM, explored between the years 1996 to 1998. The continuous forest inventories were performed before and after logging in 1996, 1997, 1998, 2001 and 2014 in 41 permanent plots of 1 hectare installed in the APU B, C and D, which were measured all trees with DBH less than 15 cm. Admission rates and mortality were calculated, DBH, basal area, volume, and their periodic annual increments (PAIs), and the variation of the number of trees and species. It was noted that the forest did not change significantly in number of species after the operation, on the other hand, a significant increase in the total number of species in the last reporting period, occurring equivalently in three compartments. On average values, before the exploration, 297.65 trees.ha⁻¹ were recorded, equivalent to basal area of 26.42 m².ha⁻¹ and the volume of 393.62 m³.ha⁻¹. In 2014, 16-18 years after the operation, all APUs showed a significant increase in the three variables (number of trees, basal area and volume), surpassing in number of trees, the values found before the operation, considering all species. In the last period of analysis, the population had an average rate of inflow of 3.20% .year⁻¹, and 1.47% .year⁻¹ for mortality. Considering only the species of commercial value, the rates were 2.50% .year⁻¹ and 1.30% .year⁻¹ for admission and mortality, respectively. On average values, the volume growth rate was 4.63 m³.ha⁻¹.year⁻¹, of which 1.69 m³.ha⁻¹.year⁻¹ commercial species. Analyzing the forest by diameter class, it was observed that this increase tends to increase as you increase the diameter class, reaching its peak in the trees of 75 and 85 cm, with the highest rates recorded soon after the operation. It was also observed that the growth of the forest, 16-18 years after the operation, provided the regeneration of most clearings observed soon after the operation, they, passing to the stage of forest under construction or even mature. The forest studied had stock in basal area and volume of the total population and commercial species (16 to 18 years after logging), equivalent to those recorded in the first measurement, indicating that the applied felling intensity is favoring the recovery of the stock timber into a second cycle. However, due to the different measuring ranges, it was not possible to conduct a transition matrix that includes all APUs. This fact limited the analysis and consequently prevented reliable projections in the long term.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil abriga a maior extensão de floresta tropical contínua do mundo (FAO, 2010) e para as regiões com extensa cobertura florestal, o manejo sustentável é apontado como uma das melhores opções de crescimento econômico sem degradação ambiental. Entretanto, para que seja alcançada a sustentabilidade da produção madeireira é necessário planejamentos eficazes que garantam fornecimento de madeira de forma contínua, além de benefícios econômicos, sociais e ambientais.

As práticas de manejo florestal no Brasil vêm sendo desenvolvidas de acordo com as modificações na legislação florestal do país, sempre fundamentadas nos seguintes padrões: inventário das espécies comerciais, seleção de indivíduos para corte, exploração com técnicas de derruba e arraste, transporte e a expectativa de regeneração para o segundo ciclo de corte.

O sistema de manejo policíclico é o que melhor se adaptou a estrutura da floresta Amazônica, induzindo a uma boa regeneração, apesar do ponto negativo deste método ser a exploração seletiva das espécies, onde são exploradas apenas as mais raras e valiosas, provocando grande pressão nas populações dessas espécies e permitindo que outras, menos desejáveis economicamente, se estabeleçam no povoamento após a extração (SOUZA, 2012). Afim de manter a sustentabilidade deste sistema, De Graaf (1986) sugere duas opções que devem ser combinadas sempre que possível: a) ampliar a lista de espécies a ser explorada e extrair somente os indivíduos maduros dessas espécies e, b) aplicar tratamentos silviculturais que induzam a regeneração e o maior crescimento das espécies comercialmente valiosas, reduzindo a pressão seletiva nas populações das mesmas.

Deste modo torna-se imprescindível o conhecimento dos efeitos das operações florestais na dinâmica das florestas manejadas, principalmente em termos de biomassa e composição das espécies. Toledo *et al.* (2011), cita que a dinâmica das florestas após o manejo são difíceis de prever em função da alta heterogeneidade (solo, topografia e estrutura da floresta), variações climáticas e biodiversidade.

Logo, um dos pontos importantes a serem investigados nas florestas submetidas ao manejo é a taxa de crescimento das árvores, combinada à identificação e quantificação dos fatores que influem sobre este crescimento.

O método usual de obtenção de resultados consistentes de dinâmica de florestas, é por meio de estudos de longo prazo, realizados em parcelas permanentes (SILVA *et al.*, 1996). Embora parcelas permanentes sejam caras, de difícil instalação e medição, o estudo de dinâmica de florestas vem sendo feito seguindo esta metodologia a décadas e, de acordo com as pesquisas realizadas até então, continua sendo a melhor forma de obter respostas confiáveis sobre o desenvolvimento destas florestas ao longo prazo (LIMA, 2010).

A floresta Amazônica abriga inúmeras espécies arbóreas com potencial para a produção madeireira. Nos dias atuais, há um grande interesse em promover a sustentabilidade da produção e a melhora das condições sociais dos envolvidos direta e indiretamente com o Manejo Florestal. Entretanto, no contexto do manejo, ainda há uma necessidade de maior entendimento dos efeitos dos impactos e a capacidade de produção futura da floresta. Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de curto e médio prazos do sistema silvicultural policíclico, na dinâmica e produção, em uma floresta ombrófila densa no Estado do Amazonas, tendo como base três Unidades de Produção Anual da área de manejo florestal da empresa Mil Madeiras Preciosas, exploradas entre os anos de 1996 a 1998.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar os efeitos de curto e médio prazo do sistema silvicultural policíclico, na dinâmica e produção, em uma floresta ombrófila densa no estado do Amazonas.

2.2 ESPECÍFICOS

1) Analisar o efeito do sistema silvicultural sobre a dinâmica do povoamento florestal remanescente (composição de espécies, mortalidade, ingresso, crescimento [número de árvores, área basal e volume] e incremento [diâmetro, área basal e volume]);

2) Diagnosticar o potencial da regeneração natural de espécies comerciais em clareiras da exploração;

3) Projetar a distribuição volumétrica da floresta;

4) Definir a influência do sistema silvicultural aplicado nos componentes técnicos intensidade de corte e ciclo de corte.

3 HIPÓTESES

- A floresta estudada apresentará taxas distintas de crescimento em função do nível de perturbação provocado pelo manejo;
- A dinâmica da floresta varia com a intensidade média de corte;
- A recuperação volumétrica da floresta se mostrará mais lenta para as espécies de maior valor comercial.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 PRODUÇÃO DE MADEIRA TROPICAL NA AMAZÔNIA

A Amazônia brasileira é uma das principais regiões produtoras de madeira tropical no mundo, estando atrás apenas da Malásia e Indonésia (OIMT, 2006). A exploração e o processamento industrial de madeira, junto com mineração e da agropecuária, são as principais atividades econômicas da região (VERÍSSIMO *et al.*, 2006). O setor madeireiro impulsiona de forma direta e indiretamente a economia dos municípios da Amazônia.

No ano de 2009 existiam mais de duas mil empresas madeireiras em funcionamento na Amazônia Legal. Nesse ano, essas madeireiras extraíram em torno de 14,2 milhões de metros Cúbicos de madeira em tora nativa, o equivalente a 3,5 milhões de árvores. Aproximadamente 47% dessa matéria-prima foi extraída no Estado do Pará. O volume de madeira em tora extraída em Mato Grosso correspondeu a 28% do total, enquanto em Rondônia, representou 16%. O restante (9%) ocorreu nos Estados do Acre e Amazonas (3% cada), seguido do Amapá, Maranhão e Roraima, com cerca de 1% cada um (SFB; IMAZON, 2010).

No entanto, na Amazônia Legal, o consumo de madeira em tora vem caindo nos últimos anos (SFB; IMAZON, 2010). A explicação para esta queda na produção pode ser atribuída à redução do desmatamento ilegal, à substituição da madeira natural por similares sintéticos, à crise econômica internacional, assim como, o aumento do preço da madeira serrada brasileira no comércio internacional, que desde 2002, apresenta uma taxa contínua de 9% ao ano. (ITTO, 2009).

4.2 MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

Higuchi (1994) cita que o Manejo Florestal é parte da ciência que trata dos princípios referentes à produção contínua e sustentada dos produtos madeireiros, de acordo com o sistema utilizado e as normas que o regulamentam.

A prática de Manejo Florestal no Brasil começou a se caracterizar no que é hoje, a partir da Instrução Normativa nº 80, de 24/09/1991, elaborada por um grupo de especialistas relacionados à área de Manejo Florestal, onde foram determinadas ações objetivas, dentre as quais o ciclo de corte mínimo de 20 anos. A partir da Instrução Normativa do Ministério do

Meio Ambiente nº 4, de 4/2/2002, o Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) passou a contemplar as modalidades: manejo empresarial, manejo em pequena escala, comunitário ou cooperativo e em florestas de palmeiras e o censo das árvores passou a ser requerido (AZEVEDO, 2006). A Instrução Normativa nº 5 de 11/12/2006 trouxe os regulamentos atuais para atividade, como diâmetro mínimo de corte e incremento médio anual para a floresta manejada.

O novo Código Florestal, lei nº 12.651 de 25/05/2012, trouxe normas que visam além dos componentes florestais, o uso e ocupação da terra, bem como adequação e regularização das propriedades rurais para a sua plena produção. Nesta lei o conceito de manejo sustentável foi apresentado como: administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços.

Nos últimos anos, houve aumento considerável no número de áreas de produção de madeira exploradas legalmente e com certificação florestal na área da Amazônia. Aparentemente, o alto valor da madeira serrada de espécies tropicais tem levado ao aumento pela demanda por Planos de Manejo Florestal Sustentável na Amazônia (CUNHA, 2013).

4.2.1 Práticas de manejo em florestas tropicais do Brasil e do mundo

As informações descritas neste tópico foram retiradas de (HIGUCHI, 1987, 1994; SOUZA, 1989; SILVA, 1989; SOUZA; JARDIM, 1993; EMBRAPA, 1997; AZEVEDO 2006).

Os sistemas silviculturais utilizados para o Manejo Florestal nos países com Florestas Tropicais são na realidade adaptações dos modelos clássicos desenvolvidos para as florestas temperadas. As primeiras experiências voltadas ao Manejo Florestal disponível foram executadas na Índia e Birmânia, em meado do século XIX.

Um sistema silvicultural pode ser definido como o processo pelo qual uma floresta ou cultivo florestal é estabelecido, tratado, extraído e substituído por uma nova colheita, resultando na produção de madeiras de distintas formas e para diferentes finalidades.

Os sistemas silviculturais aplicados em florestas tropicais classificam-se, basicamente, em duas categorias: sistemas monocíclicos e sistemas policíclicos.

No sistema monocíclico, retira-se de uma só vez toda a madeira comercial e a próxima colheita é baseada nas mudas das espécies comerciais existentes no momento do primeiro corte. Os ciclos de corte dependem do crescimento médio das espécies remanescentes, mas em geral são longos 70 a 100 anos. Em virtude disto, há necessidade de imobilizar grandes áreas florestais para atender o princípio da produção sustentada. Atualmente está praticamente extinto, um exemplo clássico é o Sistema Uniforme Malaio.

O sistema policíclico fundamenta-se na retirada das espécies comerciais que atingiram o tamanho ideal de corte. As árvores de tamanho intermediário, permanecem e passam a constituir o estoque do próximo ciclo de corte. Por isso os ciclos são bem menores do que os do sistema monocíclico, variando de 20 a 40 anos. Necessitam, portanto, de uma área florestal menor para obedecer o princípio da produção sustentada. Pela mesma razão são economicamente mais atrativos. Exemplos são o Sistema Seletivo da Indonésia, o Sistema de Seleção de Gana e o Sistema CELOS do Suriname.

4.2.1.1 Sistemas silviculturais utilizados no manejo florestal

Os principais sistemas silviculturais utilizados no manejo florestal em regime de rendimento sustentado são: Malaio Uniforme (original), Tropical Shelterwood (original), Seletivo (original), Malaio Uniforme Modificado das Filipinas, Malaio Uniforme Modificado da Indonésia, Malaio Uniforme Modificado de Sabah, Desbaste de Liberação de Sarawak, Seletivo Modificado da Malásia Peninsular, Seletivo Modificado das Filipinas, Seletivo Modificado da Indonésia, Diâmetro Mínimo, Seletivo da Tailândia, Tropical Shelterwood de Gana, Seletivo Modificado de Gana, Melhoramento da População Natural da Costa do Marfim, Seletivo de Porto Rico, Tropical Shelterwood de Trinidad, CELOS do Suriname, Melhoramento da População Natural da Guiana Francesa e Faixas de Colheita do Peru.

O Sistema Uniforme Malaio (SUM) objetiva converter uma floresta natural com múltiplas espécies e diversas idades em uma floresta de idade mais ou menos uniforme que contém uma maior proporção de espécies de interesse. Foi aplicado em florestas de dipterocarpaceas do sudeste asiático, especialmente na Malásia, onde foi concebido. O

sistema consiste na extração, em uma única vez, de todo volume das espécies comerciais em tamanho de corte, seguida imediatamente por envenenamento das árvores remanescentes até os diâmetros de 5 a 15 cm, com o ciclo de corte estimado em 70 anos.

Com o insucesso do SUM nas florestas mistas e como um sistema monocíclico não seria economicamente atraente para os investimentos no setor florestal, os silvicultores reduziram os ciclos de corte para 25 a 30 anos e desenvolveram o Sistema de Manejo Seletivo Malaio. A sequência de operações deste sistema consiste, resumidamente, de um inventário pré-exploratório para permitir a determinação dos regimes de corte, de marcação de árvores residuais, antes da exploração e de um inventário pós-colheita, para determinar os tratamentos silviculturais mais apropriados. Foi estabelecido o limite de corte de 50 cm para dipterocarpaceas e 45 cm para as demais.

Já a Indonésia adotou um sistema policíclico (Sistema Seletivo da Indonésia) para suas florestas de dipterocarpaceas. O ciclo de corte estabelecido foi de 35 anos, em que a exploração das árvores comerciais é feita nos indivíduos de no mínimo 50 cm de DAP, deixando pelo menos 25 árvores por hectare com um diâmetro mínimo de 35 cm. Os únicos problemas encontrados foram os danos exagerados nos povoamentos residuais.

No Suriname diversos experimentos silviculturais conduzidos deste 1967 serviram de base para a proposição de um sistema silvicultural denominado CELOS. Este sistema objetiva estimular o crescimento das árvores comerciais residuais de tamanho grande a médio, em florestas que sofreram exploração seletiva de modo que os cortes subsequentes possam ser realizados em ciclos de 20-25 anos. Recomenda-se uma intensidade de exploração de $20 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, seguida de três refinamentos no decorrer do período de regeneração, utilizando arboricidas. Os resultados experimentais mostraram que se pode obter incrementos volumétricos de $2 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e incrementos em diâmetro de 9-10 mm ano^{-1} . Espera-se com este sistema, uma produção de $40 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ no final do ciclo de corte. Uma tentativa de aplicação do sistema em escala empresarial teve que ser interrompida devido aos problemas políticos do país.

4.2.1.2 Sistemas desenvolvidos nas florestas tropicais brasileiras

O Brasil na busca de alternativas silviculturais para o manejo florestal sustentável de suas florestas, tem aplicado e desenvolvido alguns modelos, desde os fins dos anos 70 e

início dos anos 80. As principais experiências estão sendo executadas nas seguintes regiões: FLONA do Tapajós (CPATU – Embrapa), Curuá-Una (SUDAM/FCAP), Projeto JARI (Jari/CPATU – Embrapa), Buriticupu e Marabá (CVRD) e Manaus (INPA).

Essas experiências inspiraram dois sistemas silviculturais para a Amazônia brasileira, um sugerido por SILVA e WHITMORE (1990) citado por HIGUCHI *et al.* (1991) e outro, o sistema SEL (Seleção de Espécies Listadas), desenvolvido pelo INPA (HIGUCHI *et al.*, 1991). Estes dois sistemas são do tipo policíclico e de uso múltiplo e têm em comum os princípios dos sistemas precursores, Maláio e Shelterwood Tropical, que se utilizam da regeneração natural para garantir ciclos de corte subsequentes.

Na FLONA do Tapajós no ano de 1975, através do convênio FAO-IBDF, iniciou-se um projeto de manejo florestal que prescrevia dois tratamentos: DAP mínimo 45 cm e DAP mínimo de 55 cm, em áreas experimentais de 25 e 39 hectares respectivamente. Foram executados o inventário a 100 % da área experimental e o inventário diagnóstico da regeneração natural através do método maláio de quadrados de 5 x 5 m. Depois do corte de cipós e limpeza do sub-bosque (anelagem utilizando-se 20 espécies indesejáveis, com diâmetros variando de 10 a 50 cm (20 árvores por hectare), a exploração florestal comercial foi executada pela SUDAM em 1979. Em média foram derrubadas 16 árvores por hectare de 63 espécies, para um volume de 75 m³.ha⁻¹.

No INPA na década de 1980 iniciou-se o projeto Manejo Ecológico e Exploração da Floresta Tropical. O delineamento experimental foi o bloco ao acaso com parcelas subdivididas para aplicação dos tratamentos silviculturais. O início dos trabalhos consistiu de marcação de blocos (18 blocos de 4 hectares) - seis tratamentos e três repetições; inventário florestal a 100% das árvores com DAP maior ou igual a 25 cm; inventário diagnóstico da regeneração natural (método maláio); análise estrutural da floresta; sucessão da floresta natural e marcação das árvores para o corte.

Os tratamentos aplicados foram: 0 – testemunha; 1 - remoção de 44 % da área basal das espécies, corte e arraste de todas as árvores com DAP maior ou igual a 55 cm; volume médio retirado de 24 m³.ha⁻¹; 2 - remoção de 50 % da área basal das espécies, corte e arraste de todas as árvores com DAP maior ou igual a 50 cm; volume médio retirado de 30 m³.ha⁻¹; 3 - remoção de 67 % da área basal das espécies, corte e arraste de todas as árvores com DAP maior ou igual a 40 cm; volume médio retirado de 44 m³.ha⁻¹; 4 - igual ao tratamento 2 com

remoção de 50 % da área basal das espécies, corte e arraste de todas árvores com DAP maior ou igual a 50 cm; volume médio retirado de 34 m³.ha⁻¹ e; 5 - tratamento para anelamento como trato silvicultural. Os tratamentos foram aplicados entre 1987 e 1993.

4.2.2 Projetos de Manejo Florestal Sustentável Empresarial na Amazônia Brasileira

Planos de Manejo Florestal Sustentável baseados no Sistema CELOS, com a introdução de técnicas silviculturais desenvolvidas pela Embrapa e pelo INPA (Sistema SEL) foram ou estão sendo aplicados por diversas empresas como: Gethal Itacoatiara S.A., APLUB e Mil Madeiras Preciosas, objeto deste estudo, no Estado do Amazonas, CIKEL Brasil Verde S. A. no Estado do Pará, e Jari no Estado do Amapá.

4.2.2.1 Práticas de manejo da empresa Mil Madeiras Preciosas

As informações deste tópico estão de acordo com o Plano de Manejo Florestal Sustentável da empresa Mil Madeiras Preciosas (PMFS/Mil Madeiras, 2013).

A base científica do sistema silvicultural aplicado pela empresa é originada do sistema CELOS, desenvolvido no Suriname, pela Universidade de Wageningen na Holanda, e adequado à realidade local da Amazônia, através de pesquisas realizadas pela EMBRAPA/CPATU e pelo INPA.

O Sistema Silvicultural CELOS é um sistema policíclico que se caracteriza pelo rigoroso planejamento e organização das atividades. Neste sistema a exploração e os tratamentos silviculturais devem ser integrados e a extração da madeira realizada de forma controlada, visando ao máximo, à redução dos danos da exploração para a manutenção das funções ecológicas da floresta (GRAAF, 1986).

As atividades de exploração são realizadas basicamente em três fases: Antes da exploração, com todo o planejamento da área e volume comercial a ser explorado; Durante a exploração, onde são praticadas técnicas de redução de impacto na floresta e Após a exploração, onde é feito o monitoramento e os tratamentos silviculturais.

Tabela 1. Atividades realizadas no sistema silvicultural aplicado pela empresa Mil Madeiras Preciosas, Itacoatiara/AM.

PERÍODO	ATIVIDADE
Dois anos antes da exploração	Inventário Florestal Microzoneamento da área
Um ano antes da exploração	Seleção das espécies Construção de Infraestrutura Instalação de Parcelas Permanentes
Durante a exploração	Atividades de Exploração Estocagem e Transporte das toras
Até dois anos após a exploração	Tratamento Silvicultural Primeira Remedição de Parcelas Permanente
A cada 5 anos após a 1ª remedição	Remedições de Parcelas Permanentes

As atividades que compõem o sistema silvicultural (Tabela 1) são realizadas de acordo com as seguintes etapas:

- a) Inventário florestal: realiza-se um inventário de todas das espécies consideradas comerciais, potenciais a uma futura comercialização e protegidas a partir de 40 cm de DAP, com o objetivo de obter informações do volume madeireiro da área a ser explorada. Neste inventário são coletadas informações suficientes para a seleção das espécies de acordo com os critérios de exploração, como, nome vulgar, DAP, qualidade do fuste e coordenadas UTM. Também são coletadas informações referentes ao relevo e os cursos d'água.
- b) Microzoneamento da área: definem-se as zonas produtivas da floresta. Nesta etapa, através de ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG), é feito o georreferenciadas das árvores, cursos d'água e das informações do relevo, onde são mapeadas as Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Preservação Absoluta (APA), para que assim, possa ser feita a distribuição do volume comercial disponível dentro dos limites das Unidades de Produção Anual (UPA).
- c) Seleção das espécies: primeiramente são separadas em grupos referentes às espécies de interesse comercial, espécies não comerciais e espécies protegidas pela legislação ou por critérios da própria empresa. São aplicados critérios de seleção previstos na legislação, como diâmetro mínimo de corte (DMC) de 50 cm, proteção

das árvores matrizes (10 % dos indivíduos de cada espécie) e das árvores localizadas na Área de Preservação Permanente (APP).

d) Construção da infraestrutura: planeja-se o escoamento da madeira explorada com estruturas prementes, prevendo o uso em mais de um ciclo de corte. A construção é feita de forma sistemática, considerando as características do relevo e dos cursos d'água. A mesma é composta por estradas principais (8 a 10 metros de largura), estradas secundárias (4 a 6 metros de largura), pátios de estocagem e baldeio, além das instalações para acomodação das equipes florestais.

e) Corte das árvores: localiza-se as árvores previamente selecionadas com o auxílio de um mapa colheita, neste, também consta informações do relevo, planejamento da infraestrutura e as árvores não selecionadas. O abate é realizado conforme procedimentos de direcionamento de queda, com o objetivo de minimizar impactos ambientais e resguardar as árvores protegidas e as designadas para o próximo ciclo.

f) Abertura de trilhas: após a atividade de corte, são abertas de forma sistemática, trilhas de arraste (com 3,5 metros de largura) a cada 100 metros, ao longo das estradas secundárias.

g) Pré-arraste das toras: as toras são guinchadas por um trator de esteira equipado com cabo de aço de 70 metros. Nesta atividade as toras são arrastadas do local de abate até a trilha, previamente aberta.

h) Arraste das toras: arrastam-se toras dispostas na trilha até os pátios temporários por um trator Skidder equipado com uma pinça especial. Por conta da primeira operação (pré-arraste), o Skidder não precisa efetuar aberturas na vegetação para executar o arraste.

i) Monitoramento da floresta: utiliza-se o Inventário Florestal Contínuo (IFC), através do sistema de parcelas permanentes, com medições programadas para serem feitas 1 ano antes da exploração, 2 após, e a partir desta a cada 5 anos. A intensidade de área monitorada pelas parcelas permanentes é de no mínimo 1 ha para cada 400 ha de área de efetivo manejo, nas UPAs B, C e D estabeleceu-se a intensidade de 1 ha de parcela permanente para cada 155 ha. De acordo com a análise das informações coletadas, são definidas as necessidades de aplicação dos tratamentos silviculturais.

A Figura 1 demonstra a aplicação do sistema silvicultural, através das atividades de exploração.

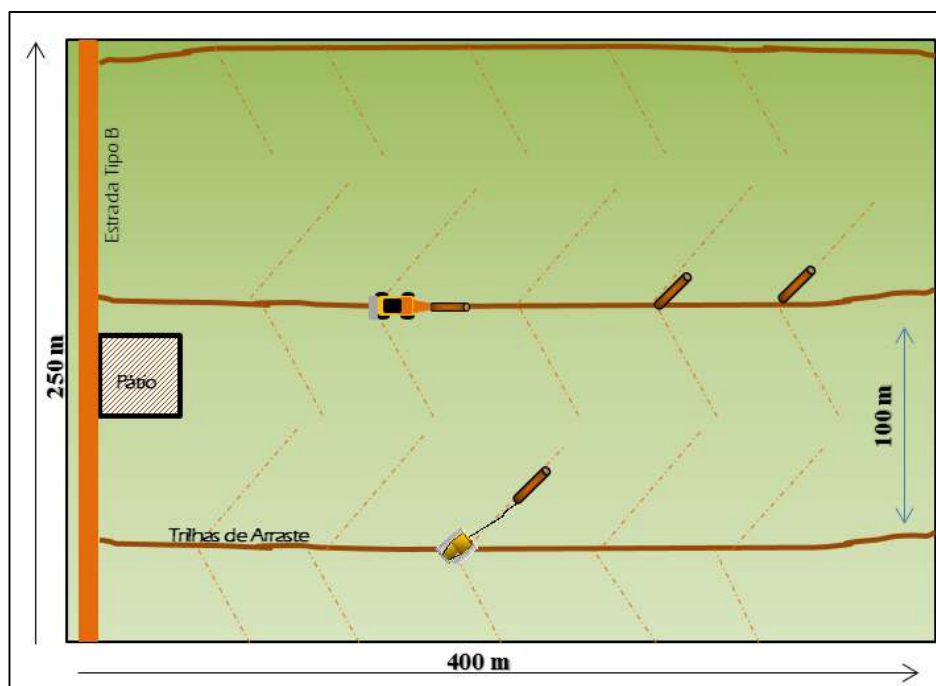


Figura 1. Sistema de exploração aplicado pela empresa Mil Madeiras Preciosas, Itacoatiara/AM.

4.3 INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO - IFC

Para avaliar o crescimento de uma floresta, por exemplo, após uma intervenção exploratória dos recursos madeireiros, é necessário que se faça o monitoramento, o qual é definido como o instrumento de avaliação do caráter dinâmico da comunidade, bem como de uma série de variáveis indispensáveis para a definição do manejo a ser aplicado à floresta (QUEIROZ, 1998).

Para tal monitoramento é usado o Inventário Florestal Contínuo, onde são feitas medições na floresta repetidas vezes, em várias ocasiões. O objetivo desse procedimento é a obtenção de informações fundamentais aos manejadores, como avaliação do crescimento, ingresso, mortalidade, ciclo de corte, sucessão, densidade de estoque, dentre outros.

No âmbito do manejo florestal, “parcelas permanentes” são áreas permanentemente demarcadas na floresta, periodicamente remeidas com o objetivo de se obter informações

sobre o crescimento e a dinâmica da floresta, ou seja, sobre as alterações relativas ao número, composição e dimensões dos indivíduos arbóreos em determinado período de tempo (ALDER; SYNNOTT, 1992).

As parcelas permanentes são utilizadas para estudos científicos no mundo inteiro, afim de avaliar de forma contínua os parâmetros indicativos do comportamento e desenvolvimento da floresta, nas condições naturais e sob manejo florestal. As parcelas permanentes são utilizadas também em estudos ecofisiológicos e na avaliação para verificar se a floresta está sendo uma fonte ou um sumidouro de carbono (LIMA, 2010).

Grande parte dos resultados referentes ao crescimento de florestas manejadas e não manejadas oriundo das parcelas permanentes encontra-se de posse das instituições públicas, muitas vezes publicadas em relatórios técnicos de circulação limitada (VERAS, 2012). Lima (2010) cita que existem mais de mil parcelas permanentes instaladas no Estado do Amazonas, distribuídas em grande parte do território.

Mesmo não sendo consideradas como exigência legal, as parcelas permanentes continuam sendo fundamentais para o acompanhamento do crescimento e rendimento do povoamento remanescente. Hoje em dia, são utilizadas pelos manejadores como instrumentos que permitem acompanhar o crescimento e rendimento do povoamento remanescente, com o propósito de obter informação essencial a ser utilizada no momento de tomar decisões com respeito ao ciclo de corte, diâmetro mínimo de corte, volume de corte e outros pré-requisitos planejados no Plano de Manejo Florestal (AZEVEDO, 2006).

4.4 DINÂMICA DE FLORESTAS TROPICAIS

A dinâmica da floresta leva em consideração o comportamento das taxas de crescimento, recrutamento, ingresso e mortalidade, tanto para florestas em condições naturais, quanto para manejadas. Esse entendimento gera informações de extrema importância para definir ciclos de corte, quantidade de volume retirada e determinação de tratamentos silviculturais para florestas manejadas (ROCHA, 2001).

Para o manejo de florestas tropicais, as análises do crescimento, ingresso e mortalidade, quando tratadas em conjunto, tornam-se imprescindíveis para o entendimento dos processos de evolução do ecossistema florestal em resposta ao sistema de manejo aplicado. Isto é, se a floresta está absorvendo bem os impactos ocasionados pela intervenção

florestal e caso isso não esteja acontecendo, que medidas poderiam ser tomadas para que isso venha acontecer, conservando a floresta e habilitando-a para novos ciclos de corte (FURTADO, 2009).

O conhecimento das taxas de crescimento, ingressos e mortalidade são de fundamental importância para o planejamento da produção e determinação dos ciclos de corte de florestas tropicais, pois as taxas de incremento quando observadas de forma elevada, combinadas a frequentes ingressos, compõem um dos indicativos de que a floresta possui características favoráveis ao manejo para produção madeireira (OLIVEIRA, 2005).

4.4.1 Crescimento e incremento em florestas tropicais

Torna-se possível a verificação do crescimento de um indivíduo realizando medições em um período inicial e interligando com um período final, chamado de incremento, este, pode ser definido como taxa de acumulação de rendimento (SYNNOTT, 1978). Em florestas tropicais, devido às dificuldades quanto a determinação da idade do povoamento, geralmente, só é possível calcular o incremento periódico anual (IPA), seja ele em diâmetro, volume ou área basal (SILVA, 2001).

Silva *et al.* (1996) estudaram parcelas permanentes na FLONA do Tapajós, no Estado do Pará, em quatro diferentes áreas, na floresta primária (testemunha), em duas áreas que sofreram exploração seletiva e em uma floresta secundária. Os incrementos periódicos anuais foram de $1,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ em floresta não explorada a $4,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ em floresta manejada. O autor ainda afirma que separando apenas os indivíduos com $\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$ e espécies comerciais, o incremento médio correspondeu a $1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ em áreas manejadas.

Higuchi *et al.* (1997) desenvolveram pesquisas na região de Manaus, Estado do Amazonas, estudando o crescimento de uma floresta manejada após 10 anos, observaram que o incremento periódico anual foi de $5,57 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para exploração de leve intensidade ($\text{DAP} \geq 55 \text{ cm}$); $4,45 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para exploração média ($\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$) e $5,73 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para exploração pesada ($\text{DAP} \geq 40 \text{ cm}$), enquanto que na parcela testemunha o crescimento foi de $2,82 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Para espécies comerciais o incremento correspondeu a $1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$.

Muitos trabalhos sobre crescimento e rendimento das florestas tropicais inferem apenas no nível de ecossistema e não no nível de crescimento individual das espécies (VERAS, 2012). Estudos que avaliaram o grau de impacto em uma floresta da Amazônia Oriental submetida à exploração predatória e planejada, afirmam que a diversidade de espécies é abalada, pois a área testemunha não sofreu nenhuma alteração, correspondente a exploração planejada 4% das espécies sumiram e 7,4% desapareceram na exploração predatória (VIDAL *et al.*, 1998).

4.4.2 Ingresso e mortalidade em florestas tropicais

O conhecimento das taxas de ingresso em florestas tropicais é de grande relevância do ponto de vista silvicultural, pois através destas, torna-se possível a verificação qualitativa e quantitativa das espécies comerciais que abastassem a floresta, tornado assim, uma área sustentável para o manejo, já que espera-se que esses ingressos sobrevivam e cresçam até o tamanho de abate a cada ciclo de corte (SILVA, 1989).

A variação da taxa de ingresso está diretamente relacionada à composição florística e a disposição do dossel da floresta (ALDER, 1983). Segundo Chagas *et al.* (1999), áreas com clareiras ou com dossel parcialmente aberto não proporcionam um grande aumento no número de indivíduos ingressantes e sim um avanço na velocidade de incremento das árvores adjacentes.

O grau de exploração da floresta manejada torna-se um fator determinante para a variação da taxa de ingresso. Em estudos realizados na Amazônia, as taxas observadas são geralmente em torno de 1% a 1,5% ao ano, para as florestas sem perturbação e 2,5% a 4,5% para as florestas manejadas (SILVA *et al.*, 1995; HIGUCHI *et al.*, 1997).

Mortalidade define-se como número de indivíduos que foram mensuradas e que morreram durante um determinado período. Em florestas tropicais, o padrão de mortalidade natural no tempo e no espaço está fortemente relacionado a máxima longevidade das árvores, distribuição em classes de tamanho, densidade relativa das espécies e tamanho e número de clareiras. As condições do microambiente são influenciadas pela perda de árvores, assim como a taxa de crescimento de árvores vizinhas. Neste caso, a morte de uma árvore pode aumentar ou diminuir a probabilidade da morte de outras (SWAINE *et al.*, 1987).

A mortalidade natural pode ser descrita como um processo estocástico dependente da variação diamétrica. Afeta todos os níveis da composição de um povoamento florestal (AZEVEDO, 2006; VERAS, 2012). Atua determinantemente na evolução da floresta, inferindo em quantas árvores alcançarão um tamanho ideal para o corte. Em floresta não perturbada surge na maioria das vezes pelos fortes ventos, queda de galhos, queda de outras árvores e ataques de patógenos.

Higuchi *et al.* (1997) observaram taxa de mortalidade anual de 1,03% para florestas não perturbadas da Amazônia brasileira. Silva (2004), observou que em áreas com exploração de impacto reduzido a taxa de ingresso foi 44% superior a de mortalidade, já para exploração convencional, o ingresso foi apenas 4% superior.

4.5 MODELOS DE PROGNOSE DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO

Desde o início das florestas manejadas, surgiu o desejo de influenciar e prognosticar o crescimento com o fim de dominar a produção da matéria prima madeireira (SPATHELF; NUTTO, 2000). Os modelos mais empregados, utilizam técnicas para prognosticar a dinâmica do povoamento, sendo estas, fundamentais para predizer o crescimento e produção da floresta. Todos os modelos de crescimento e produção têm um propósito em comum, que é o de apresentar estimativas das características do povoamento de um ponto específico no tempo (AVERY; BURKHART, 1994).

Segundo a literatura existem três principais categorias de modelos de crescimento e produção: a) modelos de povoamento total, b) modelos de distribuição por classe de tamanho e c) modelos de árvores individuais (DANIELS; BURKHART, 1988).

Modelos de povoamento total fornecem estimativas do crescimento para o povoamento como um todo. Usualmente, esses modelos são construídos mediante o uso de técnicas de regressões múltiplas (SULLIVAN; CLUTTER, 1972). Já os modelos de distribuição por classe de tamanho baseiam-se em funções probabilísticas de distribuição diamétrica, permitindo descrever as alterações na estrutura do povoamento (número de árvores por classe de diâmetro), nas relações hipsométricas e nas taxas de mortalidade, podendo todas estas características ser analisadas, simultaneamente, ao longo do tempo (VANCLAY, 1994; ALDER, 1995).

Os modelos de árvores individuais requerem particularidades de cada árvore no povoamento. Cada árvore é definida por variáveis, como: idade, diâmetro e altura máxima, relações entre altura e diâmetro, taxa de fotossíntese, necessidade de luz, relações entre crescimento relativo, profundidade do solo, capacidade de armazenamento de água no solo, percentagem de rocha no solo, média mensal de temperatura e precipitação e insolação anual acima da copa da floresta podem ser incluídas. As espécies são também diferenciadas por probabilidades de sobrevivência e por adições de novas plantas (BOTKIN *et al.*, 1972).

4.5.1 Projeções de crescimento em florestas tropicais - Cadeia de Markov

O método de matriz de transição ou cadeia de Markov é feito por meio da estimativa da probabilidade de transição dos diâmetros entre classes diamétricas, ou seja, suas projeções para o futuro, a partir da matriz de probabilidade de transição. Recomenda-se não realizar projeções para períodos de tempo longos, haja vista que o desempenho dos modelos é condicionado a dois pontos básicos (SCOLFORO, 1998).

As probabilidades da matriz de transição são obtidas pela razão da dinâmica nas classes diamétricas. Os métodos utilizam o critério de separar árvores de uma certa classe diamétrica que crescem para uma, duas ou mais classes consecutivas daquelas que permanecem na mesma classe ou morrem durante um dado intervalo de tempo (SANQUETTA, 1996; SCOLFORO, 1998).

Pulz *et al.* (1999), cita que a matriz de transição baseia-se na enumeração da migração ou permanência dos indivíduos em suas respectivas classes diamétricas, assim como o número de ingressos e mortalidades dentro de cada classe. De acordo com Rocha (2001), a matriz de transição probabilística para um processo de n estados pode ser montada da seguinte maneira:

$$P = (p_{ij}) = \begin{matrix} & \begin{matrix} j = 1 & j = 2 & j = 3 & \dots & j = m \end{matrix} \\ \begin{matrix} i = 1 \\ i = 2 \\ i = 3 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ i = m \end{matrix} & \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \dots & p_{1m} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \dots & p_{2m} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & \dots & p_{3m} \\ \dots & & & & \\ \dots & & & & \\ \dots & & & & \\ p_{m1} & p_{m2} & p_{m3} & \dots & p_{mm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

As probabilidades indicadas por p_{ij} são sempre positivas e a soma das colunas ($p_{i1} + p_{i2} + \dots + p_{im}$) devem ser igual a 1.

Schneider e Finger (2000), apontam que uma das desvantagens do uso de matriz de transição é o fato deste modelo desconsiderar possíveis medições anteriores aos eventos em análise, já que são avaliados intervalos entre duas medições. Dessa forma a variabilidade de crescimento entre períodos, e seu efeito sobre o crescimento futuro do povoamento florestal, são desconsideradas.

Segundo Higuchi *et al.* (2008), o modelo que melhor se ajustou às características das florestas da Amazônia foi a cadeia de Markov. Esse fato corrobora o surgimento de grande parte dos trabalhos ligados a modelagem dessa tipologia florestal.

Nas regiões tropicais pode-se citar alguns pesquisadores que desenvolveram o estudo de crescimento diamétrico das árvores através de matriz de transição, como, Enright e Ogden (1979), Osho (1991) e Vanclay (1994). No Brasil, a matriz de transição foi estudada por diversos autores, dentre eles, por exemplo, Higuchi (1987), Azevedo *et al.* (1994), Sanquetta *et al.* (1995), Scolforo (1997), Arce *et al.* (2001), Colpini (2008) e Souza (2012).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Este estudo foi desenvolvido a partir de dados de parcelas permanentes localizadas na Fazenda Dois Mil, pertencente à área de Manejo Florestal Sustentável da Empresa Mil Madeiras Preciosas, localizada na divisa dos municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga, Estado do Amazonas, delimitado pelas coordenadas geográficas 02° 30' S; 59° 00' W e 03° 00' S; 58°30' W, demonstrado na Figura 2.

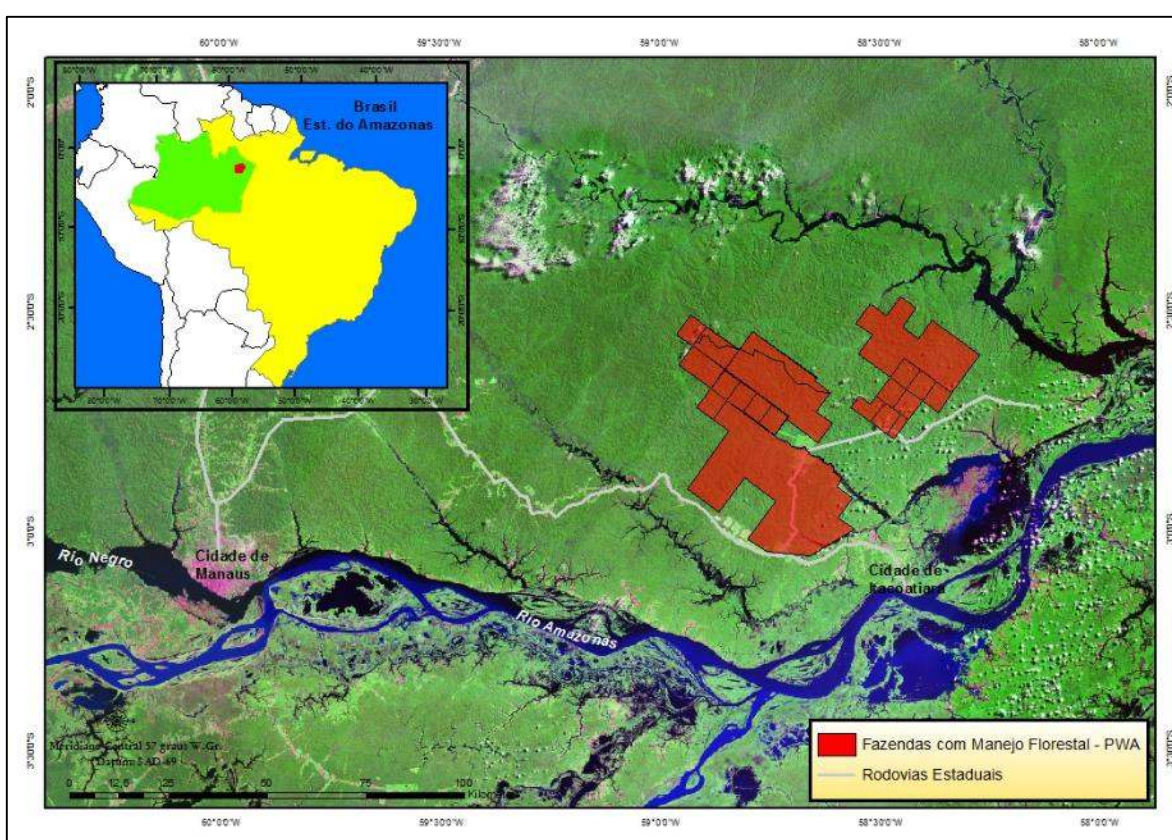


Figura 2. Localização geográfica da área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras Preciosas na região dos municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga, Estado do Amazonas.

A empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda. é parte integrante do grupo de investidores Precious Woods, com sede na Suíça. Por este fato a empresa também utiliza como nome fantasia Precious Woods Amazon, PWA.

O principal objetivo do Grupo PW é investir em projetos florestais em várias partes do mundo com princípios fundamentados na certificação florestal, sendo ecologicamente adequados, socialmente responsáveis e economicamente viáveis. A partir destes princípios, o grupo expandiu suas atividades para o Brasil em 1994, apostando no Manejo Florestal Sustentável de Baixo Impacto.

A Mil Madeiras Preciosas é a pioneira na implantação do sistema de manejo florestal considerado de “baixo impacto” na Amazônia Brasileira e na obtenção da certificação florestal, sendo certificada pelo selo internacional FSC (Forest Stewardship Council), em julho de 1997 (PMFS/Mil Madeiras, 2013).

5.1.1 Clima

De acordo com Kottek *et al.* (2006), usando a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da área de estudo está classificado como **Am**. A letra “A” é uma classificação do clima como Tropical Chuvoso, e letra “m” é decorrente de uma subclassificação, denominado monçônico. Segundo Peel *et al.*, (2007), este clima possui como característica altas precipitações durante quase todo o ano, diferindo apenas por apresentar maiores quedas pluviométricas durante três meses do ano.

5.1.2 Solos

Segundo dados do projeto RADAMBRASIL (1978), os solos da área de estudo estão classificados no grupo dos Latossolos Amarelos Distróficos, de acordo com o Mapa Geral de Solos do Brasil. Mendonça (2003) descreve os solos da região como sendo de baixa fertilidade natural, alta toxidez de alumínio e textura argilosa. Os solos dos platôs apresentam um alto conteúdo de argila. Os solos nas encostas são também argilosos, porém apresentam uma camada superficial arenosa.

5.1.3 Tipologia florestal

As espécies comerciais estão localizadas na área de terra firme constituída pela Floresta Ombrófila Densa. Também podem ser encontradas as formações vegetais de Floresta de Alagadiço (Igapó) e Campinarana (PMFS/Mil Madeiras, 2013).

Segundo o IBGE (1992), a Floresta Ombrófila Densa é uma vegetação caracterizada por indivíduos arbóreos de grande porte, com lianas lenhosas e epífitas em abundância, ligada

a fatores climáticos tropicais de altas temperaturas e alta precipitação bem distribuída durante o ano, sem um período biologicamente seco.

5.1.4 Hidrografia

Os rios Anebá e Carú fazem a drenagem da região, em um sistema de fluxo no plano paralelo rumo Sudeste, desaguando no rio Urubu, que por sua vez deságua no rio Amazonas. O rio Anebá, no limite norte da área, alcança uma largura de até 10 m, sendo navegável para pequenas embarcações. Sua área de drenagem é de aproximadamente 1.500 km². O rio Caru, um pouco menor, é internamente maior dentro da área de manejo, drenando cerca de 800 km².

Durante o período de chuva pequenos cursos de água bem como rios maiores podem aumentar consideravelmente de volume, ocorrendo a alagação muitas áreas de vegetação, que são chamadas de floresta de igapó (PMFS/Mil Madeiras, 2013).

5.1.5 Topografia

O relevo é um planalto dissecado, com platôs levemente inclinados, com algumas encostas bastante íngremes limitando estas florestas. Estas encostas podem ter de 5 a 20 m de profundidade, com declives de 10° a 40°. O ponto mais alto no mapa topográfico da propriedade é encontrado a cerca de 128 m, e o mais baixo a 40 m, com distância entre estes pontos de cerca de 40 km (PMFS/Mil Madeiras, 2013).

5.2 SISTEMA DE MONITORAMENTO DA FLORESTA

Desde o primeiro ano de exploração do manejo, a empresa Mil Madeiras Preciosas utiliza o Inventário Florestal Contínuo (IFC), através do sistema de parcelas permanentes, no monitoramento da floresta após as atividades de exploração.

Instalam-se parcelas permanentes em todas as Unidades de Produção Anual (UPA), antes e depois da exploração, para obter informações sobre os efeitos do sistema de exploração aplicado na floresta.

5.2.1 Instalação das Parcelas Permanentes

Foram instaladas 164 parcelas permanentes, conforme a metodologia adotada por Silva e Lopes (1984).

As parcelas permanentes foram instaladas com a dimensão de 100 m x 100 m (1 hectare). Cada parcela foi dividida em 100 subparcelas de 10 m x 10 m (PMFS/Mil Madeiras, 2013).



Figura 3. Piquete utilizado para delimitar e sinalizar as subparcelas, parcela permanente 4, UPA B, área de manejo da empresa Mil Madeiras Preciosas, Itacoatiara-AM.

5.2.2 Medição das Parcelas Permanentes

São avaliados os seguintes parâmetros para cada árvore: 1) identificação botânica das espécies florestais; 2) Diâmetro a altura do Peito (DAP); 3) classe de identificação do fuste (CIF); 4) situação silvicultural; 5) presença de danos/defeitos na árvore; 6) grau de iluminação da copa; 7) forma da copa; 8) presença de cipós; 9) classe de floresta e 10) coordenadas cartesianas (SILVA *et al.*, 2005).

5.2.2.1 Numeração e identificação botânica

Todos os indivíduos mensurados foram plaqueteados com plaquetas de alumínio e identificados botanicamente em nível de espécie. O material botânico foi identificado por meio de comparações a exsiccatas disponíveis no herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

As plaquetas foram numeradas com 6 dígitos: os dois primeiros identificando o número da parcela, os dois seguintes identificando a subparcela, e os dois últimos o número da árvore (Figura 4). Este sistema identifica individualmente cada árvore, ou seja, a numeração não se repete na UPA.

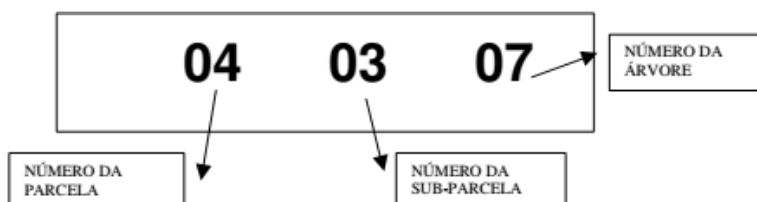


Figura 4. Plaqueta de alumínio utilizada para identificação dos indivíduos mensurados na área de Manejo Florestal Sustentável da Mil Madeiras Preciosas.

5.2.2.2 Medição do diâmetro

O DAP foi medido aproximadamente à 1,30 m acima do solo. Quando o ponto de medição apresentou obstáculos como nó e sapopema, a medição foi feita em um local imediatamente acima, sempre sinalizado com a tinta na cor vermelha. Para as árvores já medidas em inventários anteriores, a medição foi feita no local marcado (SILVA *et al.*, 2005).

5.2.2.3 Classe de identificação do fuste (CIF)

A classe de fuste é determinada por meio de códigos numéricos que indicam o estado de sanidade das árvores. O estabelecimento das categorias da CIF está descrito na Figura 5:

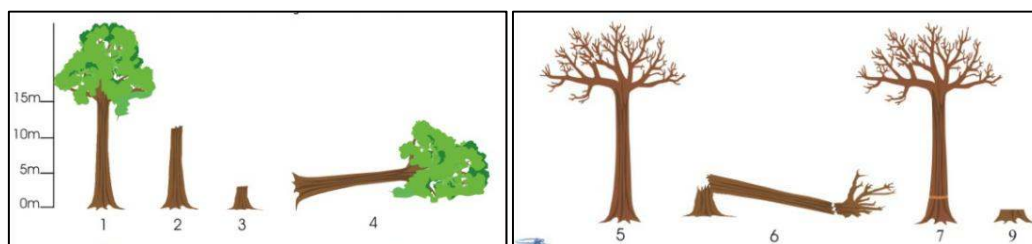


Figura 5. Classe de identificação de fuste (CIF) de árvores. (1) Árvore viva em pé com o fuste completo; (2) Árvore viva em pé, sem copa, com o fuste igual ou maior que 4,0 m de comprimento; (3) Árvore viva em pé, sem copa, com o fuste menor que 4,0 m de comprimento; (4) Árvore viva caída; (5) Árvore morta por causa natural; (6) Árvore morta por exploração; (7) Árvore morta por tratamento silvicultural; (8) Árvore não encontrada; (9) Árvore colhida (toco de exploração). Fonte: Silva *et al.* (2005).

5.2.2.4 *Situação silvicultural*

A situação silvicultural é determinada por meio de códigos numéricos que indicam as ações silviculturais aplicadas na floresta (Figura 6). O estabelecimento das categorias da situação silvicultural está descrito da seguinte maneira:

1. Árvore reservada para colher;
2. Árvore anelada;
3. Árvore anelada e tratada com produto químico;
4. Árvore beneficiada por tratamento silvicultural;
5. Árvore não reservada nem tratada.



Figura 6. Prática silvicultural de anelamento das árvores, realizada na área de manejo da empresa Mil Madeiras Preciosas, Itacoatia-AM.

5.2.2.5 *Avaliação de danos*

Os danos nas árvores foram determinados por meio de códigos numéricos que indicam a intensidade do impacto da exploração às árvores remanescentes, como também o impacto de tratamentos silviculturais e de fenômenos naturais como vento e tempestade.

As observações foram feitas no fuste e na copa de árvores vivas (completas quebradas ou caídas). O estabelecimento desta categoria está descrito na Figura 7.

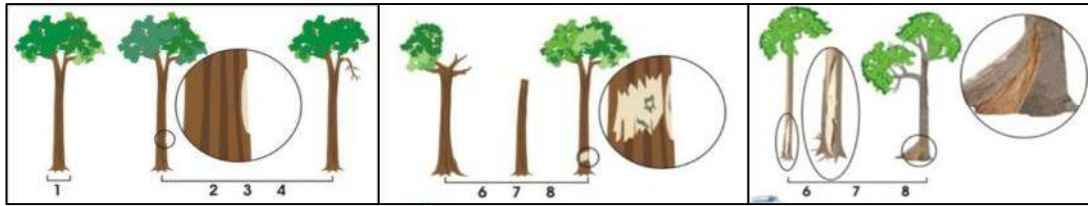


Figura 7. Tipos de danos nas árvores. (1) Árvore sem dano; (2) Árvores com danos leves, decorrente de causas natural; (3) Árvores com danos leves decorrente da exploração; (4) Árvores com danos leves decorrente do tratamento silvicultura; (5) Árvore com danos severos decorrente de causa natural; (6) Árvore com danos severos decorrentes da exploração; (7) Árvores com danos severos decorrente de tratamento silvicultural; (8) Árvores com danos leves decorrente do fogo; (9) Árvore com dano severos decorrente do fogo; (10) Árvore cujo dano foi recuperado ou cicatrizado. Fonte: Silva et al (2005).

5.2.2.6 Iluminação da Copa

A iluminação da copa é determinada por meio de códigos numéricos onde foi avaliada a iluminação da copa considerando somente as árvores vivas e em pé, mesmo as copas quebradas e as completas com diâmetro maior ou igual a 15 cm. O estabelecimento das categorias iluminação da copa está descrito na Figura 8:

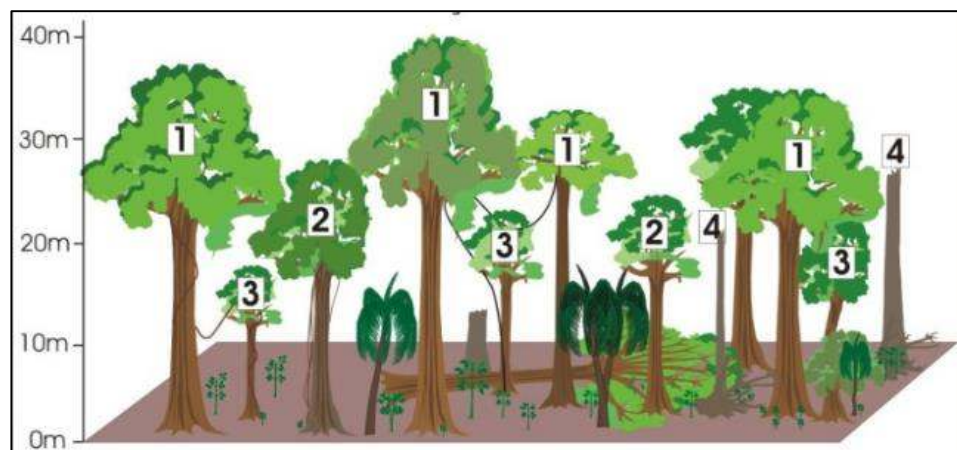


Figura 8. Categorias de iluminação das copas. (1) Copa emergente ou completamente exposta á luz; (2) Copa parcialmente iluminada, ou seja, parcialmente coberta por copas de árvores vizinhas; (3) Copa completamente coberta por copas por copas de árvores vizinhas, recebendo apenas luz lateral ou difusa; (4) Sem avaliação (árvores sem copa). Fonte: Silva et al (2005).

5.2.2.7 Forma da Copa

A forma da copa é determinada por meio de códigos numéricos onde foram avaliadas desde árvores com copas completas até árvores sem copas. Na avaliação dessa variável foram consideradas somente as árvores vivas e em pé, com diâmetro igual ou maior que 15 cm, de acordo com as categorias ilustradas na Figura 9:

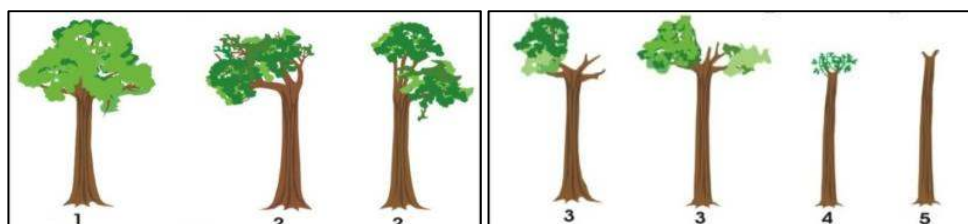


Figura 9. Características da forma das copas. (1) Copa completa normal: árvore que apresenta a copa completa, bem distribuída; (2) Copa completa irregular: árvore que apresenta a copa completa, porém mal distribuída, devido a fatores naturais como, por exemplo, crescimento no sentido de áreas com maior incidência de luz; (3) Copa incompleta: árvore que perdeu parte da copa devido a causas naturais ou exploração; (4) Rebrotação: copa em processo de regeneração, após dano severo como o descopamento; e (5) Sem copa: árvore que perdeu a copa por queda de outras árvores devido à exploração ou a causas naturais. Fonte: Silva et al (2005).

5.2.2.8 Avaliação da presença de Cipós

A presença dos cipós nas árvores é determinada por meio de códigos numéricos onde é avaliado o grau de infestação dos cipós nas árvores observadas. O estabelecimento do grau de infestação de cipó está descrito na Figura 10.

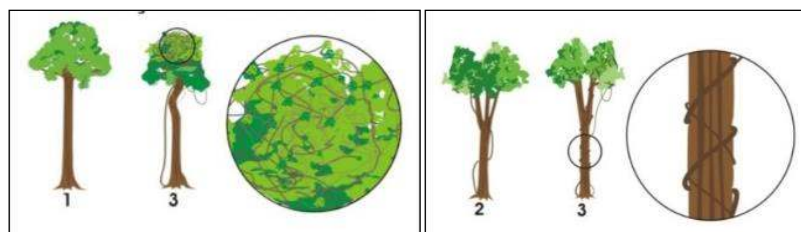


Figura 10. Presença e efeito de cipós. (1) Nenhum cipó na árvore; (2) Cipós presentes, sem causar danos; (3) Cipós presentes, restringindo o crescimento (fortemente atacam o fuste ou cobrindo completamente a copa); (4) Cipós cortados, ainda vivos, porém sem causar danos à árvore; (5) Cipós cortados, ainda vivos, restringindo o crescimento da árvore; (6) Cipós cortados e mortos. Fonte: Silva et al (2005).

5.2.2.9 Classe de Floresta

A classe de floresta é determinada por meio de códigos numéricos onde é avaliada a fase que a floresta se encontrava no momento em que foram feitas as medições da parcela permanente. O estabelecimento da categoria classe de floresta está descrito na Figura 11.

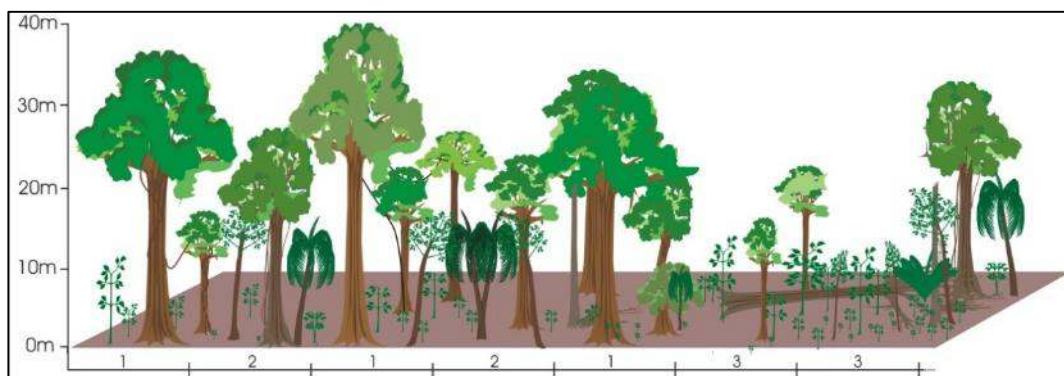


Figura 11. Classes de Floresta. (1) Floresta madura: a subparcela apresenta pelo menos uma árvore com diâmetro igual ou maior que 40 cm; (2) Floresta em construção: a floresta apresenta pelo menos uma árvore com diâmetro maior ou igual a 10 cm e menor que 40 cm; (3) Clareira: há uma abertura no dossel, de pelo menos 50% da área da subparcela, e poucas ou nenhuma árvore com diâmetro maior que 10 cm presente na subparcela. Quando existirem, as copas se projetam para fora do limite da subparcela. Fonte: Silva et al (2005).

5.3 HISTÓRICO DA EXPLORAÇÃO NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO ANUAL (UPA)

Segundo o Plano de Manejo Florestal - PMFS/Mil Madeiras (2013), a empresa utiliza o mesmo sistema silvicultural desde 1995, passando por adaptações à legislação florestal brasileira, até os dias atuais.

A primeira propriedade planejada para o manejo foi a Fazenda Dois Mil, com uma área total de 80.729,50 hectares, dividida em unidades de produção anual (UPA), cuja identificação foi feita na sequência alfabética, além de uma área de aproximadamente 7 mil hectares destinada a preservação. Na UPA “A”, em 1995, foram realizados vários testes de aplicação do sistema de exploração do projeto.

Hoje a área de manejo florestal da empresa é de 202.104,76 hectares, com ciclo de corte definido para 35 anos. Ou seja, de acordo com a legislação atual, o segundo ciclo de corte só poderá ocorrer a partir do ano de 2030 na UPA A.

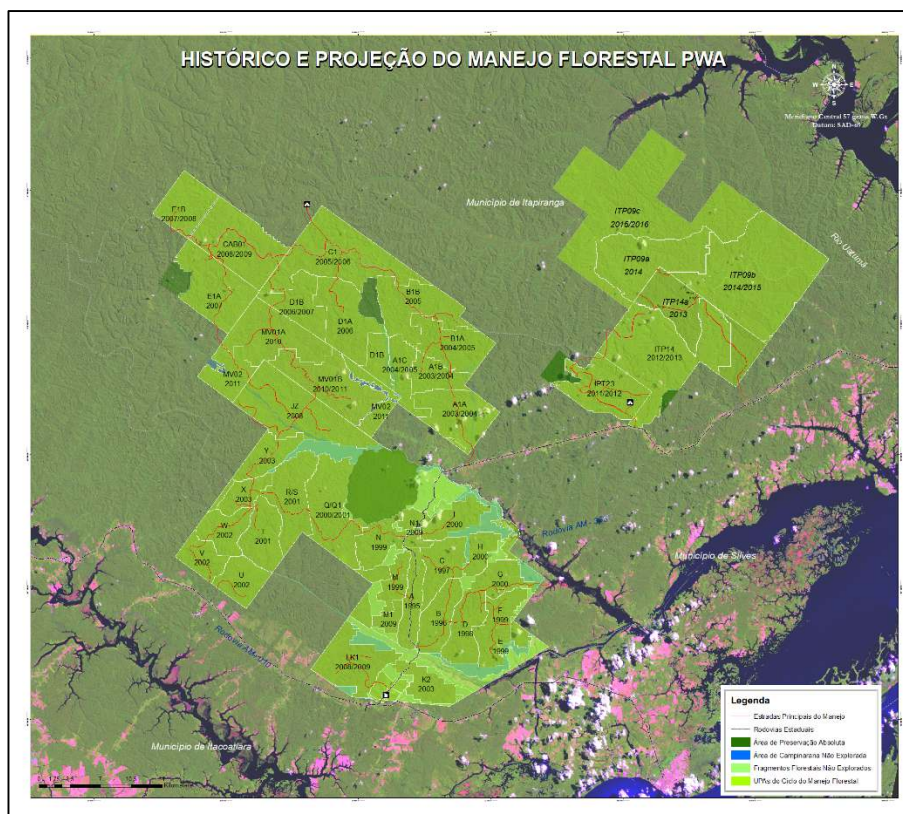


Figura 12. Histórico de exploração nas Unidades de Produção Anual (UPA) da Área de manejo florestal da empresa Mil Madeiras Preciosas na região dos municípios de Itacoatiara, silves e Itapiranga, Estado do Amazonas, Brasil.

5.4 UNIDADES DE PRODUÇÃO ANUAL AVALIADAS

Neste estudo foram analisadas 41 parcelas permanentes de 1 hectare cada, localizadas nas UPAs B, C e D, cujo histórico da exploração está descrito na Tabela 2. As informações das 41 parcelas permanentes estudadas estão contidas na Tabela 3.

Tabela 2. Histórico da exploração nas unidades de produção anual B, C e D, com o tamanho da área, o volume de madeira, a área basal total das árvores exploradas (G), o número total de árvores exploradas (N) e a intensidade de corte (I.C), de cada UPA.

UPA	Área (ha)		Volume (m ³)		G (m ²)	N	I.C (m ³ .ha ⁻¹)
	Total	Preservada	Autorizado	Explorado			
B	2.598,56	460,56	116.783,90	44.405,70	3.644	11.693	20,77
C	2.613,11	591,11	91.007,71	33.694,60	2.809	7.745	16,66
D	2.776,37	558,27	98.882,90	50.216,60	3.772	11.017	22,64

Tabela 3. Distribuição das Parcelas permanentes instaladas nas unidades de produção anual (UPA) B, C e D, com o ano de exploração, ano e mês de medição e quantidade de parcelas.

ÁREA	EXPLORAÇÃO	MEDIÇÃO	MÊS	ANO	N. PARCELAS
B	1996/1997	01	Dez	1996	14
		02	Mai	1998	
		03	Mar	2001	
		04	Ago	2014	
C	1997	01	Out	1997	13
		02	Ago	2001	
		03	Dez	2014	
D	1998	01	Abr	1998	14
		02	Out	2001	
		03	Dez	2014	

Pela Figura 13 é possível observar a distribuição espacial das parcelas nas três UPAs consideradas neste estudo.

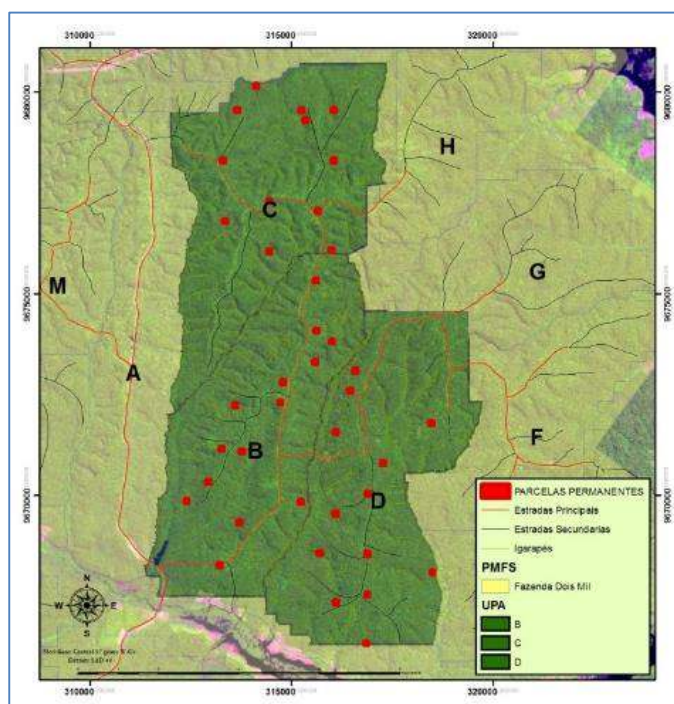


Figura 13. Mapa de distribuição das 41 parcelas permanentes analisadas neste estudo, nas UPAs B, C e D, da área de Manejo da empresa Mil Madeiras Preciosas.

5.5 ANÁLISE DOS DADOS

5.5.1 Dinâmica da Floresta

Foram efetuados os cálculos dos incrementos periódicos médios anuais em diâmetro, área basal e volume, e as taxas de ingresso e de mortalidade (relativos). Estes valores foram calculados para todas as espécies e para o conjunto de espécies comerciais. Com evidência para as mudanças no tempo e comparações entre períodos de tempo pré e pós-colheita.

Foram considerados dois tipos de mortalidade: mortalidade devido a causas naturais e mortalidade devido à atividade de exploração (devido a danos na exploração, destruição durante a colheita ou devido a tratamento silvicultural).

As taxas de ingresso e mortalidade foram obtidas por meio das seguintes equações:

$$I(\%) = \frac{\text{núm. árv. ingressaram}}{\text{núm. árv. total da medição anterior}} \cdot 100$$

$$M(\%) = \frac{\text{núm. árv. morreram}}{\text{núm. árv. total da medição anterior}} \cdot 100$$

Em que:

$I(\%)$ = taxa de ingresso;

$M(\%)$ = taxa de mortalidade.

Os incrementos periódicos anuais IPA_{DAP} , IPA_G e IPA_V foram calculados por meio das seguintes equações:

$$\text{Crescimento} = C_2 - C_1$$

$$\text{Nanos} = A_2 - A_1$$

$$\text{Nmes} = M_2 - M_1$$

$$\text{Intervalo ano} = \text{Nanos} + \frac{\text{Nmes}}{12}$$

$$IPA = \frac{\text{Crescimento}}{\text{Intervalo ano}}$$

Onde:

C_2 e C_1 = mensurações no final do período e no início do período, respectivamente, da variável de interesse;

A_2 e A_1 = anos no final e no início do período, respectivamente;

M_2 e M_1 = meses no final e no início do período, respectivamente;

IPA = incremento periódico anual.

A área basal foi obtida por meio das seguintes fórmulas:

$$g_i = \frac{\pi \cdot DAP^2}{40.000}$$

$$G = \sum_{i=1}^n g_i$$

Sendo:

g_i = área da seção transversal individual;

π = pi (constante matemática);

DAP = diâmetro à altura do peito em cm;

G = área basal em m^2/ha .

O volume individual (v_i) foi calculado através da equação ajustada por Lima (2010), feita para região central de Manaus:

$$v_i = 0,001176 * (DAP)^{1,99868} \quad (R^2 = 0,89 \text{ e incerteza} = 4,0\%)$$

Em que:

v_i = volume comercial com casca em m^3 ;

DAP = diâmetro à altura do peito em cm.

5.5.2 Testes Estatísticos

5.5.2.1 Análise de Correlação Simples

Foram realizadas análises de correlação simples entre as variáveis categóricas do povoamento (grau de iluminação da copa, forma da copa, CIF e presença e efeito dos cipós), combinadas com as de crescimento (Incremento periódico anual em DAP (IPA_{DAP}), área basal (IPA_G) e volume (IPA_V)), com objetivo de determinar a correlação existente entre o

crescimento e as variáveis categóricas antes e pós-exploração. Esse procedimento mede a relação apenas entre duas variáveis quaisquer, quando os efeitos de outras variáveis forem controlados (FONSECA et al., 1976).

O coeficiente de correlação linear de Pearson foi definido por:

$$r_{xy} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\left[\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \cdot \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right] \right]^{\frac{1}{2}}} = \frac{S_{xy}}{(S_{xx} \cdot S_{yy})^{\frac{1}{2}}}$$

r_{xy} = coeficiente de correlação linear de Pearson;

X = $IPADAP$ ou $IPAG$ ou $IPAV$;

Y = variáveis categóricas do povoamento (CIF, grau de iluminação da copa, forma da copa e presença e efeito dos cipós).

5.5.2.2 *Teste t de Student*

Foi realizado o teste-t de Student para amostras relacionadas (pareadas), sem incluir ingresso e mortalidade, e amostras independentes, incluindo ingresso e mortalidade, a 5% de probabilidade, para as variáveis volume, área basal, diâmetro e número de espécies para observar o efeito da exploração florestal na comunidade remanescente antes e após a exploração.

O teste t foi calculado pelas fórmulas:

- Amostras pareadas

a) Diferença das unidades avaliadas: número de árvores (N), diâmetro (DAP), área basal (G) e volume (V), entre duas medições.

$$d = x_2 - x_1 \quad [1]$$

b) Média das diferenças

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} \quad [2]$$

c) Variância das diferenças

$$s^2 = \frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}}{n - 1} \quad [3]$$

d) O valor de t

$$t = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} \quad [4]$$

Em que:

d = Diferença das unidades entre duas medições

x_1 = Valor em N, DAP, G e V, antes da exploração

x_2 = Valor em N, DAP, G e V, depois da exploração

t = Valor de t ;

n^* = Grau de liberdade

- Amostras independentes

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n}}{n - 1} \quad [1]$$

$$s^2 = \frac{(n_x - 1).s_x^2 + (n_y - 1).s_y^2}{n_x + n_y - 2} \quad [2]$$

- Variâncias diferentes

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{s_x^2}{n_x} + \frac{s_y^2}{n_y}}} \quad [3]$$

- Variâncias iguais

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{s^2 \left(\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right)}} \quad [4]$$

$$n^* = \frac{\left(\frac{s_x^2}{n_x} + \frac{s_y^2}{n_y}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_x^2}{n_x}\right)^2}{n_x - 1} + \frac{\left(\frac{s_y^2}{n_y}\right)^2}{n_y - 1}} \quad [5]$$

$$n^* = n_x + n_y - 2 \quad [6]$$

5.5.2.3 *Análise de variância (ANOVA)*

Também foi realizado a análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade, sendo realizada segundo delineamento com um único fator (tratamento = variável categórica - iluminação da copa, forma de copa e CIF), com dados não balanceados, para Incremento periódico anual em DAP (IPA_{DAP}), área basal (IPA_G) e volume (IPA_V), foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

5.5.2.4 *Análise de variância com medidas repetidas no tempo*

Foram realizadas Análises de Variância com Medições Repetidas (von ENDE, 2001) para estudar se os crescimentos em diâmetro, área basal e volume, a mortalidade, o recrutamento e incrementos periódicos anuais em diâmetro, área basal e volume foram influenciados pelo sistema de manejo aplicado as diferentes UPAs (tratamentos) com o passar do tempo.

A análise do experimento obedeceu o seguinte modelo experimental:

$$X_{jk} = \mu + T_j + B_k + TB_{jk} + \epsilon_{m(jk)}$$

T = Tratamento (UPAs) $j = 1, \dots, p = 3$

B = Tempo (T) $k = 1, \dots, q = 4$

X_{jk} = a observação correspondente ao j-ésimo tratamento e k-ésimo tempo;

μ = média geral comum a todas as observações;

T_j = efeito do j-ésimo tratamento fator fixo;

B_k = efeito do k-ésimo tempo – fator fixo;

$\epsilon_{m(jk)}$ = erro aleatório associado à observação X_{jk} - fator aleatório;

Os outros termos são padrões para as interações entre os principais fatores T e B.

5.5.3 Prognose do Crescimento e Produção (Cadeia de Markov)

O povoamento florestal foi dividido em oito classes diamétricas, a partir dessas, foi realizada a predição da frequência considerando períodos equivalentes às primeiras medições. Os intervalos foram de 5 anos para UPA B, 4 anos para UPA C e 3 anos para UPA D. Projetou-se a distribuição diamétrica de cada UPA até os anos de 2016, 2014 e 2013 respectivamente, comparando-as com os dados reais obtidos 2014.

Utilizou-se o método de matriz de transição que considera as frequências diamétricas no ano de início da simulação (t) na forma de vetor, que multiplicado por uma matriz de probabilidades de transição (G) entre classes diamétricas, permite obter as frequências do ano final ($t + \theta t$). Considera-se a mortalidade e o recrutamento, este, como um vetor (I_{it}), que é adicionado ao produto vetor-matriz descrito (ARCE *et al.*, 2001).

Durante o período de crescimento (θ), as árvores que não foram exploradas, podem permanecer na mesma classe de diâmetro ou avançar para a classe seguinte, ou ainda morrer num determinado intervalo de tempo (t).

O modelo pode ser escrito na seguinte forma matricial:

$$\begin{bmatrix} y_{1t+\theta} \\ y_{2t+\theta} \\ y_{3t+\theta} \\ y_{4t+\theta} \\ \circ \\ \circ \\ \circ \\ y_{nt+\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & \circ & \circ & \circ & \circ & 0 \\ 0 & b_3 & a_3 & 0 & \circ & \circ & \circ & \circ & 0 \\ 0 & 0 & b_4 & a_4 & \circ & \circ & \circ & \circ & 0 \\ \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ \\ \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ \\ \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ & \circ \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \circ & \circ & \circ & \circ & b_n & a_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} y_{1t} - h_{1t} \\ y_{2t} - h_{2t} \\ y_{3t} - h_{3t} \\ y_{4t} - h_{4t} \\ \vdots \\ y_{nt} - h_{nt} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} I_t \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

em que:

$y_{1t+\theta}$ = número de árvores vivas na classe 1, no tempo $t + \theta$;

h_{1t} = número de árvores exploradas na classe 1, no intervalo θ .

I_t = ingresso ($I_t \geq 0$).

a_i = probabilidade de que uma árvore que está viva numa classe de diâmetro i , no tempo t , não explorada no intervalo θ , permaneça viva e na mesma classe de diâmetro i , no tempo $t + \theta$.

b_i = probabilidade de que uma árvore que está viva na classe de diâmetro $i - 1$, no tempo t , não explorada no intervalo θ , esteja viva e na classe de diâmetro i , no tempo $t + \theta$.

Usando a notação matricial, esta expressão é escrita, mais compactamente como segue:

$$\underset{\sim}{Y}_{t+\theta} = G \left(\underset{\sim}{y}_{it} \right) + \underset{\sim}{c}$$

Em que:

G = matriz

$\underset{\sim}{c}$ = vetor coluna do ingresso

A discrepância entre as frequências observadas e projetadas foram testadas pela estatística χ^2 , expressa por:

$$\chi^2_{cal} = \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^k \frac{(Fo_{ij} - Fe_{ij})^2}{Fe_{ij}}$$

Fo_{ij} = frequência observada

Fe_{ij} = frequência esperada

Grau de liberdade: $gl = v = (h - 1).(v - 1)$

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os resultados referentes à exploração madeireira nas Unidades de Produção Anual (UPAS – B, C e D), são apresentados na Tabela 4.

Com a exploração de impacto reduzido aplicada, extraiu-se em média 4,7 árvores.ha⁻¹, que representou a redução de área basal de 1,5 m².ha⁻¹, e volume de 20,0 m³.ha⁻¹. Esses valores são comparáveis aos de Ferreira (2005), na Amazônia Oriental, que observou a intensidade de 21,3 m³.ha⁻¹, e aos de Oliveira e Braz (2006), na Amazônia Ocidental, 20,0 m³.ha⁻¹. Ambos estudos em florestas manejadas comercialmente.

Tabela 4. Intensidade de exploração em relação ao número de indivíduos, área basal, volume e número de espécies das Unidades de Produção Anual (UPA) B, C e D da Área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.

UPA	Árvores Exploradas (N.ha ⁻¹)	Área Basal (m ² .ha ⁻¹)	Volume (m ³ .ha ⁻¹)	Nº Espécies Exploradas
B	5,3073	1,7048	20,7698	45
C	3,8304	1,3894	16,6640	45
D	4,9669	1,7008	22,6275	53
Média Geral	4,7015	1,5983	20,0204	47,67

Foram exploradas um total de 55 espécies com o diâmetro mínimo de corte (DMC) de 50 cm, exceto para as espécies destinadas a comercialização de postes: *Chrysophyllum prieurii* (Abiurana-ferro) e *Minquartia guianensis* (Acariquara) a partir de 25 cm, e *Eschweilera coriacea* (Matamatá-preto), a partir de 30 cm. A lista de espécies exploradas está contida da Tabela 5.

Segundo a empresa Mil Madeiras Preciosa, na época de exploração dos três compartimentos (1996 a 1998) houve um intenso trabalho de introdução de novas espécies no mercado madeireiro, com êxito, a curto e médio prazos, para a maioria das espécies exploradas. Contudo, nos dias de hoje, a viabilidade do manejo ainda é ameaçada pela falta de demanda no mercado de várias espécies com potencial madeireiro.

Tabela 5. Lista das espécies comercializadas e seus respectivos número de indivíduos, área basal e volume explorados, nas Unidades de Produção Anual (UPA) B, C e D da Área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.

Família	Nome Científico	Nome Vulgar	N	G (m²)	Vol (m³)
Lavraceae	Persea Laevigata	Abacatirana	11	3,39	45,80
Sapotaceae	Chrysophyllum prieurii	Abiurana	711	178,06	2343,30
Olacaceae	Minquartia guianensis	Acariquara	5096	506,96	5091,00
Moraceae	Brosimum parinarioides	Amapá	655	243,86	3154,10
Moraceae	Brosimum potabile	Amapá-doce	994	462,04	5929,20
Leguminosae	Andira laurifolia	Angelim-do-campo	439	242,31	2894,50
Leguminosae	Hymenolobium excelsum	Angelim-fava	53	22,19	270,80
Leguminosae	Hymenolobium modestum	Angelim-pedra	863	355,97	4596,90
Leguminosae	Pithecellobium incuriale	Angelim-rajado	78	23,26	262,00
Leguminosae	Dinizia excelsa	Angelim-vermelho	502	378,81	4839,90
Myristicaceae	Iryanthera paraensis	Arurá-vermelho	530	213,59	2766,50
Burseraceae	Protium puncticulatum	Breu-vermelho	912	281,73	3686,00
Anacardiaceae	Anacardium parvifolium	Caju	127	63,77	591,60
Lecythidaceae	Lecythis pisonis	Castanharana	1318	343,39	4551,70
Bombacaceae	Scleronema micranthum	Cedrinho	1528	442,54	5713,90
Leguminosae	Copaifera multijuga	Copaíba	78	26,51	334,00
Leguminosae	Dipteryx odorata	Cumarú	791	314,89	3683,40
Celastraceae	Goupia glabra	Cupiúba	883	290,95	3789,90
Leguminosae	Vatairea guianensis	Fava	35	16,48	195,60
Leguminosae	Piptadenia suaveolens	Favinha	499	169,52	2265,10
Moraceae	Clarisia racemosa	Guariúba	1100	421,45	5411,60
Bignoniaceae	Tabebuia serratifolia	Ipê	56	26,81	307,30
Clusiaceae	Calophyllum brasiliense	Jacaréúba	54	24,73	305,80
Lecythidaceae	Lecythis poiteaui	Jarana	490	128,13	1640,10
Leguminosae	Hymenaea courbaril	Jatobá	504	184,18	2376,30
Leguminosae	Dialium guianense	Jutaí-pororoca	17	6,60	87,80
Lauraceae	Licaria rigida	Louro-amarelo	309	107,29	1116,20
Lauraceae	Licaria aritu	Louro-aritú	60	23,50	176,20
Proteaceae	Roupala montana	Louro-faia	155	71,45	695,90
Lauraceae	Ocotea rubra	Louro-gamela	1553	822,30	10463,90
Lauraceae	Mezilaurus itauba	Louro-itaúba	941	300,04	3790,40
Lauraceae	Ocotea neesiana	Louro-preto	1969	571,74	7363,20
Sapotaceae	Manilkara cavalcantei	Maparajuba	186	52,48	710,20
Simaroubaceae	Simarouba amara	Marupá	89	30,17	374,50
Sapotaceae	Manilkara huberi	Maçaranduba	1422	575,64	7454,20
Lecythidaceae	Eschweilera coriacea	Matamatá-preto	160	35,32	460,10
Leguminosae	Alexa grandiflora	Melancieira	34	16,41	193,40
Anacardiaceae	Astronium lecointei	Muiracatiara	237	75,11	1005,20
Moraceae	Brosimum rubescens	Muirapiranga	42	15,05	179,10

Tabela 5. Continuação...

Família	Nome Científico	Nome Vulgar	N	G (m ²)	Vol (m ³)
Caryocaraceae	Caryocar glabrum	Pequiarana	619	353,97	4466,90
Leguminosae	Parkia paraensis	Paricarana	238	93,29	1191,70
Apocynaceae	Aspidosperma desmanthum	Pequiá-marfim	458	144,81	1762,80
Caryocaraceae	Caryocar villosum	Pequiá	306	188,61	2402,90
Lauraceae	Aniba canelilla	Preciosa	54	15,87	184,90
Leguminosae	Enterolobium schomburgkii	Sucupira-amarela	351	132,16	1732,90
Leguminosae	Diptotropis racemosa	Sucupira-preta	74	21,52	268,40
Leguminosae	Andira parviflora	Sucupira-vermelha	656	203,89	2624,20
Lecythidaceae	Couratari guianensis	Tauari-branco	75	27,92	370,20
Leguminosae	Tachigali spp.	Taxi	104	33,82	451,10
Combretaceae	Buchenavia viridiflora	Tanibuca	19	5,92	78,40
Humiriaceae	Endopleura uchi	Uxi	626	227,37	2892,80
Leguminosae	Peltogyne catिंगae	Violeta	267	82,80	999,50
Vochysiaceae	Qualea paraensis	Mandioqueira	34	14,46	191,60
Myristicaceae	Osteophloeum platyspermum	Arurá-branco	107	43,91	584,20
Burseraceae	Protium paniculatum	Breu-branco	236	117,15	1544,10

A maior intensidade de exploração ocorreu nas árvores de 50 a 75 cm de DAP (Tabela 6). Este fato pode ser atribuído ao diâmetro médio das árvores comerciais dominantes, característico da floresta estudada.

Tabela 6. Intensidade de exploração por classe diamétrica em relação ao número de indivíduos, área basal, volume e número de espécies nas Unidades de Produção Anual (UPA) B, C e D da Área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.

Centro de Classe	Árvores (N.ha ⁻¹)	Área Basal (m ² .ha ⁻¹)	Volume (m ³ .ha ⁻¹)
20	0,2667	0,0112	0,1604
30	0,3779	0,0271	0,3944
40	0,1201	0,0139	0,1978
50	1,0795	0,2260	3,0880
60	1,1714	0,3418	4,6178
70	0,7466	0,2882	3,8378
80	0,4473	0,2244	2,8686
≥85	0,5113	0,4708	4,9495
Total	4,7015	1,5983	20,0204

O balanço das espécies registradas na área amostral de 41 hectares, antes e após a exploração, além do número de famílias e gêneros, é apresentado na Tabela 7.

Antes da exploração foram registradas 12.117 árvores com DAP \geq 15 cm, pertencentes a 188 espécies, distribuídas em 115 gêneros de 49 famílias (Apêndice 1). Nota-se que após a exploração houve um decréscimo do número total de indivíduos (10.482) e de espécies (186), entretanto há uma recuperação desses valores em 2014.

Tabela 7. Número de árvores registradas com DAP \geq 15 cm e suas respectivas espécies, gêneros e famílias, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.

Medição	Indivíduos	Espécies			Gêneros	Famílias
		Saída	Entrada	Total		
<i>*Antes da exploração</i>	12.177	-	-	188	115	49
2001	10.482	2	-	186	114	48
2014	12.640	2	11	195	115	48

** Medições realizadas no período de 1996 a 1998.*

Em 2014 foi registrada a maior alteração no balanço de espécies, com a ausência de duas e o ingresso 11 (Tabela 8). Entretanto, para o grupo das 45 espécies comercializadas pela empresa Mil Madeiras Preciosas (Apêndice 2), não foi observado alteração quantitativa entre os anos de medição, ou seja, nenhuma das espécies ausentes ou ingressantes, é considerada de valor comercial madeireiro.

A diminuição no número de espécies logo após a exploração e posterior recuperação, também foi observado por Silva (2004), na Amazônia Oriental.

Oliveira (2005), em estudo realizado na Amazônia Oriental, observou acréscimo de 10 espécies após a exploração e desbaste. O mesmo comportamento foi observado por Silva et al., (1995), 13 anos após a exploração, na região do Tapajós, Estado do Pará, onde a extração de madeira alterou a composição florística, reduzindo o número de espécies tolerantes e estimulando o aumento de espécies de crescimento rápido.

Tabela 8. Balanço das espécies durante as medições, antes e após a exploração, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.

Espécies registradas somente antes da exploração	Ant. Expl. N. Indivíduos	2001 N. Indivíduos	2014 N. Indivíduos
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Frondin	2	-	-
<i>Não Identificada N.42</i>	1	-	-
Espécies registradas até a medição de 2001			
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	1	1	-
<i>Perebea</i> sp.	1	2	-
Espécies registradas somente em 2014			
<i>Duroia saccifera</i> (Mart. ex Roem. & Schult.) Hook. f. ex Schumann	-	-	1
<i>Eschweilera pseudodecolorans</i> S.A. Mori	-	-	25
<i>Protium sagotianum</i> Marchand	-	-	16
<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart.	-	-	13
<i>Virola theiodora</i> (Spruce ex Benth.) Warb.	-	-	7
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	-	-	190
<i>Vismia</i> sp.	-	-	1
<i>Guatteria</i> sp.	-	-	3
<i>N.identificado N.1</i>	-	-	2
<i>Octea</i> sp.	-	-	10
<i>Virola caducifolia</i> WA Rodrigues	-	-	4

Pela Tabela 8, nota-se que das 11 novas espécies, registradas em 2014, a *Vismia guianensis*, considerada de crescimento rápido, é a que se destaca com o maior número de indivíduos. Oliveira (2005) cita que a extração madeireira e as demais intervenções na floresta, provocam o aumento na quantidade de espécies pioneiras, alterando o balanço entre os grupos ecológicos.

Contudo, a maior alteração na composição das espécies, observada em 2014, é atribuída principalmente ao maior intervalo de tempo (13 anos), em relação a medição anterior.

6.2 CRESCIMENTO E PRODUÇÃO EM NÚMERO DE ESPÉCIES, NÚMERO DE ÁRVORES, ÁREA BASAL E VOLUME

O efeito do sistema silvicultural aplicado foi analisado com base na recuperação da floresta após as atividades de exploração, verificando aspectos relacionados a variação do número de espécies e no crescimento do povoamento remanescente.

6.2.1 Número de espécies

O número de espécies total e de valor comercial madeireiro, registradas antes e após as atividades de exploração nas UPAs B, C e D, são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Média e desvio padrão de todas as espécies e do grupo de espécies comerciais, registrada antes e após a exploração nas UPAs B, C e D. Área amostral de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.

UPA	Ano	Todas as Espécies (Espécies.ha ⁻¹)	Espécies Comerciais (Espécies.ha ⁻¹)
B	*1996	70,36 ± 8,22	24,28 ± 2,19
	1998	66,64 ± 9,38	22,07 ± 2,09
	2001	66,86 ± 8,94	22,35 ± 2,27
	2014	77,29 ± 7,76	23,78 ± 2,51
C	*1997	67,69 ± 5,5	22,07 ± 2,56
	2001	64,77 ± 5,56	21,30 ± 2,35
	2014	74,08 ± 7,76	22,23 ± 3,13
D	*1998	70,50 ± 6,54	23,57 ± 3,20
	2001	66,71 ± 6,5	21,71 ± 3,12
	2014	77,71 ± 6,37	23,28 ± 3,12

* *Medições realizadas antes da exploração.*

Observa-se que nas medições realizadas no período de 2 a 4 anos após a exploração houve um decréscimo no número médio de espécies em todas as UPAs, entretanto, de acordo com o Test *t* (Tabela 10), essa diferença não foi significativa, exceto na UPA B ($p=0,0112$) considerando o grupo de espécies comerciais.

Este resultado indica que a intensidade da exploração madeireira realizada na área não provocou alterações no número de espécies neste período. Por outro lado, observa-se aumento significativo no número total de espécies considerando as três UPAs estudadas, em

relação as medições realizadas antes da exploração. Foram registradas em 2014 mais espécies do que em 1996 (UPA B) e 2001 (UPAs C e D), respectivamente.

Para as espécies comerciais não houve diferença estatística para os períodos estudados, exceto na UPA B, 1996 x 1998 e 1996 x 2001, respectivamente (Tabela 10).

Tabela 10. Valor do Test *t* aplicado à variação do número de espécies total e comercial, antes e após a exploração nas UPAs B, C e D, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.

UPA	Período de Análise	Número de Espécies Total	Número de Espécies Comerciais
B	1996 x 1998	1,1142 ^{ns}	2,7294*
	1996 x 2001	1,0779 ^{ns}	2,2812*
	1996 x 2014	2,2927*	0,5597 ^{ns}
C	1997 x 2001	1,3484 ^{ns}	0,1257 ^{ns}
	1997 x 2014	2,4202*	0,3777 ^{ns}
D	1998 x 2001	1,5368 ^{ns}	1,5529 ^{ns}
	1998 x 2014	2,9583**	0,2389 ^{ns}

* Significativo a 5% de probabilidade - ** Significativo a 1% de probabilidade - ^{ns} Não significativo

Estudou-se também, por meio de análise de variância com medidas repetidas no tempo, se a variação do número de espécies do povoamento total e comercial, ocorreram em função do sistema de manejo aplicado ou em função do tempo.

Dos resultados obtidos na Tabela 11, pode-se inferir que as variáveis em estudo apresentaram diferença altamente significativa ($p < 0,0001$) em função do tempo. O número de espécies ($p = 0,6204$) e o número de espécies comerciais ($p = 0,5795$) não apresentaram variação estatisticamente significativa para a interação tempo*tratamento (UPA).

Nos levantamentos seguintes a exploração, o número de espécies total e comercial, cresceram proporcionalmente em todas as UPAs (tratamentos). No entanto este aumento foi somente em função do tempo e não resultado da abertura do dossel devido a exploração.

Tabela 11. Análise de Variância para medidas repetidas no tempo para o número de espécies total e comercial, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM.

ESPÉCIES TOTAL					
F. VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento (UPA)	2	131,631198	65,815599	0,69	0,5056
Erro	38	3601,417582	94,774147		
SUBPARCELA					
Tempo	1	2149,23324	2149,233242	209,36	<0,0001
Tempo*Tratamento (UPA)	2	9,925489	4,962745	0,48	0,6204
Erro (tempo)	38	390,0989016	10,265761		
ESPÉCIES COMERCIAIS					
F. VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento (UPA)	2	131,631198	65,815599	0,69	0,5056
Erro	38	3601,417582	94,774147		
SUBPARCELA					
Tempo	1	2149,23324	2149,233242	209,36	<0,0001
Tempo*Tratamento (UPA)	2	9,925489	4,962745	0,48	0,5795
Erro (tempo)	38	390,0989016	10,265761		

Com base nestes resultados pode-se afirmar que a variação quantitativa das espécies, decorrente dos efeitos da exploração madeireira, ocorreu de maneira equivalente nos três compartimentos analisados.

De maneira geral, os resultados demonstraram que em 2014 (16 a 18 anos após a exploração), a floresta manejada manteve o número de espécies de valor comercial e apresentou um número maior de espécies não comerciais, essas, oportunistas às condições proporcionadas pela retirada das árvores.

O aumento significativo de espécies pioneiras, sem valor comercial, após a exploração, também foi observado por Oliveira e Braz (2006), em estudo realizado na Amazônia Ocidental, assim como Oliveira (2005), 21 anos após a exploração, numa floresta explorada experimentalmente na Amazônia Oriental.

Azevedo (2006), estudando uma floresta explorada experimentalmente na Amazônia Ocidental entre os anos de 1984 a 2004, observou balanço significativamente positivo na riqueza florística através do ingresso de novas espécies na comunidade. O mesmo autor

também observou que a exploração florestal em diferentes tratamentos não causou perdas no número médio de espécies em consequência da mortalidade provocada pela extração de madeira e aplicação dos tratamentos silviculturais.

6.2.2 Número de Árvores, Área Basal e Volume

A produção do povoamento foi estudada em termos de números de árvores ($N.ha^{-1}$), área basal ($m^2.ha^{-1}$) e volume ($m^3.ha^{-1}$). Os resultados são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Número médio e desvio padrão de árvores (N), área basal e volume, registrado nas UPAs B, C e D, antes e após a exploração, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras Preciosas.

UPA	ANO	Todas as Espécies			Espécies Comerciais		
		Árvores ($N.ha^{-1}$)	Área Basal ($m^2.ha^{-1}$)	Volume ($m^3.ha^{-1}$)	Árvores ($N.ha^{-1}$)	Área Basal ($m^2.ha^{-1}$)	Volume ($m^3.ha^{-1}$)
B	*1996	294,57 ± 19,9	26,51 ± 3,0	394,9 ± 45,0	103,64 ± 17,1	10,69 ± 2,3	159,19 ± 35,5
	1998	251,07 ± 23,5	21,95 ± 2,2	327,1 ± 33,1	85,36 ± 16,6	7,81 ± 1,7	116,35 ± 25,7
	2001	245,07 ± 26,7	21,65 ± 2,4	322,57 ± 36,8	84,57 ± 16,6	7,79 ± 1,7	116,06 ± 25,7
	2014	312,29 ± 20,2	24,72 ± 1,7	368,33 ± 26,2	98,14 ± 17,8	8,8 ± 2,0	131,1 ± 30,0
C	*1997	324,31 ± 30,4	24,97 ± 3,1	372,07 ± 47,2	120,85 ± 22,2	9,8 ± 1,3	146,09 ± 20,4
	2001	287,46 ± 30,1	22,28 ± 2,9	331,94 ± 43,2	106,69 ± 18,3	8,48 ± 1,0	126,34 ± 16,0
	2014	326,23 ± 24,7	23,37 ± 2,4	348,18 ± 36,6	115,69 ± 20,8	8,89 ± 1,2	132,47 ± 18,4
D	*1998	274,07 ± 20,7	27,79 ± 2,0	413,92 ± 31,1	92,14 ± 11,6	11,31 ± 2,5	168,47 ± 38,4
	2001	236,71 ± 28,9	23,7 ± 2,3	353,04 ± 35,0	77,79 ± 14,4	8,7 ± 2,0	129,66 ± 30,1
	2014	287,64 ± 15,7	25,54 ± 2,1	380,53 ± 32,1	91,71 ± 14,4	9,43 ± 2,3	140,47 ± 34,6

* Medição realizada antes da exploração.

Nota-se que, em todas as UPAs, entre a primeira medição, realizada antes da exploração e a segunda medição, 2 a 4 anos depois, houve redução significativa do número de árvores ($N.ha^{-1}$) e conseqüentemente dos valores de área basal e de volume, considerando o povoamento total e o povoamento comercial.

Em valores médios (considerando as três UPAs), antes da exploração, foram registradas 297,65 árvores. ha^{-1} , equivalente a área basal de 26,42 $m^2.ha^{-1}$ e o volume de 393,62 $m^3.ha^{-1}$. Em 2001, 2 a 4 anos após a exploração, a área basal passou a ser de 22,54

m².ha⁻¹, representando uma redução de 3,89 m².ha⁻¹, considerando as árvores extraídas e a mortalidade decorrente da exploração. O motivo maior dessa redução foi a colheita de madeira realizada na área e a mortalidade de árvores decorrente das atividades de derruba e arraste das toras.

Em estudos realizados em florestas exploradas comercialmente, Ferreira (2005) observou a extração média de 6,3 árvores.ha⁻¹, o que representou um volume médio de 21,3 m³.ha⁻¹, na Amazônia Oriental. Oliveira e Braz (2006), observaram uma redução de 2,51 m².ha⁻¹, 2 anos após a exploração na Amazônia Ocidental.

Em florestas exploradas experimentalmente na Amazônia Oriental, Oliveira (2005) observou a redução de 7,64 m².ha⁻¹, em tratamento semelhante as condições deste estudo. Já Azevedo (2006) observou extração média de 4,8 árvores.ha⁻¹, 2,62 m².ha⁻¹ de área basal e 36,61 m³.ha⁻¹ de volume, entre 12 tratamentos de intensidade leve, média e pesada.

Em 2014, 16 a 18 anos após a exploração, todas as UPAs apresentaram aumento nas três variáveis (número de árvores, área basal e volume), superando em número de árvores, os valores encontrados antes da exploração, considerando todas as espécies.

De modo geral, observando os resultados apresentados nas Tabelas 12 e 13, a área basal e o volume, apresentam valores estatisticamente iguais ou inferiores aos valores obtidos antes da exploração (UPA B: 1996 x 2014; UPA C: 1997 x 2014; UPA D: 1998 x 2014) para o povoamento total e comercial.

Tabela 13. Valor do Teste *t* aplicado as médias do número de indivíduos, área basal e volume, antes e após a exploração, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.

UPA	Períodos de análise	Todas as Espécies			Espécies Comerciais		
		Indivíduos	Área Basal	Volume	Indivíduos	Área Basal	Volume
B	1996 x 1998	5,2776**	4,5338**	4,5354**	2,6703*	3,7643**	3,6486**
	1996 x 2001	5,5483**	4,6492**	4,6507**	2,7867**	3,6752**	3,6750**
	1996 x 2014	2,3302*	1,9071 ^{ns}	1,9058 ^{ns}	0,7013 ^{ns}	2,2555*	2,2550*
C	1997 x 2001	3,0972**	2,2558*	2,2570*	1,7703 ^{ns}	2,7378*	2,7383*
	1997 x 2014	0,1767 ^{ns}	1,4406 ^{ns}	1,4406 ^{ns}	0,6100 ^{ns}	1,7829 ^{ns}	1,7828 ^{ns}
D	1998 x 2001	3,9278**	4,8520**	4,8547**	2,8996**	2,9741**	2,9745**
	1998 x 2014	1,9475 ^{ns}	2,7896**	2,7900**	0,0864 ^{ns}	2,0246 ^{ns}	2,0244 ^{ns}

* Significativo a 5% de probabilidade - ** Significativo a 1% de probabilidade - ^{ns} Não significativo

Observa-se que a abertura do dossel causado pela exploração madeireira acelerou o crescimento das árvores remanescentes e favoreceu o ingresso de novas árvores no povoamento, conseqüentemente o aumento do número de indivíduos, área basal e volume suficiente para tornar-se equivalente aos valores encontrados antes da exploração.

Os resultados da análise de variância para verificar se os valores de área basal e volume do povoamento total e comercial são devidos ao sistema de manejo com o passar do tempo, também foram conduzidos usando ANOVA de medidas repetidas no tempo (Tabela 14).

Levando em consideração a significância estatística do efeito tempo, indica área basal e o volume do povoamento total e comercial ($p < 0,0001$) variaram significativamente com o passar do tempo. Baseado também nas probabilidades apresentadas nesta tabela, as interações tempo*tratamento para área basal ($p = 0,0349$) e volume ($p = 0,0348$) são estatisticamente significativas, mostrando que o sistema de manejo influenciou a área basal e o volume com o passar do tempo.

Azevedo (2006) estudando diferentes tratamentos, observou diferença significativa para as variáveis área basal e volume logo após a aplicação da exploração florestal e desbaste. Entretanto, essa diferença manteve-se até três anos após a exploração para a área basal e cinco anos para o volume.

Tabela 14. Análise de Variância com medidas repetidas no tempo para a Área Basal, Volume, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM.

ÁREA BASAL – Povoamento Total					
F. VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento (UPA)	2	49,6206641	24,8103320	2,64	0,0841
Erro	38	356,5655281	9,3833034		
SUBPARCELA					
Tempo	1	81,9959136	81,99591369	44,34	<0,0001
Tempo*Tratamento (UPA)	2	13,57058414	6,78529207	3,67	0,0349
Erro (tempo)	38	70,26674829	1,84912495		
VOLUME – Povoamento Total					
F. VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento (UPA)	2	10954,78705	5477,39352	2,63	0,0849
Erro	38	79042,81312	2080,07403		
SUBPARCELA					
Tempo	1	18218,5693	18218,56935	44,43	<0,0001
Tempo*Tratamento (UPA)	2	3013,36888	1506,68444	3,67	0,0348
Erro (tempo)	38	15583,69066	410,09712		
ÁREA BASAL – Povoamento Comercial					
F. VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento (UPA)	2	8.3651445	4.1825722	0,67	0,5160
Erro	38	236.0903049	6,2129028		
SUBPARCELA					
Tempo	1	10,480124	10,48012476	33,51	<0,0001
Tempo*Tratamento (UPA)	2	1,20683526	0,60341763	1,93	0,1592
Erro (tempo)	38	11,88407018	0,31273869		
VOLUME – Povoamento Comercial					
F. VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento (UPA)	2	2689.41887	1344,70944	0,97	0,3895
Erro	38	52862,29350	1391,11299		
SUBPARCELA					
Tempo	1	84,658253	84,658253	1,05	<0,0001
Tempo*Tratamento (UPA)	2	4801,633575	2400,816788	29,64	0,3131
Erro (tempo)	38	3078,060160	81,001583		

A Tabela 15 oferece as comparações para a interação tempo*tratamentos através do teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, considerando todas as espécies.

Tabela 15. Variação da Área Basal e Volume para todas as espécies, em função do tempo e das UPAs. Área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa manejada pela empresa Mil Madeiras Preciosas. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

UPA	Área Basal		Volume	
	2001	2014	2001	2014
B	21,6495 a	24,7196 ab	322,5683 a	368,3281 ab
C	22,2764 a	23,3653 b	331,9391 a	348,1759 b
D	21,6495 a	25,5424 a	353,0414 a	380,5331 a

De acordo com os resultados do Teste de Tukey, observa-se que a UPA C apresentou valores médios em área basal e volume estatisticamente menores do que o valores obtidos na UPA D em 2014, para o povoamento total. Essa diferença pode estar relacionada a diversos fatores, tais como, condições ambientais (topografia), fenômenos da natureza (mortalidade decorrente de tempestades) ou até mesmo ainda influenciada pela intensidade da exploração, que foi menor na UPA C, comparada as UPAs B e D (Tabela 4).

A distribuição do volume médio entre as classes diamétricas, em todo o período de acompanhamento, considerando os três compartimentos, pode ser observada na Figura 14.

Comparando o período entre o primeiro levantamento (antes da exploração) e o último, realizado em 2014 (16 a 18 depois), observou-se alterações na dinâmica entre as classes diamétricas. A recuperação do volume ocorreu de forma mais efetiva nas primeiras classes (15-35 cm). Esse fato era esperado, uma vez que essas classes não foram alvos da extração de madeira, embora tenham sido reduzidas em consequência dos danos provocados pela exploração.

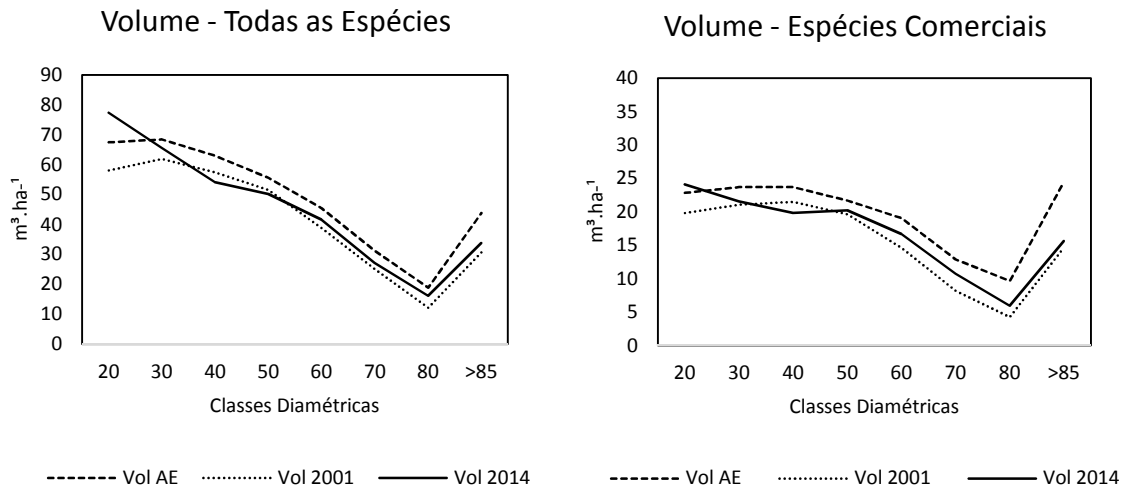


Figura 14. Média do volume total e das espécies comerciais, entre as classes diamétricas, registrada antes da exploração (Vol AE), em 2001 e em 2014 (16 a 18 anos após a exploração), nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.

O aumento da dinâmica nas classes iniciais também foi proporcionado pela entrada de novos indivíduos na comunidade, principalmente de espécies pioneiras, em função da maior disponibilidade de luz, devido a abertura do dossel.

Nas classes acima de 45 cm de diâmetro, o aumento do volume observado ainda não foi suficiente para alcançar os valores presentes antes da extração das árvores, entretanto, percebe-se a tendência de retorno aos níveis encontrados na área antes da exploração, principalmente considerando o volume das espécies comerciais entre 55 e 75 cm de diâmetro.

Analisando todos os períodos de acompanhamento observa-se que a exploração de impacto reduzido aplicada, está favorecendo a recuperação da floresta em termos de área basal e volume, tanto para o povoamento total, quanto para as espécies comerciais. Este resultado indica uma boa perspectiva para realização de um segundo ciclo de corte.

O crescimento dos indivíduos remanescentes (que se mantem vivos desde o primeiro registro), em termos de DAP, área basal e volume, ao longo da medições, para todas as espécies e para o grupo de espécies comerciais, são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16. Valores médios do povoamento bruto (desconsiderando o ingresso e a mortalidade) para o DAP, área basal e volume, de todas as espécies e do grupo de espécies comerciais, antes e após a exploração, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa da área de manejo da empresa Mil Madeiras.

UPA	Ano	Todas as Espécies			Espécies Comerciais		
		DAP médio (cm)	Área Basal (m ² .ha ⁻¹)	Volume (m ³ .ha ⁻¹)	DAP médio (cm)	Área Basal (m ² .ha ⁻¹)	Volume (m ³ .ha ⁻¹)
B	*1996	29,26 ± 1,0	15,77 ± 2,2	235,1 ± 33,8	30,23 ± 1,6	6,01 ± 1,6	89,56 ± 24,1
	1998	29,63 ± 1,0	16,14 ± 2,2	240,56 ± 34,0	30,6 ± 1,7	6,15 ± 1,6	91,62 ± 24,7
	2001	30,49 ± 1,0	16,92 ± 2,2	252,11 ± 34,1	31,51 ± 1,7	6,44 ± 1,7	96,02 ± 25,5
	2014	34,13 ± 1,2	20,93 ± 2,3	311,93 ± 34,8	35,24 ± 1,8	7,94 ± 2,7	118,26 ± 30,8
C	*1997	27,29 ± 1,1	15,86 ± 2,6	236,36 ± 39,3	28 ± 2,2	6,14 ± 1,2	91,53 ± 16,6
	2001	28,05 ± 1,1	16,56 ± 2,6	246,82 ± 38,9	28,82 ± 2,1	6,43 ± 1,9	95,75 ± 16,2
	2014	31,49 ± 1,2	20,39 ± 2,8	303,83 ± 43,0	32,57 ± 2,2	8 ± 1,2	119,18 ± 18,1
D	*1998	30,46 ± 1,4	17,24 ± 2,7	256,84 ± 40,8	32,04 ± 3,4	6,69 ± 2,1	99,69 ± 32,3
	2001	31,53 ± 1,4	18,2 ± 2,8	271,13 ± 42,1	33,15 ± 3,4	7,05 ± 2,2	104,96 ± 32,9
	2014	35,47 ± 1,7	22,27 ± 2,7	331,75 ± 40,7	37,33 ± 3,5	8,55 ± 2,2	127,42 ± 34,1

* Medição realizada antes da exploração.

Observa-se que o valores de todas as variáveis aumentaram de acordo com as sucessivas medições, apresentando diferença significativa ($p < 0,0001$) em relação aos valores encontrados antes da exploração, de acordo com o Teste t, ou seja, a exploração madeireira na área, favoreceu o crescimento dos indivíduos remanescentes em todo o período de acompanhamento (16 a 18 anos após a exploração).

Analisou-se também, com base na ANOVA, com medidas repetidas no tempo, a variação do estoque do povoamento bruto entre as UPAs, com o passar dos anos (Apêndice 3).

Observou-se que o estoque em área basal e volume variou estatisticamente em função do tempo ($p < 0,0001$), mas não apresentou diferença estatística significativa na interação tempo*tratamento ($p = 0,2963$; $p = 0,2977$ respectivamente), ou seja, o crescimento da floresta, considerando as árvores remanescentes nas parcelas desde a primeira medição e que se mantiveram vivas até 2014, ocorreu de forma uniforme nas três UPAs estudadas.

Os valores do DAP médio de cada parcela, considerando as três UPAs, para todas as espécies e para as espécies comerciais, nos períodos antes e após a exploração madeireira, estão representados nos *Box plots* abaixo (Figura 15).

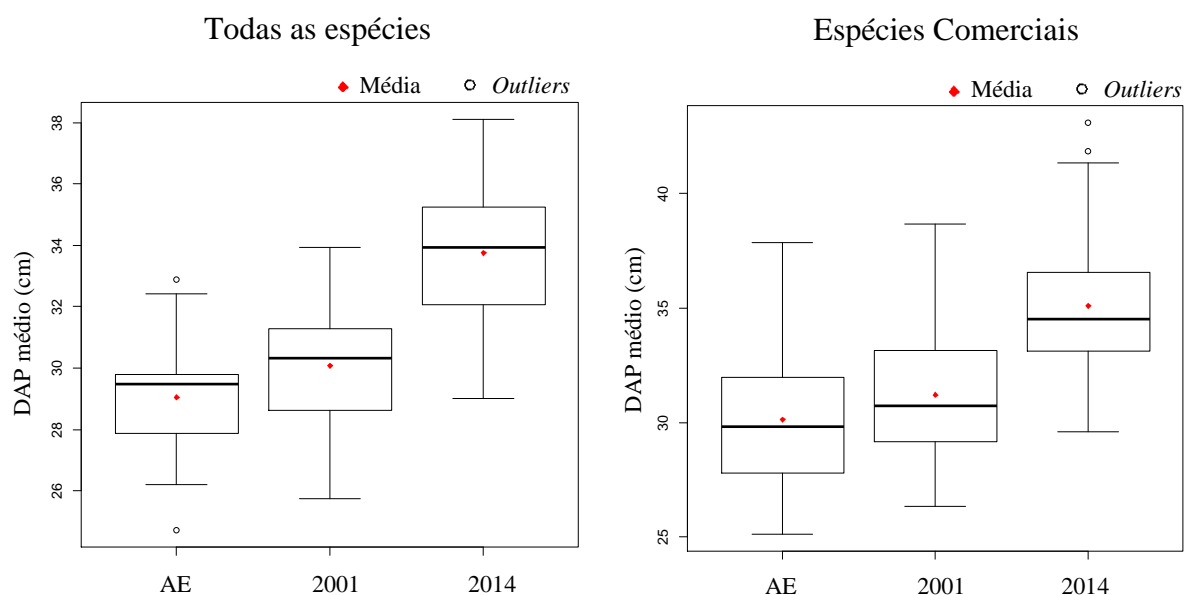


Figura 15. Gráfico tipo *Box plot* da média do DAP registrada antes da exploração (AE) e nas medições seguintes, para o povoamento bruto (desconsiderando ingresso e mortalidade), para todas as espécies e para as espécies comerciais. Médias, medianas, quartis inferiores e superiores e *outliers* são apresentados.

De modo geral, observa-se o aumento nítido dos valores do DAP médio dos indivíduos remanescentes tanto para o povoamento total, quanto para o grupo de espécies comerciais.

Com base nas caixas (*box*) que representam 50% dos valores mais frequentes, nota-se menor amplitude da variação das médias de diâmetro (27,8 cm a 29,8 cm) para os valores registrados antes da exploração, considerando o povoamento total. Isso demonstra que após a exploração a floresta apresenta maior variação das condições ambientais que aceleram o crescimento das árvores. Costa et al. (2008) estudando uma floresta manejada experimentalmente na Amazônia, verificaram a tendência de maior crescimento em diâmetro nas árvores de maior porte, assim como, com maior exposição a luz.

Observa-se também a presença de *outliers* nos valores registrados antes da exploração no povoamento total e em 2014 para o povoamento comercial. Cunha et al. (2002) citam que os potenciais *outliers* podem ser em consequência da diversidade biológica dos fatores de crescimento e competição característicos de uma floresta em estágio clímax, ou podem ser erros de medição.

6.2.3 Taxa de Ingresso e Mortalidade

A taxa anual de mortalidade e ingresso das árvores, após as atividades de exploração madeireira, nas UPAs B, C e D, são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17. Taxa de mortalidade e ingresso das UPAs B, C e D, após a exploração, na área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM.

UPA	Período	Mortalidade (% anual)	Ingresso (% anual)
B	*1996-1998	9,49	0,79
	1998-2001	2,08	1,32
	2001-2014	1,36	3,55
C	*1997-2001	3,19	0,40
	2001-2014	1,68	2,74
D	*1998-2001	5,06	0,81
	2001-2014	1,37	3,32

* Medição realizada antes da exploração.

Nota-se que as maiores taxas de mortalidade foram registradas no período logo após a exploração (2 a 4 anos) em todas as UPAs, com o maior percentual registrado na UPA B (9,49%.ano⁻¹). Essa taxa elevada deve-se, além da mortalidade natural, à ocasionada pelo processo de extração das árvores comerciais, que acarretou danos as remanescentes, principalmente às árvores de menor porte (DAP ≤ 30 cm) devido às atividades de derruba, guinchamento e arraste das toras. Oliveira (2005) e Lopes (1993) comentam que a alta taxa de mortalidade de árvores, logo após a exploração, é causada principalmente pela derruba e pelos danos resultantes da operação de arraste.

Pela Tabela 17 observa-se também que a taxa de ingresso foi baixa no primeiro período (2 a 4 anos após a exploração) para todas as UPAs, com o menor valor registrado na UPA C (0,40%.ano⁻¹), evidenciando que o período não foi suficiente para registrar o alto crescimento das espécies pioneiras, ocasionado pelas condições favoráveis de luminosidade após a abertura do dossel da floresta.

Porém, no segundo período (2001-2014), 16 a 18 anos após a exploração, observa-se o aumento do ingresso em todas as UPAs, com a maior taxa registrada na UPA B (3,55 %.ano⁻¹). Essas taxas foram semelhantes às encontradas por Higuchi et al. (1997) na região

de Manaus (2,9%.ano⁻¹ a 4,2%.ano⁻¹) e por Silva et al. (1995), 11 anos após a exploração, na Floresta Nacional do Tapajós (3,1%.ano⁻¹).

Analisou-se a variação das taxas de mortalidade e ingresso entre as UPAs logo após a exploração e no período seguinte (2001-2014). Observou-se diferença significativa em ambos os períodos ($p=0,0001$ e $p=0,0278$, respectivamente). Os resultados da comparação entre médias são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18. Variação da mortalidade e ingresso entre as UPAs, antes e após a exploração. Área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa manejada pela empresa Mil Madeiras Preciosas. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

UPA	Antes e Após a exploração		2001-2014	
	Mortalidade (%)	Ingresso (%)	Mortalidade (%)	Ingresso (%)
B	9,49 a	0,79 ab	1,36 b	3,56 a
C	3,19 b	0,40 b	1,69 a	2,74 a
D	5,07 b	0,81 a	1,37 ab	3,33 a

**Período antes e após a exploração*

Observa-se que no primeiro período a taxa de mortalidade foi mais alta na UPA B, obtendo diferença significativa. Essa diferença está, entre outros fatores, relacionada ao intervalo de medição mais curto neste compartimento (2 anos após a exploração). Segundo De Graaf (1986), a tendência é que a mortalidade seja reduzida nos anos seguintes a exploração, declinando para taxas normais após 10 anos.

Entretanto, nota-se que as taxas de mortalidade ficaram mais próximas entre as UPAs no último período (2001-2014), mesmo que a UPA C tenha apresentado valores maiores (1,69%.ano⁻¹), mas estatisticamente igual a UPA D (1,37%.ano⁻¹). Já o ingresso foi estatisticamente igual para todas as UPAs no mesmo período. Este resultado indica uma tendência de equilíbrio entre os três compartimentos estudados com o passar dos anos, ou seja, em termos de ingresso e mortalidade, as três áreas apresentam um comportamento semelhante aos efeitos da exploração madeireira.

O balanço do ingresso e mortalidade de todas as espécies e das espécies comerciais, considerando a média dos três compartimentos (41 hectares amostrados), está representado na Figura 16.

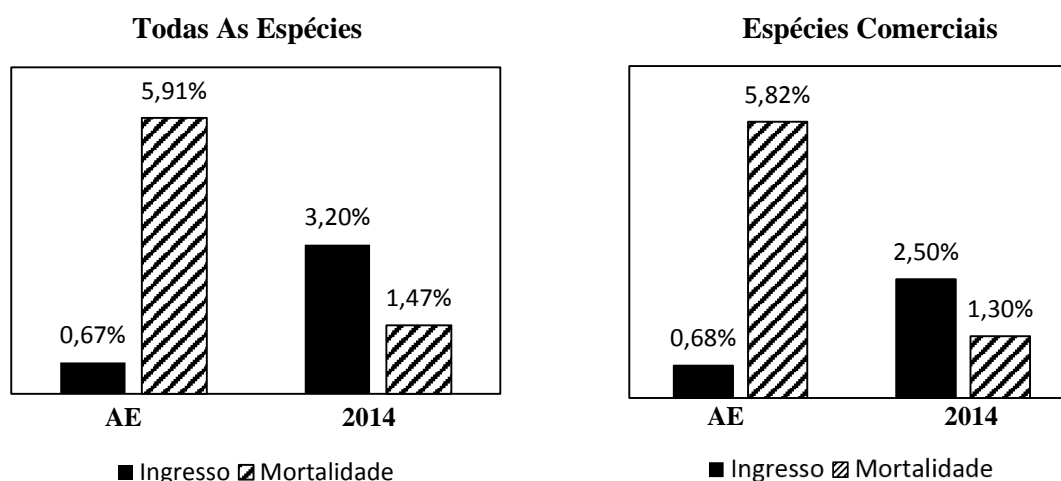


Figura 16. Balanço entre o ingresso e mortalidade total e das espécies comerciais, com valores registrados entre 2 a 4 anos após a exploração (AE) e em 2014 (16 a 18 anos após a exploração), nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara-AM.

Nota-se que a taxa de mortalidade só foi superior a de ingressos no período logo após a exploração, tanto para todas as espécies, quanto para espécies de valor comercial (Figura 16). No segundo período o balanço passou a ser positivo, ou seja, o número de ingressos superou a mortalidade. Este comportamento foi observado também por Higuchi et al. (1997) e Oliveira (2005) em florestas exploradas experimentalmente na Amazônia.

O balanço positivo comprova que o aumento da mortalidade devido a exploração, está sendo compensado pelo aumento do número de ingressos, principalmente entre as espécies de valor comercial, o que valoriza a floresta em termos de potencial madeireiro para o próximo ciclo de corte.

6.2.4 Incremento Periódico Anual –IPA em Diâmetro, Área Basal e Volume

Os valores do incremento periódico anual nas UPAs B, C e D em termos de DAP, área basal e volume, para todas as espécies e para o grupo de espécies comerciais, após as atividades de exploração madeireira, são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19. Incremento periódico anual (IPA) em DAP, Área basal e Volume, entre as UPAs B, C e D, na área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da Mil Madeiras, Itacoatiara – AM.

UPA	Período	Todas as Espécies			Espécies Comerciais		
		IPADAP (cm.ano ⁻¹)	IPA Área Basal (m ² .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	IPA Volume (m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	IPADAP (cm.ano ⁻¹)	IPA Área Basal (m ² .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	IPA Volume (m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
B	1996-1998	0,2727	0,3595	5,3536	0,2714	0,1213	1,8067
	1998-2001	0,2591	0,2976	4,4317	0,2725	0,1049	1,5620
	2001-2014	0,2850	0,3227	4,8058	0,2898	0,1199	1,7849
C	1997-2001	0,1931	0,2392	3,5639	0,3835	0,0944	1,4062
	2001-2014	0,2592	0,2911	4,335	0,2810	0,1191	1,7742
D	1998-2001	0,2981	0,3468	5,1645	0,3036	0,1170	1,7425
	2001-2014	0,3045	0,3206	4,7746	0,3192	0,1182	1,7603
	Média	0,2673	0,3110	4,6327	0,3029	0,1135	1,6909

Em valores médios, a taxa de incremento em DAP (0,27 cm.ano⁻¹ e 0,30 cm.ano⁻¹ para espécies totais e comerciais, respectivamente), foi inferior a de 0,36 cm.ano⁻¹ encontrada por Carvalho *et al.* (2004), na FLONA do Tapajós, 8 anos após a exploração e a de 0,5 cm.ano⁻¹ encontrada por Silva (2004), em exploração de impacto reduzido, na região de Paragominas-PA. Oliveira (2005) observou uma taxa também superior (0,34 cm.ano⁻¹) para as espécies comerciais, entretanto, em tratamentos com exploração seguida de desbastes, na Amazônia Oriental.

O incremento médio em volume (4,63 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, dos quais 1,69 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ de espécies comerciais), foi semelhante ao de 4,67 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ observado por Nascimento (2012), 21 anos após a exploração. Oliveira e Braz (2006), observaram um incremento de 1,06 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ somente para as espécies comerciais. Ambos estudos realizados em florestas manejadas na Amazônia Ocidental.

Em florestas manejadas experimentalmente, Teixeira *et al.* (2007) observaram incremento de 5,60 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ para todas as espécies e Higuchi *et al.* (1997) 1 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ para as espécies comerciais com DAP ≥ 50 cm, ambos estudos na região de Manaus, Estado do Amazonas. Oliveira (2005) observou incremento de 1,9 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ também para as espécies comerciais, num tratamento com exploração de leve intensidade (DAP ≥ 55 cm e desbaste de 20%), na Amazônia Oriental.

Pela Tabela 20 observa-se, logo após a exploração, médias de incremento significativamente menores na UPA C ($p < 0,0001$), nas três variáveis analisadas. Este fato está diretamente relacionado baixa intensidade de exploração registrada neste compartimento (Tabela 4), que conseqüentemente provocou menos mortalidade de árvores, ou seja, menos oferta de luz e nutrientes para o crescimento dos indivíduos remanescentes.

Entretanto, considerando-se apenas as espécies comerciais, observa-se que a UPA C apresentou médias de incremento iguais às demais UPAs, à exceção do IPA_{DAP} ($p = 0,0178$).

Tabela 20. Variação do Incremento periódico anual - IPA em DAP, Área Basal e Volume, em função das UPAs, 2 a 4 anos após a exploração. Área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa manejada pela empresa Mil Madeiras Preciosas. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

UPA	Todas as Espécies			Espécies Comerciais		
	IPA_{DAP} (cm.ano)	IPA_G ($m^2 \cdot ha^{-1} \cdot ano$)	IPA_{Vol} ($m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano$)	IPA_{DAP} (cm.ano)	IPA_G ($m^2 \cdot ha^{-1} \cdot ano$)	IPA_{Vol} ($m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano$)
B	0,2727 a	0,3063 a	4,5612 a	0,2714 a	0,1213 a	1,8067 a
C	0,1931 b	0,2392 b	3,5639 b	0,2065 b	0,0944 a	1,4062 a
D	0,2981 a	0,3468 a	5,1645 a	0,3036 a	0,1170 a	1,7425 a

A intensidade de exploração mais baixa na UPA C, que conseqüentemente proporcionou os menores incrementos neste período (Tabela 20), está atribuída principalmente a fatores ambientais como, solo, relevo, hidrografia, entre outros, que desfavoreceram o rendimento da extração madeireira nesta área, partindo da premissa de que foram aplicadas as mesmas técnicas de exploração nos três compartimentos analisados.

Entretanto, no período seguinte de avaliação (2001-2014), observou-se taxas de incremento iguais estatisticamente entre as UPAs, à exceção do IPA_{DAP} ($p = 0,0365$), para o povoamento total, assim como para as espécies comerciais (Tabela 21), ou seja, floresta passou a crescer de forma equilibrada entre os compartimentos, 16 a 18 anos após a exploração.

Tabela 21. Variação do Incremento periódico anual - IPA em DAP, Área Basal e Volume, em função das UPAs, no período 2001-2014. Área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa manejada pela empresa Mil Madeiras Preciosas. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

UPA	Todas as Espécies			Espécies Comerciais		
	IPADAP (cm.ano)	IPAG (m ² .ha ⁻¹ .ano)	IPAVol (m ³ .ha ⁻¹ .ano)	IPADAP (cm.ano)	IPAG (m ² .ha ⁻¹ .ano)	IPAVol (m ³ .ha ⁻¹ .ano)
B	0,2850 ab	0,3227 a	4,8058 a	0,2898 a	0,1199 a	1,7849 a
C	0,2592 b	0,2911 a	4,3350 a	0,2810 a	0,1191 a	1,7742 a
D	0,3045 a	0,3206 a	4,7746 a	0,3192 a	0,1182 a	1,7603 a

Para melhor observar a influência da exploração madeireira nas taxas de crescimento das árvores em diferentes tamanhos, os valores de incremento foram plotados em um gráfico por classe de diâmetro (Figura 17).

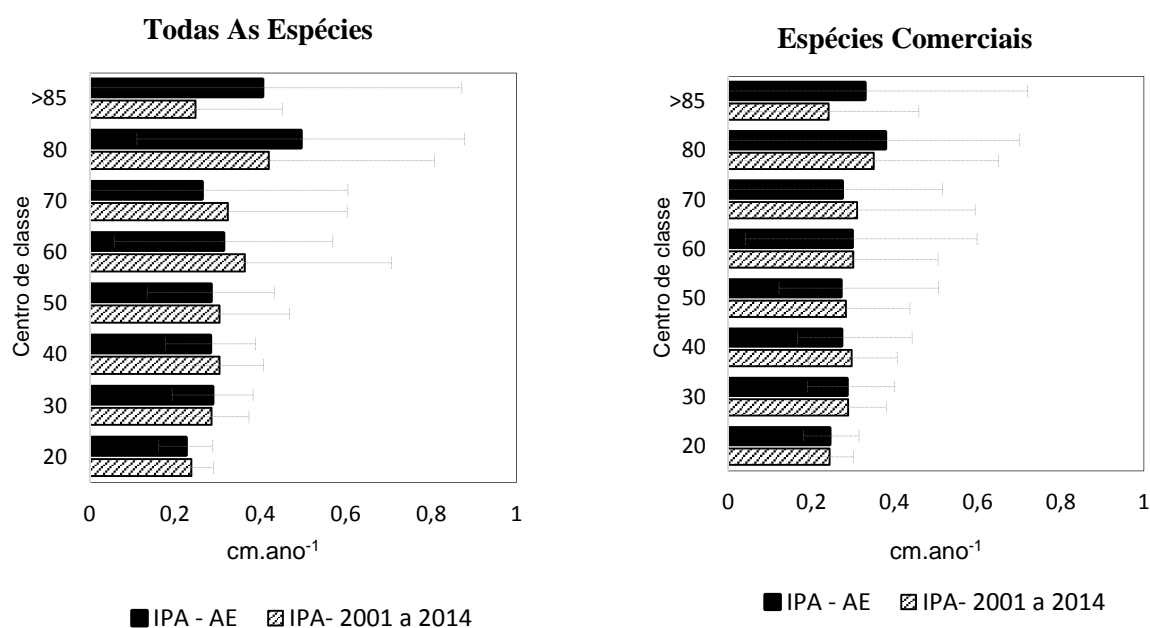


Figura 17. Incremento periódico anual –IPADAP de todas as espécies e das espécies comerciais, entre as classes diamétricas, 2 a 4 anos após a exploração (AE) e no período 2001-2014 (16 a 18 anos após a exploração), nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa sob regime de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara- AM. As barras representam o desvio padrão.

Na Figura 17, é possível observar que a média do incremento tende a aumentar à medida que aumenta a classe de diâmetro, alcançando o ponto máximo nas árvores de 75 e 85 cm, com os maiores incrementos registrados logo após a exploração. Essa mesma tendência foi observada por Cunha (2009). Isso indica que as árvores de maior diâmetro, que competem diretamente pela luz, são as mais beneficiadas com abertura do dossel decorrente da exploração.

Observa-se também aumento do desvio padrão do incremento médio entre as árvores de maior diâmetro, indicando maior exposição desses indivíduos às variantes ambientais que influenciam o crescimento como, posição sociológica, presença de cipó, danos, entre outros.

A Tabela 22 oferece uma análise das variáveis com potencial em influir sobre o crescimento.

Tabela 22. Matriz de correlação de Pearson das variáveis categóricas registradas em 2001 e 2014, em relação ao Incremento Periódico Anual (IPA), nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara-AM.

OBSERVAÇÕES EM 2001				
	Iluminação de Copa	Formada Copa	Cipó	*CIF
IPA-DAP	$r = -0,104$	$r = -0,067$	$r = -0,023$	$r = -0,024$
	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p = 0,0162$	$p = 0,0122$
	$n = 10113$	$n = 10113$	$n = 10113$	$n = 10113$
IPA-G	$r = -0,228$	$r = -0,052$	$r = 0,004$	$r = -0,020$
	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p = 0,6576$	$p = 0,0439$
	$n = 10113$	$n = 10113$	$n = 10113$	$n = 10113$
IPA-Vol	$r = -0,227$	$r = -0,052$	$r = 0,004$	$r = -0,020$
	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p = 0,6594$	$p = 0,0438$
	$n = 10113$	$n = 10113$	$n = 10113$	$n = 10113$
OBSERVAÇÕES EM 2014				
	Iluminação de Copa	Formada Copa	Cipó	*CIF
IPA-DAP	$r = -0,1843$	$r = -0,1397$	$r = -0,0469$	$r = -0,0274$
	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p = 0,0120$
	$n = 8344$	$n = 8344$	$n = 8344$	$n = 8344$
IPA-G	$r = -0,2537$	$r = -0,1111$	$r = -0,0053$	$r = -0,0214$
	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p = 0,6220$	$p = 0,0497$
	$n = 8344$	$n = 8344$	$n = 8344$	$n = 8344$
IPA-Vol	$r = -0,2537$	$r = -0,1111$	$r = -0,0054$	$r = -0,0214$
	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p = 0,6193$	$p = 0,0495$
	$n = 8344$	$n = 8344$	$n = 8344$	$n = 8344$

*Classe e identificação do fuste

Observa-se que a relação do crescimento foi altamente significativa ($p > 0,0001$) com o grau de iluminação da copa e a forma da copa, significativa ao nível de 5% de probabilidade com a classe de identificação do fuste (CIF) e não significativa com a presença de cipós (exceto para o IPA_{DAP}). Esses resultados foram semelhantes para as observações tomadas em 2001 (2 a 4 anos após a exploração) e em 2014, 16 a 18 anos após a exploração (Tabela 22).

Com base nestes resultados, foi conduzida a análise de variância do crescimento com a forma e o grau de iluminação da copa e com o CIF (classe e identificação do fuste), entretanto, o CIF não apresentou diferença significativa ($p = 0,2349$). Os resultados são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23. Variação do IPA em DAP, Área Basal e Volume, em função da Iluminação de Copa, antes e após a exploração. Floresta Ombrófila Densa sob manejo, pertencente a da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara-AM. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

MEDIÇÃO EM 2001				
Fator	N	IPA_{DAP} ($cm.ano^{-1}$)	IPA_G ($m^2.ha^{-1}.ano^{-1}$)	IPA_{Vol} ($m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$)
1 Copa completamente exposta a luz	878	0,2903 a	0,0022 a	0,0328 a
2 Copa parcialmente iluminada	3641	0,2767 a	0,0015 b	0,0229 b
3 Copa completamente coberta	5578	0,2205 b	0,0008 c	0,0126 c
4 Sem avaliação (árvore sem copa)	16	0,1248 b	0,0004 c	0,0065 c
MEDIÇÃO EM 2014				
Fator	N	IPA_{DAP} ($cm.ano^{-1}$)	IPA_G ($m^2.ha^{-1}.ano^{-1}$)	IPA_{Vol} ($m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$)
1 Copa completamente exposta a luz	1527	0,3929 a	0,0030 a	0,0446 a
2 Copa parcialmente iluminada	4559	0,2882 b	0,0015 b	0,0218 b
3 Copa completamente coberta	2232	0,1825 c	0,0007 c	0,0103 c
4 Sem avaliação (árvore sem copa)	26	0,1353 c	0,0006 c	0,0087 c

Como esperado, a taxa de crescimento foi maior em posições de plena luz solar, decrescendo à medida que diminuiu o grau de exposição da copa à luz na floresta. A mesma tendência foi observada por Vidal et al. (2002) na Amazônia Oriental e Cunha (2009) na Amazônia Ocidental. Esses autores citam que a luz solar, descrita pela posição sociológica, é um dos fatores decisivos que proporcionam maiores taxas de crescimento das árvores.

Nas medições realizadas em 2001, 8,7% (878 indivíduos) das árvores amostradas encontravam-se com a copa recebendo luz solar total. Este percentual aumentou para 18,3% (1527 indivíduos) em 2014. Isso indica que a exploração madeireira extraiu árvores que estavam impedindo que outras árvores recebessem maior quantidade de luz, favorecendo o crescimento dos indivíduos que serão selecionados para o próximo ciclo de corte.

Em relação a forma da copa (Tabela 24), nota-se que o maior Incremento ocorreu nas árvores com a copa completa e bem distribuída (82,9 % dos indivíduos). Isso demonstra que a forma da copa exerce alta influência na produção das árvores.

Tabela 24. Variação do IPA em DAP, Área Basal e Volume, em função da Forma da Copa, antes da exploração. Os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Área amostral de uma Floresta Ombrófila Densa Densa pertencente a área de Manejo Florestal da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara-AM.

MEDIÇÃO EM 2001				
<i>Fator</i>	N	IPA _{DAP} (cm.ano ⁻¹)	IPA _G (m ² .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	IPA _{Vol} (m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
1 Copa completa normal	8386	0,2537 a	0,0013 a	0,0186 a
2 Copa completa irregular	1631	0,2187 b	0,0011 b	0,0157 b
5 Sem copa	15	0,1179 bc	0,0005 b	0,0080 b
3 Copa incompleta	31	0,1144 bc	0,0004 b	0,0064 b
4 Rebrotação	52	0,0959 c	0,0004 b	0,0063 b
MEDIÇÃO EM 2014				
<i>Fator</i>	N	IPA _{DAP} (cm.ano ⁻¹)	IPA _G (m ² .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	IPA _{Vol} (m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
1 Copa completa normal	5021	0,3179 a	0,0018 a	0,0270 a
2 Copa completa irregular	2886	0,2309 b	0,0012 b	0,0174 b
5 Sem copa	221	0,1720 bc	0,0009 bc	0,0131 bc
3 Copa incompleta	170	0,1702 c	0,0008 bc	0,0116 bc
4 Rebrotação	46	0,1006 c	0,0005 c	0,0071 c

No segundo período estudado, com as medições realizadas em 2014, o percentual de árvores com a copa bem distribuída diminuiu para 60,2% e o de árvores com a copa irregular aumentou para 34,6%. Este fato está relacionado aos danos decorrentes da extração das árvores. Entretanto, nota-se que os incrementos foram maiores neste período.

Estes resultados indicam que as características individuais das árvores como, grau de iluminação e forma da copa, são fatores que devem ser levados em consideração na

preparação e execução das práticas de manejo florestal, pois interferem diretamente na produção da floresta remanescente.

6.2.5 Classe de Floresta

Para avaliar as mudanças no estágio sucessional da floresta, antes e após a exploração, foi comparado o percentual de ocorrência de três classes, caracterizadas como: Floresta Madura, Floresta em construção e clareiras, em cada UPA. Os resultados são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25. Percentual das classes de floresta, antes das exploração (AE) e nos anos seguintes, nos 41 hectares amostrados de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM.

Período	Classe de Floresta	UPA B	UPA C	UPA D	Média
AE	1- Floresta Madura	80,3	78,2	81,2	79,9
	2- Floresta em Construção	16,6	17,3	15,3	16,4
	3- Clareira	3,1	4,5	3,5	3,7
2001	1- Floresta Madura	70,6	72,4	75,4	72,8
	2- Floresta em Construção	20,6	21,1	19,1	20,2
	3- Clareira	8,8	6,5	5,5	6,9
2014	1- Floresta Madura	82,9	80,1	82,7	81,9
	2- Floresta em Construção	15,4	18,4	16,1	16,6
	3- Clareira	1,8	1,5	1,2	1,5

Antes da exploração, a floresta estudada encontrava-se com 79,9% da amostra em estágio de floresta madura e 16,4% em estágio de floresta em construção. Por se tratar de uma floresta não explorada, apenas 3,7% das amostras estavam em fase de clareira, certamente formada por queda natural de galhos ou de árvores inteiras.

Em 2001 (2 a 4 anos após a exploração) foi observada a redução da área de floresta madura (72,8%), aumentando as áreas de floresta em construção (20,2%) e de clareiras (6,9%). A redução na fase de floresta madura ocorreu devido a abertura do dossel da floresta decorrente da extração das árvores de maior porte.

Em 2014 (16 a 18 anos após a exploração), os valores percentuais observados (Floresta madura: 81,9%; Floresta em construção: 16,6%; Clareira: 1,5%) demonstraram a recuperação da floresta.

Este fato demonstra que a floresta deixada em pousio tem a capacidade de crescer e regenerar rapidamente, proporcionando, o fechamento do dossel, que pode ser ocasionado pelo crescimento da espécies remanescentes, como também pelo aparecimento de espécies oportunistas, demandantes de luz (FRANCEZ, 2013).

A Figura 18 apresenta exemplos de evolução das clareiras após a exploração, demonstrando as diferenças na composição espacial das áreas de duas parcelas de monitoramento.

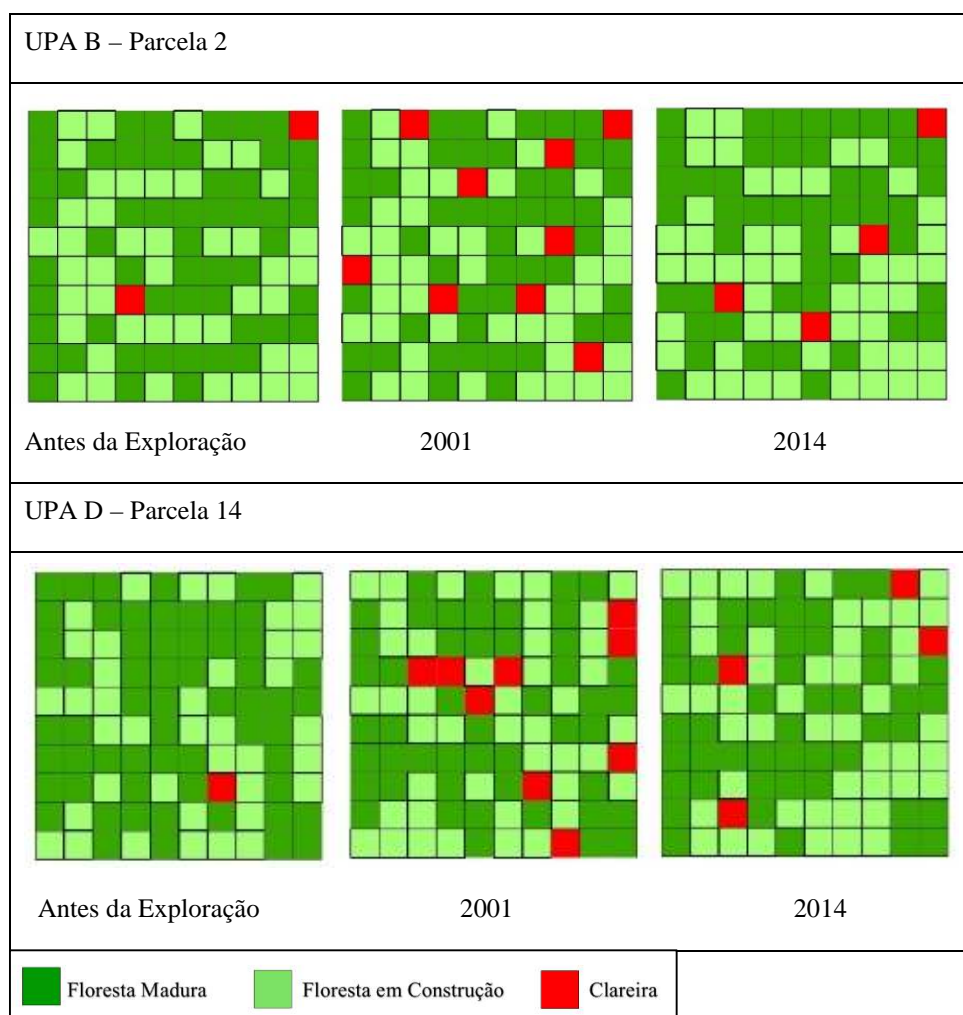


Figura 18. Análise espacial das Classes de Floresta observadas em duas Parcelas de Monitoramento da área amostral de 41 hectares de uma Floresta Ombrófila Densa pertencente a área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara /AM.

Pela Figura 18, nota-se que o cenário após a exploração é caracterizado pelo surgimento de novas clareiras decorrentes das atividades de corte e arraste das árvores, entretanto, no período seguinte (16 a 18 anos após a exploração), o crescimento da floresta proporcionou a regeneração da maioria dessas clareiras, que passaram para a fase de floresta em construção ou até mesmo madura.

Lima (2005) cita que o período necessário para que uma clareira recém aberta atinja a maturidade, depende da magnitude do sistema de manejo aplicado. Ressalta-se, ainda, que se não forem utilizadas técnicas de manejo apropriadas, poderá ocorrer a proliferação de espécies pioneiras, que na maioria das vezes têm valor econômico ainda desconhecido, e que competirão com as espécies arbóreas desejáveis (VIDAL *et al.*, 1998).

A Figura 19 demonstra através de imagens de satélite de alta resolução (0,62 metros), outro exemplo da evolução de clareiras após a exploração. As imagens representam exatamente a mesma área, localizada na UPA Q sob as coordenadas de referência $2^{\circ} 50'02,21'' S$; $58^{\circ}47'05,75'' O$, obtidas em três diferentes datas: a) 6 meses após a exploração, b) 2 anos após a exploração e c) 13 anos após a exploração.

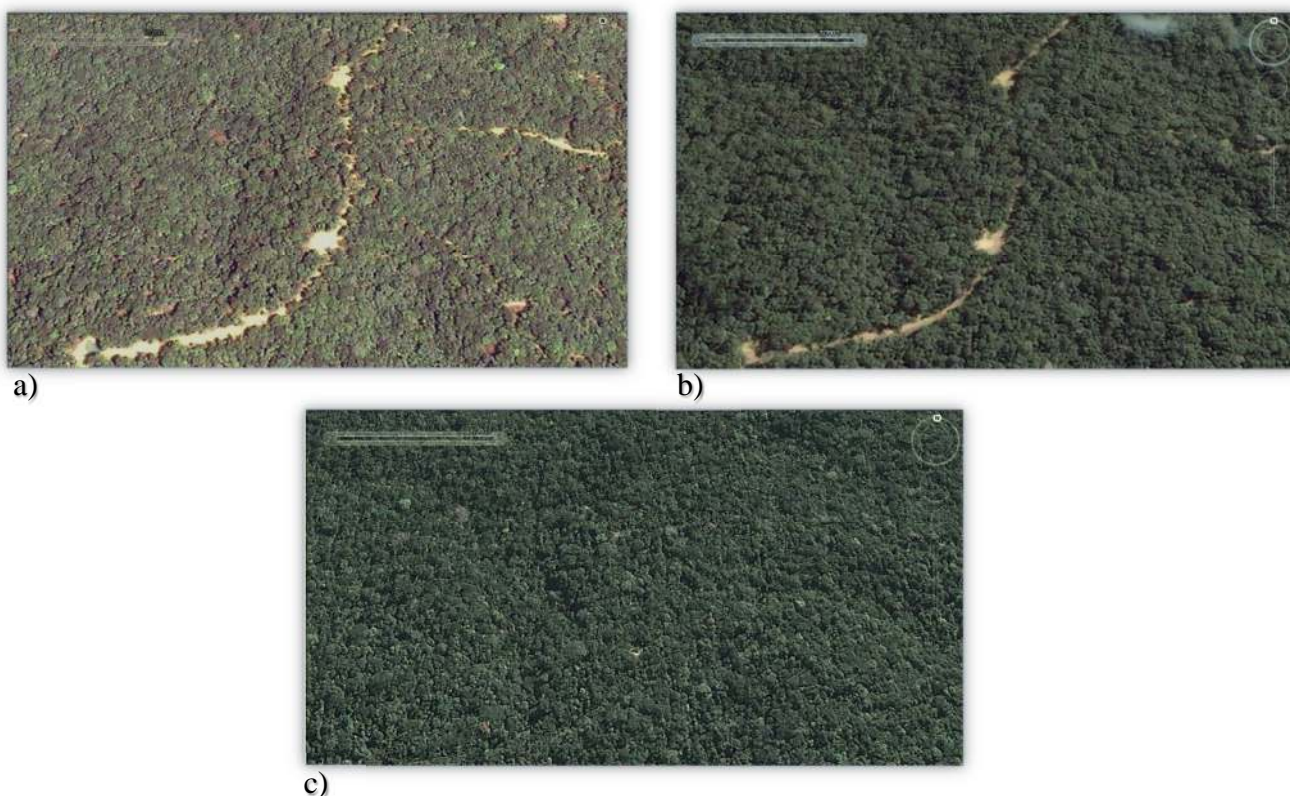


Figura 19. Comparação do desenvolvimento de clareiras após a exploração em três períodos: a) 6 meses após a exploração, b) 2 anos após a exploração e c) 13 anos após a exploração. UPA Q ($2^{\circ} 50'02,21'' S$; $58^{\circ}47'05,75'' O$), área de manejo da empresa Mil Madeiras, Itacoatiara/AM. Fonte: <http://earth.google.com>

Através das imagens de satélite apresentadas na Figura 19, com resolução de 0,62 metros provenientes do banco de dados da *Google Earth* (LOPES, 2009), é possível observar clareiras oriundas da exploração florestal decorrentes da abertura de estradas, pátios, trilhas de arraste e extração de árvores. Nota-se nitidamente a recuperação das clareiras observadas 6 meses após a exploração (Figura 19a). Na cena registrada 2 anos após a exploração (Figura 19b), já é possível observar o fechamento da maioria das clareiras, restando apenas as de maior amplitude. 13 anos após a exploração (Figura 19c), a cena observada é típica de uma floresta predominantemente madura, com a recuperação de todas as clareiras observadas nas cenas anteriores.

6.2.6 Projeção da Dinâmica do Número de Árvores, Área Basal e Volume

A prognose da distribuição diamétrica da floresta foi realizada por meio de matriz de transição.

A Tabela 26 apresenta a transição dos indivíduos entre as classes diamétricas, do ponto de vista absoluto, ocorrido durante o período de 1996 a 2001 (cinco anos) na UPA B.

Observa-se que a mortalidade foi maior na primeira classe de diâmetro ($15 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 25 \text{ cm}$), 447 indivíduos, representando 52 %. Este fato está relacionado aos efeitos da exploração madeireira à que a floresta foi submetida, ocasionando aberturas no dossel e aumento da mortalidade, principalmente dos indivíduos de menor porte.

Tabela 26. Número de árvores que mudaram do estado i para o estado j , por classe de diâmetro, no período de 1996 (t) a 2001 ($t+1$), na UPA B, Área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM, em que o estado = classe de DAP, M = mortalidade e I = ingresso.

ESTADO	I	Centro de Classe								Total (2001)
		20	30	40	50	60	70	80	≥85	
I										
20	195	1521								1716
30		112	674							787
40			63	353						416
50				49	220					268
60					25	101				126
70						21	48			69
80							9	11		20
≥85								3	26	29
M		447	188	82	38	14	11	1	4	
Total (1996)		2080	925	484	283	136	68	15	30	

A matriz de transição probabilística criada a partir da Tabela 26 está apresentada na Tabela 27. Nesta é possível observar, em bases probabilísticas, as chances de cada indivíduo em cada estado, seja para permanecer na mesma classe, mudar para uma ou mais classes posteriores, ou morrer.

Tabela 27. Prognose da frequência dos indivíduos para o período de 1996 e 2001, na UPA B, Área de Manejo Florestal da PWA, Itacoatiara – AM. Com N_t = frequência observada em 1996; I_{t+1} = ingresso prognosticado; N_{t+1} = projeção da frequência para 2001.

Estados	Centro de Classe								Nt	It+1	Nt+1		
	20	30	40	50	60	70	80	≥85					
20	0,73125								2080	+	=	1716	
30	0,0538	0,7286							925			195	787
40		0,0681	0,7293						484				416
50			0,1012	0,7773					283				268
60				0,0883	0,7426				136				126
70					0,1544	0,7052			68				69
80						0,1323	0,7333		15				20
≥85							0,2000	0,8666	30				29
Mortas	0,214	0,203	0,169	0,134	0,103	0,162	0,066	0,133					

Observa-se, em todas amplitudes, maior probabilidade de permanência das árvores na mesma classe, fato este também constatado por Azevedo (2006) e Colpini (2008). Esta ocorrência é influenciada pela amplitude temporal empregada, pois menores intervalos implicam em menor probabilidade de migração de classe, devido o menor tempo incrementado.

A partir da matriz de transição e dos vetores de frequência inicial, recrutamento e mortalidade nos diferentes estados (Tabela 27), foi prognosticada a frequência para o ano de 2001 (N_{p1}). Somaram-se os valores estimados com os ingressos que ocorreram neste período, sendo observado 195 indivíduos ingressantes na primeira classe e nenhum nas demais classes diamétricas. Tais valores foram comparados com os valores reais da medição realizada neste mesmo ano por meio do teste Qui Quadrado (χ^2). Como o valor calculado de $\chi^2(0,0)$ foi inferior ao valor tabelado (15,5 a 5% de probabilidade), pôde-se concluir que não existe diferença significativa entre os valores observados e os calculados para o ano de 2001 (Tabela 28).

Com base neste resultado, considerando que o intervalo de tempo deve ser igual a 5 anos, projetou-se a frequência para 2016 (Np_4). Para este período, o valor estimado foi somado ao ingresso observado no último intervalo de medição (2001-2014), sendo este, 1202 indivíduos ingressantes na primeira classe, 102 na segunda, 10 na terceira e 4 na quarta classe. O teste Qui Quadrado foi realizado para os valores observados em 2014. Neste caso o valor de χ^2 (507,8) foi superior ao valor tabelado (15,5 a 5% de probabilidade). Pôde-se então concluir que para este período (1996 – 2016), os valores projetados foram estatisticamente diferentes dos valores observados (2014), salientando que devido ao intervalo de medições, esta comparação não pôde ser feita para o mesmo ano (Tabela 28).

Tabela 28. Número de árvores por classe de diâmetro da UPA B, observadas (No) e prognosticada (Np), para 1996, 2001, 2014 e 2016, além dos valores da estatística de Qui Quadrado (χ^2).

Centro de Classe	Número de árvores observadas e prognosticadas					Projeção em Área Basal e Volume	
	No_0 (1996)	No_1 (2001)	Np_1 (2001)	No_2 (2014)	Np_4 (2016)	$m^2.ha^{-1}$ (2016)	$m^3.ha^{-1}$ (2016)
20	2080	1716	1716	2498	1992	4,4700	66,6
30	925	787	787	883	539	2,7214	40,5
40	484	416	416	454	269	2,4145	35,9
50	283	268	268	246	213	2,9873	44,7
60	136	126	126	150	102	2,0600	31,0
70	69	69	69	78	64	1,7593	26,6
80	15	20	20	29	28	1,0053	15,1
>85	29	29	29	32	31	1,2565	21,3
				$(\chi^2 = 0,0)^*$			
				$(\chi^2 = 507,8)^{**}$			

* Comparação $No_1 - Np_1$. ** Comparação $No_2 - Np_4$

A partir da Matriz de transição, também foram realizadas projeções da dinâmica da floresta para as UPAs C e D (Tabelas 29 e 30), ambas projeções para 2013. O intervalo para a construção das matrizes foi de 4 anos para UPA C (1997-2001) e 3 anos para UPA D (1998-2001).

Para as UPAs C e D, utilizando os mesmos métodos para projeção (somando os ingressos ocorridos em 2014), também foram observadas diferenças significativas para as frequências projetadas para 2013, comparadas aos valores observados em 2014, através do teste χ^2 a 5% de probabilidade (χ^2 .calculado > χ^2 .tabelado), ou seja, para ambas as UPAs, as

projeções apresentaram valores discrepantes, comparados as observações realizadas em 2014.

Tabela 29. Número de árvores por classe de diâmetro da UPA C, observadas (No_t) e prognosticada (Np_t), no tempo t, para t=0 (1997), 1 (2001), 3 (2013) e os valores da estatística de Qui Quadrado (χ^2).

Centro de Classe	Número de árvores observadas e prognosticadas				
	No_0 (1997)	No_1 (2001)	Np_1 (2001)	No_2 (2014)	Np_4 (2013)
20	2273	1969	1969	2319	2262
30	1013	953	953	820	734
40	450	427	427	421	335
50	220	206	206	229	158
60	104	101	101	139	84
70	50	47	47	73	37
80	16	14	14	27	9
>85	21	20	20	30	16
				$(\chi^2 = 0,0)^*$ $(\chi^2 = 184,7)^{**}$	

* Comparação $No_1 - Np_1$. ** Comparação $No_2 - Np_4$

Tabela 30. Número de árvores por classe de diâmetro da UPA D, observadas (No_t) e prognosticada (Np_t), no tempo t, para t=0 (1998), 1 (2001), 3 (2013) e os valores da estatística de Qui Quadrado (χ^2).

Centro de Classe	Número de árvores observadas e prognosticadas				
	No_0 (1998)	No_1 (2001)	Np_1 (2001)	No_2 (2014)	Np_5 (2013)
20	1873	1546	1546	2241	1800
30	808	763	763	818	550
40	459	436	436	389	339
50	270	262	262	248	225
60	168	159	159	161	131
70	75	70	70	73	54
80	40	33	33	43	18
>85	50	45	45	53	28
				$(\chi^2 = 0,0)^*$ $(\chi^2 = 318,9)^{**}$	

* Comparação $No_1 - Np_1$. ** Comparação $No_2 - Np_5$

As diferenças observadas entre a estrutura real em 2014 e a prognosticada, possivelmente, se devem ao fato de que a floresta está em pleno processo de sucessão devido

à exploração, uma vez que determinados indivíduos, principalmente do sub-bosque, são diretamente afetados por alterações no dossel florestal.

Contudo, devido aos diferentes intervalos de medição, não foi possível a condução de uma matriz de transição que incluísse todas as UPAs. Este fato limitou as análises e consequentemente impossibilitou projeções confiáveis a longo prazo.

7 CONCLUSÕES

- O sistema de manejo florestal adotado, utilizando técnicas de baixo impacto, mostrou-se eficiente para promover a recuperação do povoamento florestal remanescente.
- A intensidade de corte aplicada mostrou-se adequada a recuperação da volumetria das espécies comerciais para um segundo ciclo de corte.
- As altas taxas de mortalidade observadas logo após a exploração, estão sendo compensadas pelo aumento do número de ingressos, tanto para o povoamento total, quanto para as espécies comerciais.
- 16 a 18 anos após a exploração, a floresta estudada apresentou estoques em área basal e volume do povoamento total e das espécies comerciais, equivalentes aos registrados na primeira medição.
- Fatores ambientais como exposição a luz e a boa distribuição da copa, influenciam diretamente na velocidade do crescimento das árvores, por isso torna-se imprescindível considera-los no planejamento e execução do manejo florestal.
- Os diferentes intervalos de medição não permitiu a condução de uma matriz de transição única incluindo todas as UPAs.
- A matriz de transição para as UPAs não foi eficiente para prognoses a longo prazo.

REFERÊNCIAS

ALDER, D. **Growth Modelling for Mixed Tropical Forests**. Department of Plant Sciences, University of Oxford, Tropical Forestry, 1995. 231 p.

AZEVEDO, C. P. **Predição da distribuição diamétrica de povoamentos florestais inequidêntes pelo emprego de matriz de transição**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa, MG, 1993.

AZEVEDO, C. P. **Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia oriental: experimentação e simulação**. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Paraná, PR, 2006.

AZEVEDO, C. P.; SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. Um modelo de matriz de transição para prognose do crescimento de um povoamento natural remanescente não manejado de Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v.19, n. 2: p. 187-199, 1995.

AZEVEDO, C. P.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, J. N. M.; MACHADO, S. A. Efeito de diferentes níveis de exploração e de tratamentos silviculturais sobre a dinâmica da floresta remanescente. **Floresta**, v. 38 n. 2: p. 277-293, 2008.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 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 nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.16667, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, vinte cinco de maio de 2012. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 25 out 2014.

BRUNER, H. D.; MOSER Jr, J. W. A Markov Chain approach to the prediction of diameter distributions in uneven-aged forest stands. **Canadian Journal of Forest Research**. p. 409-417, 1973.

BRYAN, M. B. **Studies of timber growth and mortality in the mixed dipterocarp forest in Sarawak**. FAO Report, no. FO: MAL/76/008. Field Document 11. 1981, 56 p.

BUONGIORNO, J.; MITCHIE, B. R.. A matrix model of uneven-aged forest management. **Forest Science**, v.26 n.4, p. 609-625, 1980.

CARVALHO, J.O.P. de; SILVA, J.N.M.; LOPES, J. do C.A. Growth rate of terra firme rain forest in brazilian amazon over an eight-year period in response to logging. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 2, p 209-217, 2004.

CUNHA, U.S.; MACHADO, S.A.; FIGUEIREDO F.A.; SANQUETTA, C.R. Predição da estrutura diamétrica de espécies comerciais de terra firme da amazônia por meio de matriz de transição. **Ciência Florestal**, Santa Maria - RS, v. 12, n. 1, p. 109-122, 2002.

CUNHA, T. A. **Modelagem do Incremento de árvores individuais de *Cedrela odorata L.* na Floresta Amazônica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2009.

CUNHA, T.A. **Crescimento de espécies florestais madeiráveis como subsídio para o manejo florestal na Amazônia Ocidental**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2013.

De GRAAF, N. R. de.. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University, 1986. 250 p.

DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest Management**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1987. 790 p.

EMBRAPA.. **Curso de Manejo Florestal Sustentável**. CNPF, Curitiba, Paraná. 1997, 253 p.

FAO. **Global Forest Resources Assesment**. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>> Acesso em: 25/09/2013.

FONTES, C. G. **Revelando as causas e a distribuição temporal da mortalidade arbórea em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas. 2012.

FREITAS, J. V. de; HIGUCHI, N. Projeções da distribuição diamétrica de uma floresta tropical úmida de terra firme pela Cadeia de Markov: **Congresso Florestal Brasileiro**. Curitiba, PR, n. 7, p. 545-548, 1993.

FERREIRA, N. F. **Análise da sustentabilidade do manejo florestal com base na avaliação de danos causados por exploração de impacto reduzido (eir) em floresta de terra firme no município de Paragominas-PA**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, Pará. 2005.

GAMA, J. R. V. **Manejo florestal em faixas alternadas para floresta ombrófila aberta no município de Codó, Estado do Maranhão**. Vicosa: UFV, 2005, 126 p.

HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: Ed. da UFPR, 1998.

HIGUCHI, N.; JARDIM, F. C. S.; SANDOS, J.; BARBOSA, A. P.; WOOD, T. W. W. Inventário Florestal Comercial: **ACTA Amazônica**. Manaus, v. 15, n. 3-4, p. 327-369, 1985.

HIGUCHI, N. **Short-term growth of an undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon**. 129f. Thesis - Michigan State University, Michigan. 1987.

HIGUCHI, N. Utilização e Manejo dos Recursos Madeireiros das Florestas Tropicais Úmidas, **ACTA Amazônica**, v.24 n. 3-4, p. 275-288, 1994.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.dos; RIBEIRO, R. J.; FREITAS, J. V.; VIEIRA,G.; COIC, A. R .; MINETTE, L. J. **Crescimento e incremento de uma floresta Amazônica de terra-firme manejada experimentalmente**: Workshop Bionte - Aspectos Silviculturais e ecológicos do Manejo Florestal INPA - Manaus- AM.1997.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; NAHAMURA, S.; CHAMBERS, J.; RIBEIRO R. J.; SILVA, R. P.; ROCHA, R. M. **Dinâmica da floresta primária da bacia do Rio Cuieiras (AM), entre 1996 e 2000**: Estudos para Manejo Florestal e Recuperação de Áreas Degradadas: Workshop Intermediário do Projeto Jacarandá Fase II, Manaus, INPA, 2000, 10 p.

HUMMEL, A. C.; FREITAS, J. V. **Desenvolvimento Rural Sustentável: O Caso do Manejo Florestal**, 1997, 89 p.

ITTO. **Sustaining Tropical Forests. Annual Report**, 2009. Disponível em: www.itto.int/direct/topics/.../topics_id. Acesso em: 06 de junho de 2014.

ITTO. **Status of Tropical Forest Management 2011**. Technical Series 38. Yokohama, 2011.

IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série manuais Técnicos de Geociências. Rio de Janeiro, 1992, 92 p.

KOHLER, P.; DITZER, T.; ONG, R. C.; HUTH, A. Comparison of measured and modelled growth on permanent plots in Sabahs rain forests. **Forest Ecology and Management**, v. 144 n. 1-3, p. 101-111, 2001.

KOTTEK, M.,J. GRIESER, C. BECK, B. RUDOLF, F. **WorldMap of Köppen-Geiger Climate Classification updated**: Meteorol. Z., Ed 15, p. 259-263, 2006.

LAMBERS, H.; CHAPIM III, F. S.; PONS, T. L. **Plant Physiological Ecology**. Spring-Verlag New York,USA, 1998, 299 p.

LAMPRECHT, H. Silviculture in the tropical natural forest: Pancels's, L. **Tropical Forestry Handbook** Ed., Berlin: Springer-Verlag. p. 728-810, 1993.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.3 n. 4, p. 347-358, 1987.

LIMA, A. J. N. L. **Avaliação de um sistema de Inventário Florestal Contínuo em áreas manejadas e não manejadas do Estado do Amazonas (AM)**. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA/UFAM, Manaus, Amazonas, 2010.

LOPES, J. C. A. **Demografia e flutuações temporais da regeneração natural após uma exploração florestal: FLONA do Tapajós- PA**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. 1993.

LOUMAN, B.; DAVID, Q. E; MARGARITA, N. **Silvicultura de bosques latifoliados húmidos com ênfases em America Central**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2001, 265 p.

MANOKARAN, N.; KOCHUMMEN, K.M. Recruitment, growth and mortality of tree species in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, n. 3, p. 315-330, 1987.

MENDONÇA, A.C.A. **Caracterização e simulação dos processos dinâmicos de uma área de floresta tropical de terra firme utilizando matrizes de transição**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Paraná, PR. 2003.

OIMT. **Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas**. Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Yokohama, Japón. OIMT, 2006. 210 p.

OLIVEIRA, L. C. **Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbaste sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós**. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, M. V. N. d`. Braz, E. M. Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Peixoto na Amazônia Ocidental. **ACTA Amazônica**. v. 36 n. 2, p. 177-182, 2006.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, n.11, p. 1633-1644, 2007.

PMFS/Mil Madeiras. **Plano de Manejo Florestal Sustentável da Mil Madeiras Preciosas/PWA. VI Reformulação**. Itacoatiara/AM, 2013.

QUEIROZ, W. T. **Técnicas de Amostragem em Inventário Florestal nos Trópicos**. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1998. 147 p.

RADAMBRASIL. **Programa de Integração Nacional. Levantamento de Recursos Naturais**: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Santarém: DNPM, Ministério das Minas e Energia. v. 10. f SA21, 1978. 509 p.

RESUMO PÚBLICO - Mil Madeiras Preciosas, edição 2013. Disponível em: <http://goo.gl/avNGFL> Acesso em: 15 de outubro de 2013.

SANQUETTA, C. R.; BRENA, D. A.; ANGELO, H.; MENDES, J. B. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. **Ciência Florestal**. v. 6 n. 1, p. 65-78, 1996.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO; AMAZON. **A atividade madeireira na Amazônia Brasileira: produção, receita e mercado**. Relatório. Serviço Florestal Brasileiro. Brasília, DF, 2010.

SILVA, J. N. M. e LOPES, J. C. A. **Inventário Florestal Contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela EMBRAPA-CPATU na Amazônia brasileira**. Belém: EMBRAPA, 1984. 36 p.

SILVA, J.N.M.; de CARVALHO, J.O.P.; LOPES, J.C.A.; de OLIVEIRA, R.P., de OLIVEIRA, L.C. Growth and yield studies in the Tapajós region, Central Brazilian Amazon. **Commonwealth Forestry Rev.** v. 75 n. 4, p. 325–329, 1996.

SILVA E. J. V. **Dinâmica de florestas manejadas e sob exploração convencional na Amazônia Oriental**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2004.

SILVA, J.N.M.; LOPES, J.C.A.; OLIVEIRA, L.C.; SILVA, S.M.A.; CARVALHO, J.O.P.; COSTA, D.H.M.; Melo, M.S.; TAVARES, M.J.M. **Diretrizes para a instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará. 2005.

SOUZA, A. L.; JARDIM, F. C. S. **Sistemas Silviculturais aplicados às florestas tropicais**. Viçosa, MG: SIF, 1993. 125 p.

SOUZA, C. R. **Dinâmica de carbono em floresta explorada e em floresta nativa não explorada na Amazônia-Manaus**. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/UFAM), Manaus, Amazonas. 2012.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. 322 p.

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

SWAINE, M.D., Lieberman, D., Putz, F.E. The dynamics of tree populations in tropical forest: **Tropical Ecology**. v. 3, p. 359-366, 1987.

TEIXEIRA, L.M.; JEFFREY Q. CHAMBERS, J. Q.; SILVA, A. R. E; LIMA, A. J. N.; CARNEIRO, V. M. C.; SANTOS, J. dos; HIGUCHI, N. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus - AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. **ACTA Amazônica**, Manaus, v.37, n.3, p 377-384, 2007.

TOLEDO, J.J.; MAGNUSSON, W. E.; CASTILHO, C.V.; NASCIMENTO, H.E.M. How much variation in tree mortality is predicted by soil and topography in Central Amazonia? **Forest Ecology and Management**, v. 262, p. 331–338, 2011.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield**: applications to mixed tropical forests. Copenhagen: CAB International, 1994. 312 p.

VASCONCELOS, S. S.; HIGUCHI, N.; OLIVEIRA, M. V. N. Projeção da distribuição diamétrica de uma floresta explorada seletivamente na Amazônia Ocidental. **ACTA Amazonica**. v 39 n.1, p. 71-80, 2009.

VERÍSSIMO, A.; SOUZA Jr.; C., CELENTANO, D.; SALOMÃO, R.; PEREIRA, D. & BALIEIRO, C. **Áreas para produção florestal manejada: Detalhamento do Macrozoneamento Ecológico Econômico do Estado do Pará**. Relatório para o Governo do Estado do Pará, 2006.

VON ENDE, C.N. Repeated-Measures Analysis: Growth and Other Time-Dependent Measures. SCHEINER, S. M.; VINCENT, J. F. (Eds) **Design and Analysis of Ecological Experiments**. Yale University Press, 2001, 415 p.

WHITMORE, T. C. **A review of some aspects of tropical rain forest seedling ecology with suggestion for further enquiry**. In: The ecology of tropical forest tree seedlings (M.D. Swaine, ed.). Unesco, Paris, p. 3-39, 1996.

APÊNDICE 1- LISTA DE ESPÉCIES

Família	Nome científico	Nome Vulgar
Menispermaceae	<i>Abuta</i> sp.	Abuta
Fabaceae Papilionoideae	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Melancieira
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	Puruizinho
Anacardiaceae	<i>Anacardium giganteum</i> W. Hancock ex Engl.	Caju açu
Fabaceae Papilionoideae	<i>Andira parviflora</i> Ducke	Sucupira vermelha
Lauraceae	<i>Aniba burchellii</i> Kostern	Abacatirana
Lauraceae	<i>Aniba canellila</i> (H.B.K.)Mez	Preciosa
Lauraceae	<i>Aniba ferrea</i> Kubitzki	Louro rosa
Lauraceae	<i>Aniba megaphylla</i> Mez	Louro branco
Lauraceae	<i>Aniba rosaeodora</i> Ducke	Pau rosa
Annonaceae	<i>Annona sericea</i> Dunal	Envira bobo
Tiliaceae	<i>Apeiba albiflora</i> Ducke	Pente de macaco
Apocynaceae	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll. Arg.	Piquiá marfim
Apocynaceae	<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	Carapanauba
Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Muiracatiara
Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Goiaba de anta
Fabaceae Papilionoideae	<i>Bocoa viridiflora</i> (Ducke) R.S. Cowan	Muirajiboia preta
Malvaceae	<i>Bombax paraensis</i> Ducke	Mungubarana
Moraceae	<i>Brosimum obovata</i>	Murure
Moraceae	<i>Brosimum parinarioides</i> Duck	Amapá
Moraceae	<i>Brosimum potabile</i> Ducke	Amapá Doce
Moraceae	<i>Brosimum rubescens</i> Taubert	Muirapiranga
Combretaceae	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	Tanimbuca
Malpighiaceae	<i>Byrsonim aerugo</i>	Muruci
Clusiaceae	<i>Calophyllum angulare</i> A.C. Sm.	Jacareúba
Rubiaceae	<i>Capirona huberiana</i> Ducke	Escorrega macaco
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba
Lecythidaceae	<i>Cariniana micrantha</i> Ducke	Tauari vermelho
Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiarana
Caryocaraceae	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiá
Urticaceae	<i>Cecropia leucoma</i> Miq.	Embaúba branca
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	Embaúba
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i> (Pierre) Baehni	Balatão
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Guariúba
Fabaceae	<i>Copaífera multijuga</i> Hayne	Copaíba
Caesalpinioideae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	Uruazeiro
Boraginaceae	<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	Pajurá da mata
Chrysobalanaceae	<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	Pajurá da mata
Apocynaceae	<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	Sorva
Lecythidaceae	<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	Tauari

APÊNDICE 1- CONTINUAÇÃO...

Família	Nome científico	Nome Vulgar
Lecythidaceae	<i>Couratari stellata</i> A.C. Sm.	Tauarí branco
Euphorbiaceae	<i>Croton lanjouwensis</i> Jabl	Língua de tucano
Fabaceae	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Angelim Vermelho
Caesalpinioideae		
Fabaceae Papilionoideae	<i>Diploptropis</i> sp.	Fabaceae/Diploptropis
Fabaceae Papilionoideae	<i>Diploptropis triloba</i> Gleason	Sucupira preta
Fabaceae Papilionoideae	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Cumarú
Solanaceae	<i>Duckeodendron cestroides</i> Kuhlm.	Pupunharana
Annonaceae	<i>Duguetia cauliflora</i> R.E. Fr	Envira
Annonaceae	<i>Duguetia echinophora</i> R.E. Fr.	Envira surucucu
Myrtaceae	<i>Duroia saccifera</i> (Mart. ex Roem. & Schult.) Hook. f. ex Schumann	Araça boi
Rubiaceae	<i>Duroia sprucei</i> Rusby	Puruí
Sapotaceae	<i>Ecclinusa bacuri</i> Aubrév. & Pellegr.	Balata casca grossa
Sapotaceae	<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma	Balatinha
Humiriaceae	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	Uxi liso
Fabaceae Mimosoideae	<i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth.	Sucupira amarela
Lecythidaceae	<i>Eschweilera amazonica</i> R. Knuth	Matamatá
Lecythidaceae	<i>Eschweilera atropetiolata</i> S.A.Mori	Matamatá vermelho
Lecythidaceae	<i>Eschweilera collina</i> Eyma	Ripeira
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Matamatá preto
Lecythidaceae	<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.) Sandwith	Matamatá branco
Lecythidaceae	<i>Eschweilera pseudodecolorans</i> S.A. Mori	Matamatá
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.	Ripa vermelha
Myrtaceae	<i>Eugenia patrisii</i> Vahl	Aracarana
Rutaceae	<i>Fagara pentandra</i> Aubl.	Tamanqueira da terra firme
Moraceae	<i>Ficus dendrocida</i> Kunth	Apuí
Apocynaceae	<i>Geissospermum vellosii</i> Allemão	Acariquara branca
Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiúba
Annonaceae	<i>Guatteria aff olivacea</i> R.E. Fr.	Envira branca
Annonaceae	<i>Guatteria procera</i> R.E. Fr.	Envira preta
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	Envira vermelha
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	Envira fofa
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.)	Seringueira verdadeira
Euphorbiaceae	<i>Hevea</i> sp.	Euphorbiaceae/Hevea
Apocynaceae	<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	Sucuuba
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i>	Jatobá
Caesalpinioideae	(Hayne)	
Fabaceae Mimosoideae	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	Angelim pedra
Fabaceae Mimosoideae	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Ingá xixi
Fabaceae Mimosoideae	<i>Inga capitata</i> Desv.	Ingá costela

APÊNDICE 1- CONTINUAÇÃO...

Família	Nome científico	Nome Vulgar
Fabaceae Mimosoideae	<i>Inga heterophylla</i> Willd.	Ingá xixi vermelho
Fabaceae Mimosoideae	<i>Inga rubiginosa</i> (Rich.) DC.	Ingá peludo
Fabaceae Mimosoideae	<i>Inga tarapotensis</i> Spruce ex Benth.	Ingá
Fabaceae Mimosoideae	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Ingá miúdo
Myristicaceae	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	Arurá vermelho
Myristicaceae	<i>Iryanthera olacoides</i> (A.C. Sm.) A.C. Sm.	Apunã
Myristicaceae	<i>Iryanthera</i> sp.	Myristicaceae/Iryanthera
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	Parapara/Caroba
Lecythidaceae	<i>Lecythis poiteaui</i> O.Berg	Jarana
Lecythidaceae	<i>Lecythis prancei</i> S.A. Mori	Castanharana
Lecythidaceae	<i>Lecythis usitata</i> Miers	Castanha sapucaia
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Macucú
Chrysobalanaceae	<i>Licania impressa</i> Prance	Caraipé
Chrysobalanaceae	<i>Licania oblongifolia</i> Standl.	Macucú chiador
Chrysobalanaceae	<i>Licania paraensis</i> Prance	Macucú casca seca
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> spp.	Chrysobalanaceae/Licania
Lauraceae	<i>Licaria cannella</i> (Meisn) Kosterm.	Louro chumbo
Lauraceae	<i>Licaria chrysophylla</i> (Meisn.) Kosterm.	Louro Aritú
Lauraceae	<i>Licaria rigida</i> (Kosterm) Kosterm.	Louro amarelo
Lauraceae	<i>Licaria</i> sp.	Lauraceae/Licaria
Achariaceae	<i>Lindackeria paraensis</i> Kuhlman	Farinha seca
Fabaceae Papilionoideae	<i>Machaerium caudatum</i> Ducke	Itaubarana
Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev.	Maparajuba
Sapotaceae	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chev.	Macaranduba
Fabaceae	<i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason	Jutaí pororoca
Caesalpinioideae		
Celastraceae	<i>Maytenus pruinosa</i> Reissek	Chichua
Lauraceae	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taubert ex Mez	Itaúba
Lauraceae	<i>Mezilaurus lindaviana</i> Schwacke & Mez	Itaúba abacate
Lauraceae	<i>Mezilaurus</i> sp.	Lauraceae/Mezilaurus
Lauraceae	<i>Mezilaurus synandra</i> (Mez) Kosterm.	Louro Itaúba
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Acariquara
Clusiaceae	<i>Moronobea coccinea</i> Aubl.	Anani
Melastomataceae	<i>Mouriri sideroxylon</i> Sagot ex Triana	Socoró
Melastomataceae	<i>Mouriria</i> sp.	Melastomataceae/Mouriria
Myrtaceae	<i>Myrcia bracteata</i> (Rich.) DC.	Murta peluda
Annonaceae	n. identificada 42	Beribarana
Sapotaceae	n. identificado 56	Sapotaceae
Myrtaceae	n. identificado 59	Myrtaceae
N. Identificada	N. Identificada	N. Identificada
Myrtaceae	N. Identificada 57	Myrtaceae

APÊNDICE 1- CONTINUAÇÃO...

Família	Nome científico	Nome Vulgar
Myrtaceae	N.identificado	Myrtaceae
Nyctaginaceae	Neea oppositifolia Ruiz & Pav.	Joao mole
Lauraceae	Ocotea fragrantissima Ducke	Louro preto
Lauraceae	Ocotea sp.	Louro fofo
Fabaceae Papilionoideae	Ormosia discolor Spruce ex Benth.	Tento folha graúda
Fabaceae Papilionoideae	Ormosia paraensis Ducke	Tento
Fabaceae Papilionoideae	Ormosia sp.	Papilionaceae/Ormosia
Myristicaceae	Osteophloeum platyspermum (Spruce ex A. DC.)	Arura branco
Fabaceae Mimosoideae	Parkia paraensis Ducke	Paricarana
Fabaceae Mimosoideae	Parkia pendula (Willd.) Benth. ex Walp.	Angelim fava
Fabaceae Mimosoideae	Parkia sp.	Fava roxa
Fabaceae Caesalpinioideae	Peltogyne catinae Ducke	Violeta
Euphorbiaceae	Pera glabrata (Schott) Poepp. ex Baill.	Sapateira
Moraceae	Perebea guianensis Aubl.	Muiratinga
Moraceae	Perebea sp.	Muiratinga peluda
Fabaceae Papilionoideae	Piptadenia suaveolens Miq.	Favinha
Fabaceae Caesalpinioideae	Pithecellobium cauliflorum Mart.	Ingarana
Fabaceae Mimosoideae	Pithecellobium racemosum Ducke	Angelim Rajado
Sapotaceae	Planchonella pachycarpa Pires	Abiu casca grossa
Clusiaceae	Platonia insignis Mart.	Bacuri
Fabaceae Papilionoideae	Platymiscium duckei Huber	Macacauba
Peraceae	Poecilanthe effusa (Huber) Ducke	Amarelinho
Urticaceae	Pourouma longipendula Ducke	Embaubarana
Sapotaceae	Pouteria amazonica Radlk.	Abiurana branca
Sapotaceae	Pouteria guianensis Aubl	Abiurana Ferro
Sapotaceae	Pouteria hispida Eyma	Abiurana
Sapotaceae	Pouteria laevigata (Mart.) Radlk.	Abiurana casca grossa
Sapotaceae	Pouteria opposita (Ducke) T.D.Penn	Caramuri
Sapotaceae	Pouteria platyphylla (A.C. Sm.) Baehni	Abiurana Vermelha
Burseraceae	Protium paniculatum Engl	Breu Branco
Burseraceae	Protium puncticulatum J F Macbr.	Breu vermelho
Burseraceae	Protium sagotianum Marchand	Breu
Burseraceae	Protium sp.	Breu sucuba
Fabaceae Mimosoideae	Pseudopiptadenia psilostachya (DC.) G. P. Lewis	Timborana
Fabaceae Papilionoideae	Pterocarpus amazonicus Huber	Mututi
Olacaceae	Ptychopetalum olacoides Benth	Muirapuama
Vochysiaceae	Qualea paraensis Ducke	Mandioqueira
Malvaceae	Quararibea guianensis Aubl.	Inajarana

APÊNDICE 1- CONTINUAÇÃO...

Família	Nome científico	Nome Vulgar
Violaceae	Rinorea macrocarpa (C Mart. ex Eichler) Kuntze	Canela de velho
Proteaceae	Roupala montana Aubl. var. montana	Louro faia
Humiriaceae	Sacoglottis amazonica Mart.	Uxirana
Humiriaceae	Sacoglottis guianensis Benth.	Uxi torrado
Araliaceae	Schefflera morototoni (Aubl.) Frondin	Morototo
Fabaceae	Sclerolobium chrysophyllum Poepp.	Tachirana
Caesalpinioideae	Sclerolobium goeldianum Huber	Tachi
Fabaceae	Sclerolobium goeldianum Huber	Tachi
Caesalpinioideae	Sclerolobium goeldianum Huber	Tachi
Malvaceae	Scleronema micranthum Ducke	Cedrinho/Cardeiro
Lauraceae	Sextonia rubra (Mez) Van der Werff	Louro gamela
Simaroubaceae	Simarouba amara Aubl.	Marupa
Siparunaceae	Siparuna decipiens (Tul.) A. DC.	Capitiu
Elaeocarpaceae	Sloanea froesii Earle Sm.	Urucurana
Solanaceae	Solanum rugosum Dunal	Cajurana
Fabaceae Papilionoideae	Swartzia brachyrachis Harms	Paraputaca
Fabaceae Papilionoideae	Swartzia corrugata Benth.	Coração de negro
Fabaceae Papilionoideae	Swartzia recurva Poepp.	Muirajibóia
Fabaceae Papilionoideae	Swartzia sp.	Muirajiboia amarelo
Bignoniaceae	Tabebuia serratifolia (Vahl) G.Nichols.	Ipê
Fabaceae	Tachigali chrysophylla (Poepp.) Zarucchi & Herend.	Tachi amarelo
Caesalpinioideae	Tachigali chrysophylla (Poepp.) Zarucchi & Herend.	Tachi amarelo
Fabaceae	Tachigali guianensis (Benth) Zarucchi & Herend.	Tachi galho
Caesalpinioideae	Tachigali guianensis (Benth) Zarucchi & Herend.	Tachi galho
Fabaceae	Tachigali myrmecophila (Ducke) Ducke	Tachi preto
Caesalpinioideae	Tachigali myrmecophila (Ducke) Ducke	Tachi preto
Sapindaceae	Talisia longifolia (Benth.) Radlk	Pitomba
Dichapetalaceae	Tapura amazonica Poepp. & Endl.	Pau de bicho
Fabaceae Papilionoideae	Taralea oppositifolia Aubl.	Cumarurana
Combretaceae	Terminalia amazonia (J.F. Gmel.) Exell	Cuiarana
Malvaceae	Theobroma subincanum Mart.	Cupui
Malvaceae	Theobroma sylvestre Aubl. ex Mart.	Cacauarana
Burseraceae	Trattinnickia burserifolia Mart.	Breu Lasca
Moraceae	Trymatococcus amazonicus Poepp. & Endl.	Pama
Fabaceae Papilionoideae	Vatairea guianensis Aubl	Fava amargosa
Fabaceae Mimosoideae	Vataireopsis sp.	Fava
Fabaceae Papilionoideae	Vataireopsis speciosa Ducke	Faveira
Myristicaceae	Virola caducifolia WA Rodrigues	Ucuuba branca
Myristicaceae	Virola duckei A.C. Sm.	Ucuuba
Myristicaceae	Virola guggenheimii W.A. Rodrigues	Ucuuba casca de vidro
Myristicaceae	Virola melinonii (Benoist) A.C. Sm.	Ucuuba vermelha

APÊNDICE 1- CONTINUAÇÃO...

Família	Nome científico	Nome Vulgar
Myristicaceae	<i>Virola theiodora</i> (Spruce ex Benth.) Warb.	Fava parica
Hypericaceae	<i>Vismia cauliflora</i> A.C. Sm.	Lacre
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Lacre branco
Hypericaceae	<i>Vismia japurensis</i> Reichardt	Lacre vermelho
Hypericaceae	<i>Vismia</i> sp.	Lacre Preto
Lamiaceae	<i>Vitex cymosa</i> Bert. ex Spreng	Taruma
Annonaceae	<i>Xylopia calophylla</i> R.E. Fr.	Envira amarela
Annonaceae	<i>Xylopia polyantha</i> R.E. Fr.	Envira cheirosa

APÊNDICE 2- LISTA DAS ESPÉCIES COMERCIAIS

Família	Nome científico	Nome Vulgar
Fabaceae Papilionoideae	<i>Andira parviflora</i> Ducke	Sucupira vermelha
Apocynaceae	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll. Arg.	Piquia marfim
Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Muiracatiara
Moraceae	<i>Brosimum parinarioides</i> Duck	Amapa
Combretaceae	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	Tanimbuca
Clusiaceae	<i>Calophyllum angulare</i> A.C. Sm.	Jacareuba
Lecythidaceae	<i>Cariniana micrantha</i> Ducke	Tauari vermelho
Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiarana
Caryocaraceae	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Piquia
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Guariuba
Fabaceae Caesalpinioideae	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Angelim Vermelho
Fabaceae Papilionoideae	<i>Dipteris triloba</i> Gleason	Sucupira preta
Fabaceae Papilionoideae	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Cumaru
Humiriaceae	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	Uxi liso
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Matamata preto
Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiuba
Fabaceae Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne)	Jatoba
Fabaceae Mimosoideae	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	Angelim pedra
Myristicaceae	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	Arura vermelho
Lecythidaceae	<i>Lecythis prancei</i> S.A. Mori	Castanharana
Lecythidaceae	<i>Lecythis usitata</i> Miers	Castanha sapucaia
Lauraceae	<i>Licaria chrysophylla</i> (Meisn.) Kosterm.	Louro Aritu
Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev.	Maparajuba
Sapotaceae	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chev.	Macaranduba
Fabaceae Caesalpinioideae	<i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason	Jutaí pororoca
Lauraceae	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taubert ex Mez	Itauba
Lauraceae	<i>Mezilaurus synandra</i> (Mez) Kosterm.	Louro Itaúba
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Acariquara
Lauraceae	<i>Ocotea fragrantissima</i> Ducke	Louro preto
Fabaceae Mimosoideae	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	Angelim fava
Fabaceae Caesalpinioideae	<i>Peltogyne catinae</i> Ducke	Violeta
Fabaceae Mimosoideae	<i>Pithecellobium racemosum</i> Ducke	Angelim Rajado
Sapotaceae	<i>Pouteria hispida</i> Eyma	Abiurana
Burseraceae	<i>Protium paniculatum</i> Engl	Breu Branco
Burseraceae	<i>Protium puncticulatum</i> J F Macbr.	Breu vermelho
Fabaceae Mimosoideae	<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> (DC.) G. P. Lewis	Timborana
Vochysiaceae	<i>Qualea paraensis</i> Ducke	Mandioqueira
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl. var. <i>montana</i>	Louro faia

APÊNDICE 2- CONTINUAÇÃO...

Família	Nome científico	Nome Vulgar
Humiriaceae	Sacoglottis guianensis Benth.	Uxi torrado
Malvaceae	Scleronema micranthum Ducke	Cedrinho/Cardeiro
Lauraceae	Sextonia rubra (Mez) Van der Werff	Louro gamela
Simaroubaceae	Simarouba amara Aubl.	Marupa
Bignoniaceae	Tabebuia serratifolia (Vahl) G.Nichols.	Ipê
Fabaceae Caesalpinioideae	Tachigali chrysophylla (Poepp.) Zarucchi & Herend.	Tachi amarelo
Fabaceae Papilionoideae	Vatairea guianensis Aubl	Fava amargosa

APÊNDICE 3- ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA A ÁREA BASAL E VOLUME, CONSIDERANDO O POVOAMENTO BRUTO (SEM INCLUIR INGRESSO E MORTALIDADE).

ÁREA BASAL - POVOAMENTO BRUTO					
F. VARIACÃO	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento (UPA)	2	47,3943154	23,6971577	1,77	0,1848
Erro	38	509,916854	13,4188646		
SUBPARCELA					
Tempo	1	343,79019	343,7901974	2263,93	<0,0001
Tempo*Tratamento (UPA)	2	0,3815482	0,1907741	1,26	0,2963
Erro (tempo)	38	5,7704981	0,1518552		
VOLUME - POVOAMENTO BRUTO					
F. VARIACÃO	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento (UPA)	2	10466,5684	5233,2842	1,76	0,1860
Erro	38	113083,5631	2975,8832		
SUBPARCELA					
Tempo	1	76236,7517	76236,75178	2265,39	<0,0001
Tempo*Tratamento (UPA)	2	84,21217	42,10608	1,25	0,2977
Erro (tempo)	38	1278,80555	33,65278		