



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

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL EM UMA EMPRESA
CERTIFICADA NA AMAZÔNIA**

ARQLEYDSSON DE LIMA PINHEIRO

**MANAUS
2012**



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

ARQLEYDSSON DE LIMA PINHEIRO

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL EM UMA EMPRESA
CERTIFICADA NA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada a Comissão Examinadora, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Florestais e Ambientais – M.Sc. pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPGCIFA) da Universidade Federal do Amazonas.

Orientador: Professor Dr. Ulisses Silva da Cunha

**MANAUS
2012**

Ficha catalográfica, elaborada pelo Bibliotecário
Flaviano Lima de Queiroz - CRB 11º/255

P654a Pinheiro Arqleydsson de Lima
 Avaliação da produção florestal em uma empresa certificada na
 Amazônia / Arqleydsson de Lima Pinheiro.—Manaus: UFAM / Faculdade de Ciências Agrárias, 2012
 57 f. il. Col. ; 30 cm

 Orientador: Ulisses Silva da cunha
 Dissertação (Mestrado) – UFAM / Faculdade de Ciências Agrárias / PPGCIFA, 2012.

 1. Produção florestal 2. Florestas - manejo 3. Inventário florestal
 4. Floresta tropical 5. Exploração florestal I. Cunha, Ulisses Silva da
 II. Título.

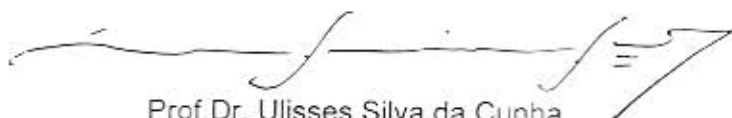


CDU 674-412:658.5(811.3)(043.3)

PARECER

Defesa nº 106

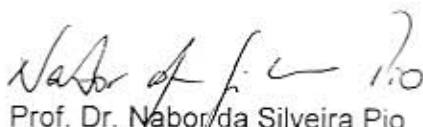
A banca examinadora instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas, após arguir do mestrando Arqleydsson de Lima Pinheiro, em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL EM UMA EMPRESA CERTIFICADA NA AMAZÔNIA", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do acadêmico habilitando-o ao título de Mestre "*Magister Scientiae*" em Ciências Florestais e Ambientais, na área de concentração em Manejo e Tecnologia de Recursos Florestais Tropicais (MTRF).



Prof. Dr. Ulisses Silva da Cunha
Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFAM
Orientador e Presidente da banca examinadora



Dra. Kátia Emídio da Silva
Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA
Primeira examinadora



Prof. Dr. Nabor da Silveira Pio
Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFAM
Segundo examinador



Prof. Dr. Julio César Rodríguez Tello
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Ciências Florestais e Ambientais - PPGCIFA

Manaus, 06 de julho de 2011.

AGRADECIMENTOS

Esta página eu dedico aqueles que de algum modo estiveram envolvidos no processo de desenvolvimento deste trabalho e também aqueles que nunca deixaram de me apoiar e estimular na busca do conhecimento.

Primeiramente gostaria de agradecer aos professores que durante o período de realização deste trabalho não mediram esforços para Coordenar o Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Professores Drs. Jackson Fernando Rêgo Matos, Lizit Alencar da Costa, Júlio César Rodriguez Tello e Nabor da Silveira Pio.

Ao meu orientador Professor Dr. Ulisses Silva da Cunha pela oportunidade, credibilidade e orientação, no sentido da busca pela inovação e qualidade do trabalho.

À secretária do programa Antonia Costa pelo atendimento e apoio prestado durante todo o curso de mestrado.

À Manoel de Jesus de Souza Miranda, pelo apoio na coleta de dados, troca de experiência e amizade.

Aos amigos Márcio Rogério Mota do Amaral e Jonathas Paiva do Nascimento pela amizade e apoio.

À empresa madeireira Vale Verde na pessoa dos senhores Engenheiro Florestal Marcos Oliveira da Silva (Gerente) e Engenheiro Florestal Manuel Alexandre Haas (Coordenador de inventário) pela concessão de dados, meios logísticos e recursos humanos disponibilizados durante a realização da coleta de dados da presente pesquisa.

À minha mãe Marly de Lima Pinheiro que sempre aplicou todo seu esforço na minha formação. Também as minhas irmãs Dayse Gabriela de Lima Pinheiro e Ennayara Sharlise de Lima Pinheiro que me deram todo apoio durante o período de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE QUADROS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo.....	3
1.1.1 Geral.....	3
1.1.2 Específico.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Inventário florestal a 100%.....	4
2.2 Estrutura paramétrica.....	6
2.2.1 Abundância.....	6
2.2.2 Frequência.....	7
2.2.3 Área basal.....	7
2.2.4 Volume.....	9
2.2.5 Distribuição da área basal e volume por classe diamétrica.....	10
2.3 Sistemas de exploração florestal.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Caracterização da área.....	13
3.1.1 Localização.....	13
3.1.2 Acesso a área.....	13
3.1.3 Infraestrutura.....	14
3.1.4 Clima.....	14
3.1.5 Relevô.....	14
3.1.6 Solo.....	14
3.1.7 Hidrografia.....	14
3.1.8 Vegetação.....	15
3.2 Caracterização do sistema de exploração.....	15
3.2.1 Atividades pré-exploratórias.....	15
3.2.1.1 Delimitação da Unidade de Produção Anual (UPA).....	15
3.2.1.2 Inventário florestal a 100%.....	15
3.2.1.3 Tabulação, processamento dos dados e confecção de mapas.....	16
3.2.1.4 Seleção das árvores para corte.....	16
3.3 Planejamento das estradas florestais.....	17
3.4 Planejamento dos pátios florestais e trilhas de arraste.....	17
3.5 Atividades de exploração florestal.....	18
3.5.1 Operações de corte.....	18
3.5.1.2 Operação de pré-arraste.....	19
3.5.2 Operação de Arraste.....	19

3.5.3 Romaneio.....	19
3.5.4 Carregamento e transporte.....	20
3.6 Base de dados.....	21
3.7 Lista de espécies manejadas.....	21
3.8 Planejamento para a coleta de dados.....	22
3.8.1 Período da coleta.....	22
3.8.2 Sistemática de campo.....	22
3.8.3 Logística.....	22
3.9 Coleta de dados.....	23
3.9.1 Equipe, Instrumentos e Equipamentos.....	23
3.9.2 Cubagem.....	23
3.9.3 Método de cubagem.....	23
3.9.4 Passos da cubagem.....	24
3.9.5 Componentes do fuste.....	25
3.10 Análise dos dados.....	26
3.10.1 Análise da estrutura paramétrica.....	26
3.10.1.1 Abundância.....	26
3.10.1.2 Frequência.....	26
3.10.1.3 Área basal.....	26
3.10.1.4 Volume.....	27
3.10.1.5 Espécies selecionadas para o estudo.....	27
3.10.1.6 Determinação dos fatores de expansão de volume por classe diamétrica.....	27
3.10.2 Produção e produtividade nas operações de exploração.....	29
3.10.2.1 Corte.....	29
3.10.2.1 Arraste.....	29
3.10.2.1 Transporte.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Avaliação dos parâmetros.....	31
4.1.1 Área basal, volume, abundância e frequência.....	31
4.2 Avaliação dos parâmetros estruturais por espécies.....	37
4.2.1 Abundância.....	37
4.2.2 Frequência.....	40
4.2.3 Volume.....	41
4.2.3.1 Fatores de expansão de volume por classe diamétrica.....	42
4.3 Avaliação da produção de madeira em tora nas operações de exploração.....	43
4.3.1 Corte.....	43
4.3.2 Arraste.....	45
4.3.3 Transporte.....	45
4.3.3.1 Produção no transporte por espécie.....	48
5. CONCLUSÃO.....	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
7. ANEXOS.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localização da área de manejo florestal.....	13
Figura 2.	Trator florestal <i>Skidder</i> , modelo Muller, utilizado no arraste de toras.....	19
Figura 3.	Caminhão utilizado no transporte de toras.....	20
Figura 4.	Mapa de exploração utilizado para localizar as árvore.....	24
Figura 5.	Componentes do fuste definidos após o corte da árvore.....	25
Figura 6.	Mapa da UPA 2008 subdividido em mapas de exploração de 6,25 ha.....	28
Figura 7.	Área basal e volume por hectare distribuídos por número de indivíduos.....	31
Figura 8.	Distribuição diamétrica e espacial em três unidades de trabalho, antes e após o corte seletivo, com diferentes intensidades de exploração: a) redução de 12 m ³ /ha, b) 30 m ³ /ha e c) 38 m ³ /ha.....	35
Figura 9.	Distribuição do volume por indivíduo e por hectare para as 5 espécies mais abundantes.....	37
Figura 10.	Distribuição diamétrica da Manga brava <i>Pouteria speciosa</i>	38
Figura 11.	Distribuição diamétrica de Abacate bravo <i>Thyrsodium spruceanum</i>	38
Figura 12.	Distribuição diamétrica da Maçaranduba <i>Manilkara huberi</i>	39
Figura 13.	Distribuição diamétrica da Cupiúba <i>Goupia glabra Aubl</i>	39
Figura 14.	Distribuição diamétrica do Mata-mata vermelho <i>Cariniana sp</i>	40
Figura 15.	Distribuição diamétrica do Abiu <i>Micropholis guyanensis</i>	41
Figura 16.	Distribuição diamétrica do Angelim ferro <i>Dinizia excelsa Ducke</i>	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Lista das espécies comerciais manejada pela empresa.....	21
Tabela 2.	Abundância, área basal e volume por hectare, estocado, explorado e remanescente para as 35 espécies manejada com $DAP \geq 50$ cm.....	32
Tabela 3.	Redução em área basal e volume por mapas de exploração.....	33
Tabela 4.	Oscilação nos parâmetros em três unidades de trabalho de 6 ha submetidas a diferentes intensidades de exploração.....	36
Tabela 5.	Cinco espécies mais abundantes registradas no inventário.....	37
Tabela 6.	Cinco espécies mais frequentes registradas no inventário.....	40
Tabela 7.	Cinco espécies de maior volume registradas no inventário.....	41
Tabela 8.	Sumarização das estimativas de volume por classe diamétrica para o desenvolvimento dos fatores de expansão de volume.....	43
Tabela 9.	Produção de toras por árvores e por classe.....	44
Tabela 10.	Produção nas operações de corte.....	45
Tabela 11.	Valores diários de produção na operação de arraste.....	45
Tabela 12.	Produção por carga de caminhão e por classe de área.....	46
Tabela 13.	Estatística descritiva das variáveis de produção.....	47
Tabela 14.	Produção do número de toras por espécies.....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Número de árvores cubadas por classe diamétrica.....	23
Quadro 2.	Árvores observadas agrupadas em 3 classes diamétricas.....	28

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL EM UMA EMPRESA CERTIFICADA NA AMAZÔNIA

RESUMO

Este estudo foi conduzido com dados de inventário florestal a 100% e dados de produção obtidos a partir da exploração florestal nas operações de corte, arraste e transporte de uma unidade de produção anual de 1.556,25 ha dividida em 249 unidades de trabalho de 250 m x 250 m submetida a manejo florestal sustentável. A área é de propriedade da empresa Madeireira Vale Verde, localiza-se no Município de Caracaraí, Estado de Roraima. O trabalho teve por objetivo avaliar a produção florestal de madeira em toras utilizando os dados disponíveis. Na avaliação foram utilizados os dados de inventário à 100% para o cálculo dos parâmetros estruturais abundância, frequência, área basal e volume para demonstrar os efeitos da intervenção na estrutura da floresta nos momentos antes e após a exploração florestal. A produção foi quantificada em termos de volume e número de toras arrastadas, cortadas e transportadas. Nas análises considerou-se apenas as 35 espécies de valor comercial listadas pela empresa, das quais selecionou-se as cinco espécies com os maiores valores de abundância, frequência e volume. Foram cubadas 96 árvores com DAP ≥ 50 cm agrupadas em 6 classes diamétricas com amplitude de 10 cm, sendo 16 árvores por classe distribuídas em 22 unidades de trabalho. Os resultados permitiram concluir que em nível global utilizando os parâmetros descritos na presente pesquisa não foi possível identificar os efeitos da exploração sobre a floresta e que somente avaliações em nível de espécie e área descrevem de forma concreta esses efeitos. Em relação a produção os resultados demonstraram que aproximadamente 80% das árvores produziram até duas toras o que reduz as operações de traçamento aumentando a produção nas atividades de corte, arraste e transporte.

Palavras-chave: Inventário florestal a 100%, Floresta tropical, Exploração florestal, Manejo florestal.

EVALUATION OF PRODUCTION FORESTRY IN A COMPANY CERTIFIED IN THE AMAZON

ABSTRACT

This study was conducted with data from forest inventory to 100% and production data obtained from logging operations cutting, dragging and carrying a unit of annual production of 1,556.25 hectares divided into 249 units of work 250 m x 250 m subject to sustainable forest management. The area is owned by Madeireira Vale Verde Company, located in the municipality of Caracaraí, State of Roraima. The study aimed to evaluate the production of roundwood forest using the data available. In the evaluation we used the inventory data to 100% for calculating the structural parameters of abundance, frequency, basal area and volume to demonstrate the effects of intervention in forest structure in the moments before and after logging. The production was quantified in terms of volume and number of logs dragged, cut and transported. In the analysis we considered only the 35 species of commercial value listed by the company, of which we selected the five species with the highest values of abundance, frequency and volume. Were scaled 96 trees with DBH ≥ 50 cm diameter classes grouped into 6 with an amplitude of 10 cm, 16 trees per class divided into 22 units of work. The results showed that globally using the parameters described in the present study was not possible to identify the effects of exploitation of the forest and that only assessments at the species level and area concretely describe these effects. Regarding the production results showed that approximately 80% of trees produced up to two logs which reduces operations tracing activities in increasing the production of cut, drag and transport.

Keywords: Forest inventory to 100%, Tropical Forest, Exploitation Forestry, Forest Management.

1 INTRODUÇÃO

Produção é a atividade de conversão de matéria-prima em bens de consumo. Em manejo florestal, a floresta é o estoque de matéria-prima disponível, a qual é submetida a uma série de atividades ordenadas que constituem a cadeia ou processo de produção florestal.

A produção florestal madeireira de forma geral pode ser classificada em três importantes etapas: produção biológica, produção mecânica ou exploração florestal e processamento industrial da madeira (Stohr, 1976).

A exploração comercial com fins madeireiros na Amazônia começou há aproximadamente três séculos, o volume de madeira extraído era pequeno e estava restrito às florestas de várzea ao longo dos principais rios da região (Oliveira, 2005). Porém, somente a partir da década de 50 iniciaram-se as pesquisas na área de manejo florestal (Silva, 1996). Nesse período o governo brasileiro solicitou a FAO um relatório recomendando a fundação de um centro piloto para a exploração florestal mecanizada e estudos de silvicultura tropical. Inclusos no estudo estavam o lançamento de um centro piloto para a indústria da madeira, com pesquisas voltadas para a industrialização, secagem artificial, preservação e formação de mão-de-obra especializada.

A floresta Amazônica apresenta diferentes fitofisionomias, sendo que as mais utilizadas para a produção de madeira são as Florestas Ombrófilas Densas e as Florestas Ombrófilas Abertas, localizadas nas baixas altitudes e de terra firme (Oliveira Filho & Ferreira, 1997).

De acordo com Hosokawa *et al.* (1998), os projetos de pesquisa em manejo e exploração florestal na Amazônia baseiam-se no sistema silvicultural policíclico e apresentam diversas similaridades em suas fases operacionais.

Segundo Sabogal *et al.* (2010), mesmo com os esforços realizados pelo governo, instituições de pesquisa e organizações não governamentais, a exploração de madeira na Amazônia é extremamente predatória. A escassez de informações, bem como, a falta de treinamento em técnicas de manejo são apontadas como as principais dificuldades listadas como barreiras para a adoção do manejo florestal.

Apesar desta atividade ainda ocorrer em bases tipicamente extrativistas, há vários casos onde o planejamento das operações de exploração utilizando corte de cipós, mapeamento das árvores a serem extraídas, técnicas de derrubada direcional, planejamento de

trilhas de arraste e pátios de estocagem, entre outros, reduzem consideravelmente os danos causados pela extração madeireira (Oliveira, 2005).

Para a elaboração de projetos de manejo, devem ser realizados estudos ecológicos abrangendo primordialmente o estudo individual das espécies florestais e o estudo das comunidades florestais e sua estrutura (Hosokawa *et al.*, 1998). Os diversos modelos de exploração contínua, propostos para a Amazônia, consideram a estrutura inicial da floresta, sua produção volumétrica e a distribuição espacial das espécies em função da área. O autor divide as técnicas de análise estrutural em dois grupos, as técnicas analíticas e as de síntese. O primeiro inclui os métodos clássicos de análise da estrutura florística e da estrutura diamétrica das florestas. O grupo das técnicas de síntese inclui a análise da estrutura horizontal, vertical e estrutura paramétrica da floresta.

A fase operacional de um projeto de manejo divide-se nas atividades pré-exploratórias, exploração florestal e atividades pós-exploratórias. O inventário florestal a 100% é a principal etapa das atividades pré-exploratórias, pois, por meio deste é possível conhecer o estoque, composição, estrutura e distribuição espacial das espécies a manejar, bem como, as condições fisiográficas da área. Com base nessas informações se realiza o planejamento da exploração florestal.

A exploração florestal parte mais importante do ponto de vista técnico-econômico, é composto pelas etapas de corte, extração e carregamento (Machado, 2002), estas etapas constituem um sistema de exploração florestal. O autor define sistema de exploração florestal como um conjunto de atividades, integradas entre si, que permitem o fluxo constante de madeira, evitando-se os pontos de estrangulamento, levando os equipamentos a sua máxima utilização. Os sistemas de exploração variam de acordo com vários fatores, dentre eles topografia do terreno, rendimento volumétrico do povoamento, tipo de floresta, uso final da madeira, máquinas, equipamentos e recursos disponíveis.

A importância da exploração florestal dentro do manejo implica na necessidade de desenvolvimento de estudos que forneçam informações que auxiliem o uso eficiente das ferramentas que compõem as fases de planejamento e execução desta atividade, principalmente nas florestas tropicais nativas da Amazônia, onde a exploração ainda ocorre de forma desordenada e mesmo nas empresas que adotam o manejo florestal existe uma série de lacunas a serem preenchidas.

Com a globalização da economia mundial acompanhada das pressões ambientais, as empresas florestais brasileiras estão se adequando para atender às exigências dos mercados externo e interno. A adequação da empresa para se obter a certificação florestal tem trazido uma série de mudanças que afetam diretamente as operações de exploração e transporte florestal. Esta atividade merece mais atenção e cuidado quando se pensa em certificação, levando-se em conta as particularidades e o potencial impactante das atividades, (Machado, 2002).

A longo prazo, a resposta as questões técnicas podem tornar o manejo mais atrativo do ponto de vista econômico-financeiro, estimulando a iniciativa privada a adotar seus métodos e técnicas de exploração racional.

Portanto, a avaliação da produção florestal deve considerar a estrutura da floresta sobre a qual foi planejada a exploração, assim como, o sistema de exploração aplicado. Nesse sentido o presente trabalho tem por:

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Geral:

Avaliar a produção florestal de madeira em toras antes e após a exploração em uma unidade de produção anual de uma empresa madeireira certificada no estado de Roraima.

1.1.2 Específicos:

- 1) Analisar a estrutura paramétrica da floresta manejada;
- 2) Quantificar a produção nas operações de corte, arraste e transporte.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 INVENTÁRIO FLORESTAL A 100%

Inventário a 100% também pode ser conhecido como: censo, enumeração completa, de detalhe, pré-exploratório e pré-investimento.

Censo ou completa enumeração é a abordagem exaustiva ou de 100% dos indivíduos da população. A completa enumeração reproduz exatamente todas as características da população, ou seja, fornece os seus parâmetros, valores reais ou verdadeiros. As populações florestais são geralmente extensas e uma abordagem exaustiva ou de 100% dos seus indivíduos demanda muito tempo e alto custo para sua realização. Por isso, só se justificam nas avaliações de populações pequenas, de grande importância econômica, ou em trabalhos de pesquisa cujos resultados exigem exatidão (Péllico Neto e Brena, 1997).

De acordo com Sobrinho *et al.*, (2010) inventário pré-exploratório tem como principais características: mensuração de todos os indivíduos existentes na área demarcada e os cuidados principais relacionados com os erros de medição.

Segundo Araújo (2006) os inventários florestais fornecem os subsídios necessários para o planejamento das atividades de exploração e do manejo propriamente dito, tais como: espécies a explorar, intensidades e ciclos de corte, tratamentos silviculturais a serem conduzidos e necessidade de plantios de enriquecimento. Outro aspecto importante da avaliação dos recursos existentes na floresta é a possibilidade de projeções de ordem econômica e referentes à comercialização, tais como: cálculos de despesas e receitas esperadas, mercados a atingir.

Inventário a 100% ou pré-exploratório é realizado em áreas onde está em execução um plano de manejo florestal. Tem o propósito de determinar, com bom grau de precisão, o estoque de madeira existente nos compartimentos de manejo para fins de planejamento da exploração. Este inventário é denominado de 100% em razão de que é realizado em toda a área de interesse e onde são abordadas todas as árvores adultas ocorrentes a partir de um DAP mínimo estabelecido, mapeando-as e classificando-as quanto ao estado de aproveitamento, destinação de uso (p.ex.: exploração, estoque ou porta-semente). Em geral, é feito antes da exploração florestal, de modo a possibilitar a definição das espécies a explorar e os respectivos volumes (Araújo, 2006).

O inventário para fins de manejo florestal deve ser planejado, para que possa obter e interpretar os diversos parâmetros estruturais da floresta e suas inter-relações, objetivando

subsidiar a definição dos tratamentos silviculturais e outras operações a serem executadas para obter a utilização ecológica e econômica, através da produção racional e contínua dos benefícios diretos e indiretos da floresta em prol da sociedade regional (Queiroz, 1998).

Cumprir as determinações impostas pela legislação em vigor também é um papel dos inventários a 100%, já que somente a partir do inventário é possível determinar e cumprir os requisitos exigidos na legislação. Assim a instrução normativa 05/2006 estabelece os procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) na Amazônia que só podem ser cumpridos após as informações geradas pelo censo, entre os quais podemos citar:

1) intensidade máxima de corte de 30 m³/ha para PMFS pleno e 10 m³/ha para PMFS de baixa intensidade;

2) diâmetro mínimo de corte (DMC) de 50 cm para todas as espécies, para as quais ainda não se estabeleceu o DMC específico;

3) manutenção de pelo menos 10% do número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da UPA, que atendam aos critérios de seleção para corte indicados no PMFS, respeitado o limite mínimo de manutenção de 3 árvores por espécie por 100 ha;

4) manutenção de todas as árvores das espécies cuja abundância de indivíduos com DAP superior ao DMC seja igual ou inferior a 3 árvores por 100 hectares de área de efetiva exploração da UPA;

5) É obrigatória a adoção de procedimentos que possibilitem o controle da origem da produção por meio do rastreamento da madeira das árvores exploradas, desde a sua localização na floresta até o seu local de desdobramento.

Uma das principais etapas do inventário a 100% é a identificação das espécies; sem essa informação o técnico fica impossibilitado de planejar a intervenção na floresta, pois somente conhecendo as espécies de interesse comercial e não comercial ele pode atender a demanda solicitada de matéria prima e manejar a floresta dentro dos critérios do manejo florestal sustentável.

Queiroz (1998), lista alguns componentes que, obrigatoriamente, devem ser considerados no planejamento de inventários direcionados à elaboração de planos de manejo de florestas naturais. Os componentes são os seguintes:

- 1) Componentes ecológicos: referem-se às relações inter e intra-específicas que são analisadas pelos diversos índices de associação fitossociológicos que atualmente são interpretados pelos índices de abundância, frequência e dominância.
- 2) Componentes florísticos: avaliado por meio da relação entre o número de espécies encontradas em função do tamanho da área amostral.
- 3) Componentes dasométricos: explicam as relações existentes entre as diversas variáveis dendrométricas, e onde, através da teoria de regressão, são obtidas diversas equações, principalmente as específicas para a cubagem das árvores; relações hipsométricas e distribuições diamétricas.
- 4) Componentes de estocagem: este item é avaliado por meio da distribuição diamétrica por espécie, pois, visa verificar se, com a retirada de árvores comerciais, o estoque de árvores menores será suficiente para garantir a perpetuação das espécies em quantidade e qualidade.
- 5) Componentes qualitativos: caracterizam a configuração qualitativa dos fustes das árvores com relação à sua forma, aspecto de tortuosidade e sanidade.

Por ser um conjunto de informações que servem de base para o planejamento e operação de um plano de manejo florestal, o censo configura-se em uma sólida base de dados que pode ser utilizada para análises posteriores que enfatizem a estrutura da floresta antes e após a exploração, bem como, a análise da produção considerando as fases operacionais de corte, arraste e transporte.

2.2 ESTRUTURA PARAMÉTRICA

Segundo Scolforo (1997), para se manejar florestas naturais deve-se elaborar planos de manejo, que possibilitem a obtenção de múltiplos produtos, de maneira continuada ou sustentada, mantendo a diversidade florística e da fauna existente. Neste caso, a base para alcançar tal objetivo é definir uma nova estrutura balanceada para a floresta remanescente.

2.2.1 Abundância

Segundo Cain *et al.* (1959), o valor da variável abundância, refere-se ao número de indivíduos de uma espécie em uma comunidade, enquanto que a mesma grandeza denomina-se densidade quando reflete o número real de indivíduos da espécie.

Segundo Galvão (1994), em sinecologia, a abundância é definida quantitativamente pelo número de indivíduos de uma espécie dentro de uma associação vegetal, em relação a uma unidade de superfície, geralmente o hectare.

Segundo Lamprecht (1962), a abundância mede a participação das diferentes espécies na floresta. Define-se abundância absoluta, como sendo o número total de indivíduos pertencentes a uma determinada espécie, e que a abundância relativa indica a participação de cada espécie em percentagem do número total de árvores levantadas na parcela respectiva, considerando o número total igual a 100%.

2.2.2 Frequência

Segundo Font-Quer (1975), a frequência indica a dispersão média de cada espécie, medida pelo número de sub-parcelas da área amostrada. A frequência mede a regularidade da distribuição horizontal de cada espécie, ou seja, a sua dispersão média. Para determiná-la, divide-se a parcela em um número conveniente de sub-parcelas de igual tamanho entre si, controlando-se a presença ou ausência das espécies em cada sub-parcela (Lamprecht, 1964).

Para Galvão (1994) e Souza (1973), a frequência é um conceito estatístico relacionado com a uniformidade (maior ou menor) de distribuição das espécies, caracterizando a ocorrência das mesmas dentro das parcelas de levantamento.

Segundo Lamprecht (1964), Finol (1971) e Vega (1968), a frequência absoluta de uma espécie é expressa pela percentagem das sub-parcelas em que ocorre, sendo o número total de sub-parcelas igual a 100 %. A frequência relativa indica a percentagem de frequência de cada espécie em relação à frequência total por área.

2.2.3 Área basal

Área basal é a área da seção transversal do tronco de um indivíduo a determinada altura do solo; é expressa em metro quadrado de material vegetal por unidade de superfície de terreno. Nas árvores, a medição se faz a altura do peito (DAP = diâmetro a altura do peito). Esta medida expressa o espaço real ocupado pelos troncos das árvores, difere da coberta, que expressa a extensão da parte aérea das árvores. A estimativa da área basal se usa com muita frequência em estudos florestais já que, junto com a densidade de árvores e altura dos fustes, representam uma estimativa da produção florestal (Matteucci & Colma, 1982).

Machado & Figueiredo Filho (2003), descrevem área basal como a parte de uma área florestal ocupada pelos fustes das árvores que compõem a floresta, por ser mais prático e para efeito de comparar informações a área basal é expressa por unidade de área. Portanto, área basal refere-se ao grau de ocupação do terreno pelos fustes das árvores.

Segundo Finger (1992), a área da seção de um plano, cortando o tronco de uma árvore a altura do DAP é definida como área de seção transversal ou área basal individual, simbolizada por g . O somatório das áreas de seção transversal de todas as árvores da unidade de área é definida como área basal e simbolizada por G .

Machado & Figueiredo Filho (2003), recomendam a distinção entre os dois termos, usando os símbolos recomendados pela IUFRO, g como sendo a área transversal da árvore e G como a área basal por unidade de área, resultante da soma das áreas transversais de todas as árvores na referida unidade de área.

A área basal é uma variável importante, pois é uma medida de densidade da floresta e, é diretamente relacionada com o volume por hectare, seu conhecimento permite efetuar avaliações econômicas e potenciais da floresta. A associação da área basal com a altura total ou a altura média e a um fator de forma permite determinar o volume do povoamento, ou da própria árvore. A relação da área basal com a idade é importante na determinação do ponto de estagnação da floresta, serve também para indicar matematicamente, o ponto de máximo crescimento da espécie (Finge, 1992).

Para Machado e Figueiredo Filho (2003), a importância do estudo da área basal evidencia-se por esta ser usada como variável independente na estimativa do volume por unidade de área, no caso de equações de volume do povoamento. Também expressa a densidade do povoamento, isoladamente ou em combinação com outro fator, como a densidade afeta o crescimento e a produção, a área basal tem sido largamente utilizada como terceira variável independente no desenvolvimento de funções para predizer crescimento e produção. Ao intervir na floresta é mais real fazer redução da área basal para um determinado valor do que simplesmente reduzir número de árvores. Trabalhar com volume como seria o ideal é bem mais complicado e trabalhoso.

Segundo Finger (1992), a área basal pode ser determinada por três métodos diferentes, soma das áreas transversais obtida por meio da medida dos diâmetros ou circunferências coletadas a 1,3 m de altura; uso de fotografias aéreas para relacionar o diâmetro da copa com

o diâmetro a 1,3 m das árvores e o terceiro utiliza os conceitos e teoria da relascopia com uso de instrumentos como o relascópio e telerascópio.

2.2.4 Volume

Estimar o volume das árvores é, na maioria das vezes, a principal finalidade dos levantamentos florestais, notadamente quando se trata de povoamentos destinados para fins comerciais (Machado e Figueiredo Filho, 2003).

Na exploração florestal, o melhor aproveitamento depende diretamente do conhecimento do volume da floresta, do planejamento criterioso das operações de corte, extração, carregamento, transporte e descarregamento, o que evita acidentes, proporcionando maior produtividade da mão-de-obra, menor ociosidade dos trabalhadores e menor custo, (Machado, 2002). O volume influencia o grau de mecanização, pois em florestas mais produtivas, o rendimento das máquinas é maior, reduzindo os custos.

Machado e Figueiredo Filho (2003), afirmam que pela dificuldade de medição de todas as árvores de uma floresta, quase sempre a estimativa do volume é obtida por amostragem, realizada por meio de unidades de amostra distribuídas aleatoriamente ou sistematicamente de forma a representar a população. Após a medição de cada parcela, os volumes são estimados, através de técnicas indiretas, tais como, fator de forma, equação de volume e funções de afilamento.

As árvores não assumem a forma de um sólido regular, por isso, a determinação de seu volume é feita por meio de métodos (fórmulas) que propiciem uma grande acuracidade do valor paramétrico do volume da árvore ou de parte dela. Os métodos consistem na divisão do fuste das árvores em n seções (toras), medições progressivas dos diâmetros ao longo da tora que podem ser feitas a alturas absolutas ou relativas, uso das fórmulas para obtenção do volume das diferentes seções estabelecidas e soma do volume das seções para determinação do volume da árvore. Entre os métodos de cubagem mais empregados estão os de Smalian, Huber, Newton e Hohenadl.

O uso dos métodos de cubagem rigorosa depende da medição de diâmetros ou circunferências nas várias alturas, quando possível este trabalho é realizado sobre árvores derrubadas e conseqüentemente o uso da suta é recomendado.

2.2.5 Distribuição da área basal e volume por classe diamétrica

A distribuição do diâmetro das árvores por unidade de área é do maior interesse para a prática florestal e a mesma teoria usada para a distribuição diamétrica pode ser aplicada igualmente para as outras variáveis dendrométricas (Finger, 1992).

Para Campos e Leite (2002), o conhecimento da distribuição de diâmetros por classe é necessário em decisões de manejo florestal e afirmam que a distribuição de frequência por classe de diâmetro em florestas naturais segue uma tendência decrescente com o aumento dos diâmetros.

Segundo Finger (1992), o estudo das distribuições permite conhecer as estruturas dos povoamentos, entendendo com tal a distribuição de espécies e dimensões das árvores em relação a um hectare. A estrutura do povoamento é o resultado dos hábitos de crescimento da espécie, das condições ambientais e práticas de manejo. Seu estudo serve de base para silvicultura e também para inferências sobre a distribuição dos sortimentos.

Hosokawa *et al.*, (1998), recomenda que na análise estrutural não se exclua a avaliação da estrutura diamétrica, pois, geralmente os resultados são apresentados em forma tabular sem considerar a dinâmica diametral das espécies. O autor desenvolve um exemplo com a organização dos dados, agrupamento do número total de indivíduos por classe diamétrica, agrupamento do número de indivíduos por espécie e por classe diamétrica e cálculo dos parâmetros, por fim demonstra a variação nas diversas classes de diâmetro.

De um modo geral há dois tipos de estrutura de florestas, equiâneas e inequiâneas, ou seja, de mesma idade e de idade deferentes, respectivamente. As florestas inequiâneas são constituídas de árvores de muitas idades e tamanhos. As árvores são originadas mais ou menos continuamente apresentando indivíduos desde a fase de plântula/semente até árvores em estado de senescência. A distribuição típica destas florestas apresentam um grande número de pequenas árvores com frequência decrescente com o aumento da classe de diâmetro.

2.3 SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL

Segundo Machado (2002), o sistema de colheita de madeira compreende um conjunto de elementos e processos que envolvem a cadeia de produção e todas as atividades parciais desde a derrubada até a madeira posta no pátio da indústria transformadora. Para o sucesso de um sistema deve-se considerar que todos os elementos componentes atinjam o mesmo objetivo, respeitando a hierarquia e o *input* (energia, informação, material e trabalho), ou seja,

deve manter a concordância no plano global. Portanto, pode-se definir sistemas como planificação, método e ordenamento das atividades a serem desenvolvidas.

Para implementar um projeto de manejo florestal sustentável é necessário estabelecer um sistema de exploração adequado. Uma das alternativas quando se está implementando um sistema é analisar os sistemas empregados atualmente pelas empresas, e fazer uma análise criteriosa antecipadamente. O estabelecimento de um sistema de exploração envolve inúmeras atividades, tais como: delimitação da área a ser explorada, inventário florestal pré-exploratório, processamento dos dados e confecção dos mapas, aberturas de estradas, derruba das árvores, extração da madeira e o transporte, (Rocha *et al.*, 2007).

Os sistemas de exploração florestal classificam-se segundo o estado da árvore em: árvore completa; árvore inteira; tora longa; tora curta e o cavaqueamento; e levando em consideração o grau de mecanização classificam-se em: pouco mecanizado, semi-mecanizado e altamente mecanizado, (Machado, 2005). Os sistemas de toras longas são desenvolvidos para terrenos acidentados, porque o transporte físico das toras exige equipamentos sofisticados, devido ao peso e à dimensão da madeira, por isso, são os mais utilizados para exploração de florestas tropicais nativas.

Existe também uma classificação que considera o tipo de matéria-prima desejada (mais seca ou mais verde), para o uso industrial, de acordo com esse critério existem dois sistemas de exploração (Machado, 2002). O primeiro é o sistema quente de colheita de madeira, em que todas as atividades entre o corte e o carregamento são realizadas em curto espaço de tempo, com pouca espera entre uma atividade e outra, mantendo o teor de umidade da madeira. O segundo é o sistema frio de colheita de madeira, em que as atividades que compõem o sistema não são desenvolvidas em uma seqüência de operações, havendo um tempo de espera, formando estoques de madeira na floresta e por fim tendo uma madeira mais seca.

Veríssimo *et al.*, (2002) verificou que nas florestas de terra firme do estado do Pará, o sistema de exploração é geralmente mecanizado, sendo caracterizado pelo corte das árvores com utilização de motosserras e o arraste de toras feito por tratores. Há uma diversidade de tipos de tratores, sendo que o uso de tratores de esteira ainda é a forma mais comum (49% do volume de madeira extraído é arrastado por este tipo de máquina, seguido por tratores de pneus tipo skidder (27%) e tratores agrícolas (6%).

Segundo Stohr (1976), a análise de sistemas de exploração consta de três partes: descrição precisa das características dos sistemas; representação gráfica sucinta, clara e precisa dos sistemas a considerar e avaliação dos sistemas.

As operações de exploração florestal, considerando como principais atividades o corte, arraste e o carregamento, devem ser integradas ao sistema de manejo. Para tanto, na análise dos sistemas e das máquinas adequadas deve-se considerar a formação de recursos humanos para que todas as fases operacionais do processo de produção possam ser executadas com extrema habilidade, sem causar impactos irreversíveis, (Machado, 2002).

O corte é a primeira etapa da exploração florestal e tem grande influência na realização das operações subseqüentes, compreende as operações de derrubada, desgalhamento, destopamento, traçamento e empilhamento, é uma operação de grande importância por ser a etapa inicial do preparo da madeira. A operação de arraste implica em uma parte, ou o todo, da carga estar apoiada sobre o solo, podendo ser feita por guinchos ou trator arrastador skidder, dentre outros. O carregamento refere-se à colocação da madeira no veículo para o transporte principal ou para a extração, e o descarregamento é a retirada da madeira do veículo de transporte, no local de utilização final ou em pátios especiais, (Machado, 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

As informações sobre a caracterização da área foram retiradas da base de dados disponibilizados pela empresa e do resumo público do plano de manejo florestal sustentável do ano de 2008.

3.1.1 Localização

A presente pesquisa realizou-se na Área de Manejo Florestal (AMF) de propriedade da Madeireira Vale Verde (MVV). Esta área foi criada em 2004, localiza-se à margem direita do rio Branco no Município de Caracarái, a 134 km da capital Boa Vista, Estado de Roraima. Possui uma área total de 17.205,4 ha que está subdividida em 25 Unidades de Produção Anual (UPA), com ciclo de corte estipulado em 25 anos. Sua posição geográfica é de 01° 50' 47,3" de latitude Sul e 60° 50' 3" de longitude Oeste.

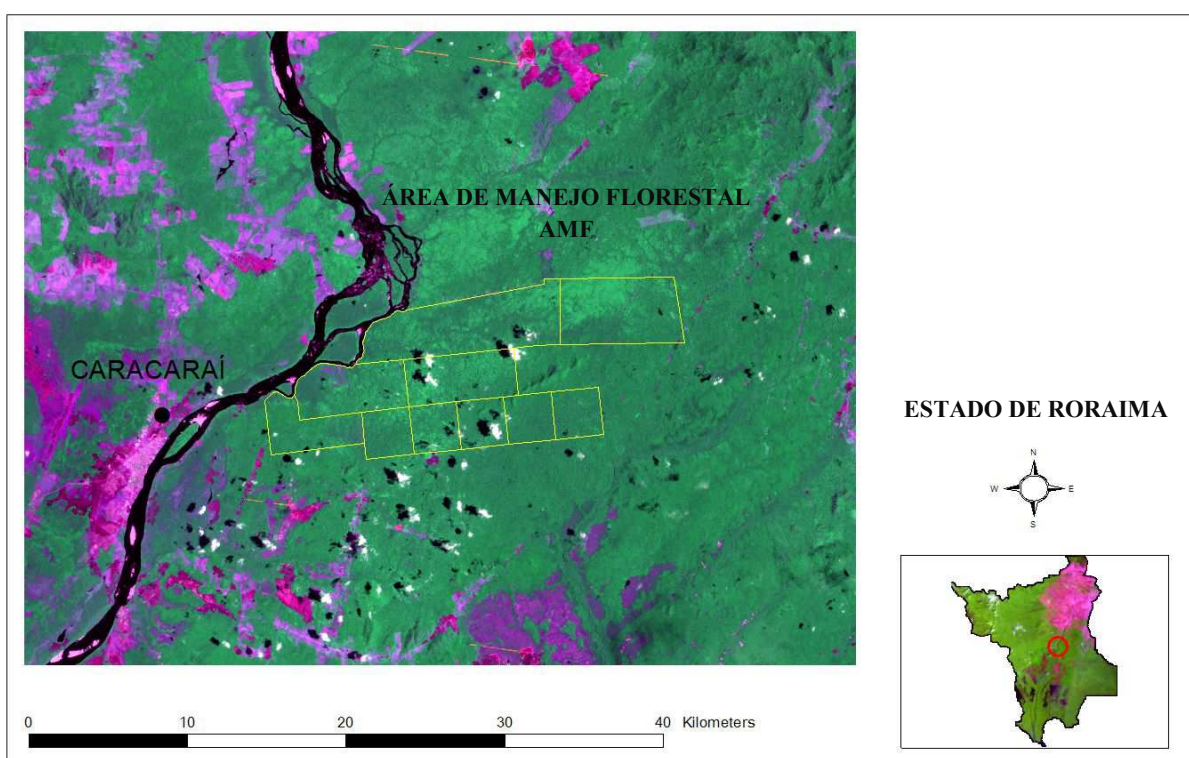


Figura 1. Localização da área de manejo florestal

Fonte: MVV

3.1.2 Acesso a área

O acesso a AMF a partir da sede do Município se dá pela BR – 174 sentido Boa Vista – Caracarái, entrando nas vicinais do assentamento Cujubim, cerca de 30 km de estrada ou

pelo rio Branco partindo do porto de Caracaraí, com tempo de 25 a 30 minutos em motor de popa (voadeira).

3.1.3 Infra-estrutura

A área de manejo dispõe de estradas em bom estado para acesso e manutenção da produção. Conta também com uma sede para controle e gerenciamento das operações e dois acampamentos estruturados com banheiros, cozinha, refeitório e almoxarifado, um para equipe de inventário e outro para equipe de exploração. A serraria da empresa está localizada no município de Canta a 134 km de distância da área de manejo florestal.

3.1.4 Clima

O clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo tropical chuvoso sem estação seca, com os totais anuais de precipitação pluviométrica relativamente elevados que é de 1.750 mm. O regime térmico se expressa nos seguintes valores, segundo o CPRM: média anual 26,5°C, resultado das máximas de 32,3°C e mínimas de 21°C, com amplitude térmica média de 11,3°C. O mês mais frio é julho e o mais quente, novembro.

3.1.5 Relevô

O Município apresenta três tipos de relevo: superfícies planas (70%), áreas inundáveis (20%) e elevações isoladas (10%). A topografia da AMF é plana até ondulada, a altitude varia de 60m na margem do rio Branco até 120 m na parte oeste.

3.1.6 Solo

Na área predominam os solos argilosos vermelho-amarelos e latossolos vermelho-amarelos, o segundo cobre 70% da área.

3.1.7 Hidrografia

A área municipal está inserida na bacia hidrográfica do médio e baixo rio Branco com inúmeras sub-bacias de regime permanente, incluindo as do rio Anauá. O principal manancial hídrico que atravessa a sede do Município é o rio Branco.

3.1.8 Vegetação

A cobertura florestal é formada por floresta ombrófila densa. Com base no inventário por amostragem e nos demais levantamentos por enumeração total, realizado na área do projeto as espécies florestais encontradas com maior frequência são: Manga brava (*Vouacapoua pallidor*), Abacate bravo (*Pouteria speciosa*), Castanheira (*Bertholletia excelsa*), Breu vermelho (*Protium apiculatum*), Maçaranduba (*Manilkara huberi*), Cupiúba (*Goupia glabra*), Mata-mata (*Eschweilera grandiflora*), Abiu (*Micropholis guyanense*), Angelim ferro (*Dinizia excelsa*).

3.2 Caracterização do sistema de exploração

O sistema de exploração adotado pela empresa é o sistema de toras longas, altamente mecanizado proposto por Machado (2002), onde a árvore é semi-processada (destopada) no local de derrubada e levada para a margem de um pátio em forma de fuste.

3.2.1 Atividades pré-exploratórias

3.2.1.1 Delimitação da unidade de produção anual (UPA)

A principal etapa que antecedeu o levantamento de campo foi a abertura de picadas para delimitação e localização da UPA. As picadas foram abertas paralelamente a cada 50 m e piqueteadas a cada 25 m. Para demarcar estes pontos foram fixados piquetes de madeira de aproximadamente 1,5 m de altura identificados com placas de alumínio indicando o número do pique e da quadra. As dimensões da UPA foram definidas de acordo com o volume programado para extração. Esta atividade foi realizada por uma equipe formada por quatro pessoas, entre os instrumentos utilizados estão os terçados, bússola e GPS (Geographic Posytion System), este ultimo usado para coleta das coordenadas geográficas para georreferenciamento e elaboração dos mapas da área.

3.2.1.2 Inventário florestal a 100%

Após a delimitação da UPA foram inventariadas 100% das árvores com DAP ≥ 35 cm. Esta etapa incluiu o registro de todas as informações necessárias para planejamento da exploração. Cada árvore foi identificada pelo nome comum utilizado na região. Também foram fixadas plaquetas de alumínio com a numeração seqüencial de cada indivíduo; esta atividade além de facilitar a localização da árvore no campo serviu para controle do produto explorado (tora) em todas as etapas após o corte até a serraria. Para elaboração do mapa de

localização das árvores determinou-se as coordenadas cartesianas x_i e y_i . A circunferência a altura do peito (CAP) foi medida com fita métrica, a altura comercial foi estimada visualmente, registrou-se também a direção de queda, bem como a qualidade de fuste e copa. Estas atividades também incluíram o corte de cipós.

Os materiais e equipamentos utilizados pela equipe de campo foram: fitas diamétricas; trenas métricas de 50 metros; terçados; plaquetas de alumínio previamente numeradas; pregos; material de uso geral para o acampamento; mapas da UPA para localização e fichas para registro dos dados de campo.

3.2.1.3 Tabulação, processamento dos dados e confecção de mapas

Após a coleta dos dados de inventário a 100% as informações registradas nas fichas de campo foram tabuladas e passaram a compor o banco de dados da empresa, que armazena os dados em sistema digital de planilha eletrônica. O sistema permitiu realizar a análise dos dados coletados por meio dos cálculos necessários para quantificar a produção, o volume das árvores foi determinado pela seguinte expressão:

$$V = g_i \times h_i \times f, \quad g_i = \frac{\pi \times dap^2}{40000}$$

em que:

V = volume da árvore em m^3
 g_i = área transversal em m^2
 h_i = altura comercial estimada da árvore em m
 f = fator de forma (0,7)
 dap = diâmetro a altura do peito (1,30 m)

Em seguida foi utilizado um programa computacional de sistema de informação geográfica para georreferenciamento das árvores e elaboração dos mapas de localização, controle e exploração florestal.

3.2.1.4 Seleção das árvores para corte

Com base nas informações de inventário a 100%, assim como, nas ferramentas disponíveis nos programas computacionais utilizados pela empresa as árvores a serem derrubadas foram selecionadas utilizando o conceito de fuste padrão e nos critérios florestais, ecológicos e econômicos para classificação das espécies em árvores matrizes de espécies comerciais e potenciais. Outros critérios utilizados para excluir indivíduos foram a presença

em área de preservação permanente, espécies protegidas por lei, como a *Bertholletia excelsa* e as espécies raras com abundância de menos de três indivíduos em uma área de 100 ha.

Assim, o processo de seleção das espécies a explorar levou em consideração características específicas das árvores, tais como: sanidade da árvore, limites mínimos e máximos de diâmetros, distribuição diamétrica, uso final, demanda e as exigências de qualidade do mercado.

3.3 Planejamento das estradas florestais

Foram construídos dois tipos de estradas florestais para o acesso das máquinas e das equipes a área de manejo florestal. As estradas principais, com largura de 10 metros e leito trafegável de 5 metros, que constituem a infra-estrutura permanente e as estradas secundárias.

As estradas principais fazem conexão entre as UPA's e escoam todo o volume das toras produzidas na área. As estradas secundárias, com largura de 6 metros e área trafegável de 4 metros, interligam a estrada principal e os pátios de estocagem de toras na área de produção.

A construção de estradas foi uma atividade terceirizada e a empresa repassou aos responsáveis pela construção as informações necessárias sobre as condições do terreno coletadas no inventário a 100%. Portanto, quando possível, foram evitados os trechos acidentados e as áreas de preservação permanente.

3.4 Planejamento dos pátios florestais e trilhas de arraste

Os pátios foram instalados ao longo das estradas principais a distâncias não superiores a 500 metros e em ambos os lados da estrada. As dimensões do pátio é de 30 m x 40 m, algumas vezes superior em função do número de toras e volume a ser estocado. Os pátios foram abertos em espiral e a vegetação removida foi alocada a margem do mesmo.

As trilhas de arraste são divididas em principais e secundárias, as principais são abertas antes do início do corte, para o arraste das toras até as estradas secundárias a distâncias de no máximo 100 metros e as secundárias são abertas no ato da extração pelo próprio trator, para o arraste das toras até o pátio utilizando como via as trilhas principais construídas previamente. A equipe de corte foi responsável por esta atividade, baseando-se no pré-planejamento indicados nos mapas, evitando que as trilhas atingissem áreas de preservação permanente. Em função das condições do terreno as devidas adaptações foram

feitas pelas equipes de campo. A localização definitiva das trilhas de arraste foram plotadas no mapa de corte.

3.5 Atividades de exploração florestal

3.5.1 Operações de corte

As operações de corte foram realizadas visando o melhor aproveitamento da árvore, a minimização dos prejuízos sobre as árvores remanescentes e a áreas de preservação permanentes, e evitar acidentes com o pessoal envolvido no trabalho. Portanto, as equipes foram previamente treinadas em técnicas adequadas de corte para minimizar os desperdícios e riscos de acidentes. O item de maior prioridade sempre foi a segurança da equipe de corte, seguindo as técnicas de corte direcional, considerando os seguintes aspectos:

- a) direção de queda natural da árvore;
- b) localização da trilha a ser usada para o arraste;
- c) presença nas proximidades das árvores para a próxima colheita.

Utilizando como acesso as trilhas de arraste previamente preparadas, as equipes de corte localizavam as árvores selecionadas orientado-se pelos mapas. Antes do corte, confirmava-se a identificação da árvore, avaliava-se novamente a qualidade do fuste e fazia-se o teste para verificar a presença de oco. Em função dessas condições a equipe tomava a decisão sobre o corte ou não do espécime. Se a decisão fosse para não derrubar a árvore as justificativas eram registradas nas fichas de campo. As justificativas para não cortar a árvore foram as seguintes: existência de oco, qualidade inferior do fuste, potencial de impacto elevado em área de preservação permanente, árvores de difícil acesso, identificação equivocada e espécie suspensa por falta de mercado.

Após o corte, a equipe realiza a retirada da copa, traçamento do fuste comercial caso necessário. Cada tora recebe uma identificação alfabética (A, B, C, D, E, F ou G), a primeira tora A, a segunda B e assim por diante, se no final uma árvore produzir sete toras a última seria G, número máximo registrado. O traçamento do fuste foi realizado com o intuito de ajustar o tamanho das toras ao comprimento dos caminhões e uso industrial, e a codificação visou estabelecer o melhor controle no fluxo do produto.

A equipe de corte foi composta por três integrantes, sendo um no corte e outros dois na abertura do caminho de fuga e na localização da próxima árvore a ser derrubada, havendo um revezamento de funções entre estes. Todas as informações geradas nas atividades de

exploração são registradas em fichas específicas e depois são tabuladas e passam a constituir o banco de dados da cadeia de custódia da produção.

3.5.1.2 Operação de pré-arraste

Para o pré-arraste foi feita a abertura das trilhas, utilizando os mapas de corte. O segundo passo foi localizar as árvores derrubadas. Em seguida, foi aberto o caminho para a saída da tora que foi guinchada utilizando um cabo de aço.

3.5.2 Operação de arraste

Após o pré-arraste das toras até a margem das trilhas, foi realizada a operação de arraste, utilizando um trator florestal (Skidder) equipado com pinça (figura 2), o qual retirou as toras, levando-as aos pátios de estocagem, localizado na margem da estrada, denominado de pátio intermediário.

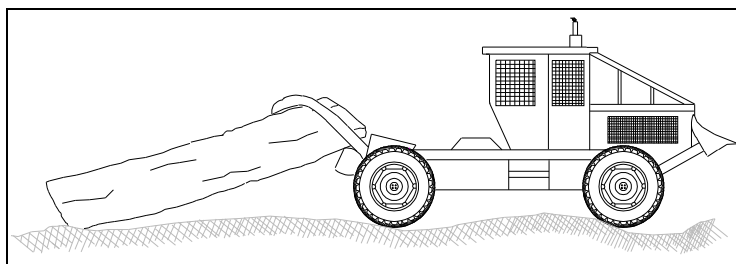


Figura 2. Trator florestal *Skidder*, utilizado no arraste de toras

3.5.3 Romaneio

É uma atividade de controle da produção antes do transporte. Após o arraste, as toras são numeradas, registradas e cubadas. O sistema de registro assegura a identificação da origem de cada tora na floresta. As toras são ordenadas e empilhadas por grupo de utilização. Essa organização otimiza o espaço ocupado pelas toras no pátio e garante seu uso eficiente, garantindo a organização do transporte, planejamento da indústria, bem como facilita o controle da exploração. O empilhamento das toras é realizado por tipo de uso o que facilita a sequência dos trabalhos seguintes. O registro exato das toras no pátio por espécie, qualidade e volume é necessário não somente para atender às exigências legais, mas também para conhecer a produtividade e custos do sistema de exploração.

As atividades realizadas no romaneio são: cálculo do volume geométrico de cada tora com base na medição do seu comprimento e diâmetro; são registrados para cada tora, o

número da árvore de origem, a espécie, as dimensões, o volume, a qualidade, a existência e o tamanho do oco; todas as toras de um mesmo fuste são numeradas com tinta resistente ao transporte para controlar a cadeia de custódia; verifica-se no pátio, se só se encontram toras das árvores previstas para a exploração, mostrando o número da árvore de origem; as toras são empilhadas o mais alto possível e organizadas por grupos de madeira branca e dura, e/ou espécies frequentes, para facilitar o carregamento dos caminhões; o traçamento é feito em função do transporte e aproveitamento na indústria.

A principal atividade é a cubagem das toras para obtenção do volume, o qual é realizado pelo método geométrico que consiste na medição do comprimento da tora e a tomada de duas medidas de diâmetro perpendiculares nas extremidades da tora.

A equipe é formada por um operador de carregadeira, um técnico e um ajudante. O equipamento utilizado é uma carregadeira e o material consta de uma fita métrica, uma trena, tinta, pincel e EPI. O registro dessas informações em fichas específicas e posteriormente a transposição para o formato digital compõem a base de dados de romaneio.

3.5.4 Carregamento e transporte

O carregamento e o transporte são realizados de forma organizada, respeitando as normas de segurança e as condições climáticas, pois é uma atividade que utiliza máquinas e um considerável número de pessoas em suas atividades. O carregamento e o transporte são feitos na época seca para evitar danos à infra-estrutura e assegurar um transporte eficiente com baixo custo. Os recursos necessários para estas atividades são: motoristas de caminhão e operadores de máquina carregadeira, carregadeira e caminhão, e EPI e materiais de primeiros socorros.

A atividade consiste no transporte das toras do pátio no campo até o pátio na indústria. Uma carregadeira florestal carrega os caminhões com as toras estocadas, e estes realizam o transporte, por meio das estradas construídas até a indústria (figura 3).

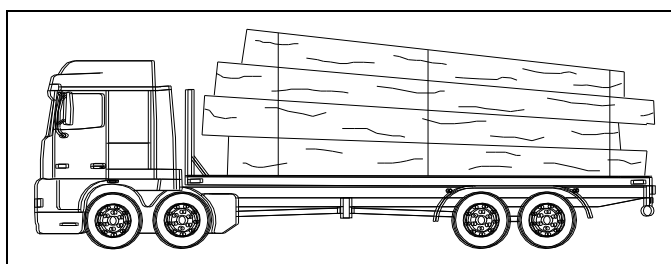


Figura 3. Caminhão utilizado no transporte de toras

3.6 Base de dados

Para a análise dos parâmetros abundância, frequência e dominância, foram utilizados os dados de inventário, exploração florestal e romaneio. Estes dados foram disponibilizados pela empresa em formato digital de planilha eletrônica.

Os dados utilizados para as análises de produção nas operações de corte, arraste e transporte, e fazem parte do banco de dados de romaneio e cadeia de custódia. Estas informações também foram concedidas em formato digital.

As informações foram coletadas da Unidade de Produção Anual (UPA) 2008. A unidade de produção possui uma área de 1.556,25 ha e está dividida em 8 unidades de trabalho (UT), as unidades básicas de produção constituem-se de mapas de exploração, ao todo são 249 mapas de 6,25 ha (250 m x 250 m). Em 2007 o inventário florestal a 100% foi realizado visando levantar informações para o planejamento da exploração.

3.7 Lista das espécies manejadas

Com base nos levantamentos realizados a empresa desenvolveu uma lista com 35 espécies comerciais. Para o estudo foram considerados apenas os indivíduos do grupo das espécies comerciais com DAP $\geq$ 50 cm definidos pela empresa, a tabela 1 apresenta a lista com as espécies comerciais manejadas.

Tabela 1. Lista das espécies comerciais manejada pela empresa

Ordem	Código	Nome comum	Espécie
1	ABBR	Abacate bravo	<i>Pouteria speciosa</i>
2	ABIU	Abiu	<i>Micropholis guyanense</i>
3	ABVE	Abiurana vermelha	<i>Pouteria guianensis</i>
4	AMAO	Amarelão	<i>Vochysia spp.</i>
5	AMAR	Amargoso	<i>Vatairea guianensis</i>
6	ANBR	Angico branco	<i>Pseudopiptadenia spp.</i>
7	ANFE	Angelim ferro	<i>Dinizia excelsa</i>
8	ANPE	Angelim pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i>
9	BALA	Balata	<i>Chrysophillum spp.</i>
10	BRBR	Breu branco	<i>Protium duckei</i> Huber
11	BRMA	Breu manga	<i>Trattinickia spp.</i>
12	CAFÉ	Caferana	<i>Erismia spp.</i>
13	CAJI	Cajuí	<i>Anacardium sp.</i>
14	CERA	Cedrorana	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>
15	CUPI	Cupiuba	<i>Goupia glabra</i>
16	ESTO	Estopeiro	<i>Cariniana brasiliensis</i>
17	FABR	Fava branca	<i>Parkia multijuga</i> Benth.
18	IPE	Ipê	<i>Tabebuia spp.</i>
19	JATO	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>
20	LOPR	Louro preto	<i>Ocotea spp.</i>

Continua...

Tabela 1. *Cont...*

21	MABR	Manga brava	<i>Vouacapoua pallidor</i>
22	MAND	Mandioqueira	<i>Qualea paraensis</i>
23	MARU	Marupá	<i>Simaruba amara</i>
24	MASS	Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>
25	MATA	Mata matá	<i>Eschweilera grandiflora</i>
26	MAVE	Mata matá vermelho	<i>Eschweilera spp.</i>
27	MIRA	Mirarema	<i>Hymenolobium heterocarpum Ducke</i>
28	MIRI	Mirindiba	<i>Buchenavia spp.</i>
29	PIMA	Piquiá marfim	<i>Aspidosperma desmanthum</i>
30	PIQU	Piquiá	<i>Caryocar villosum</i>
31	ROXI	Roxinho	<i>Peltogyne lecointei Ducke</i>
32	SORV	Sorva	<i>Couma utilis (Mart.) Müll.Arg.</i>
33	SUPR	Sucupira preta	<i>Bowdichia nitida</i>
34	TANI	Tanimbuca	<i>Terminalia tanibouca Rich.</i>
35	TATA	Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>

3.8 Planejamento para a coleta de dados

O planejamento foi realizado com base na metodologia definida para coleta, bem como, nos dados, pessoal e recursos disponibilizados pela empresa. No laboratório elaborou-se um plano geral de trabalho que teve por objetivo definir o período e a sistemática do trabalho de campo, e dar suporte para que a empresa pudesse organizar a logística de apoio necessária durante a fase de coleta.

3.8.1 Período da coleta

Visando alcançar o objetivo e o maior rendimento da atividade de campo a coleta foi definida em dez dias, e ocorreu no período de 14 a 23 de janeiro de 2009. No planejamento consideraram-se também os dias de partida e chegada (Manaus – Caracaraí / Caracaraí – Manaus).

3.8.2 Sistemática de campo

No plano de trabalho a sistemática de campo definiu as áreas prioritárias, os procedimentos de medição, os instrumentos, materiais e equipamentos a serem utilizados, assim como, a formação da equipe de coleta.

3.8.3 Logística

As informações acima foram repassadas a empresa, que organizou os recursos, estrutura e pessoal de apoio. Com isso no referido período a empresa disponibilizou os dados, mapas, pessoal, transporte para deslocamento na área, alojamento e alimentação.

3.9 Coleta de dados

Como o objetivo do trabalho de campo foi cubar as árvores para determinar o volume, a coleta de dados foi planejada para ocorrer no período da exploração, mais precisamente entre as etapas de corte e arraste. Assim, as informações foram coletadas dos indivíduos das espécies de interesse comercial manejadas pela empresa. A coleta de dados ocorreu em 22 blocos da UPA 2008.

3.9.1 Equipe, instrumentos e equipamentos

A equipe de campo foi composta por 3 (três) integrantes, 1 (um) anotador, 1 (um) mensurador e 1 (um) auxiliar concedido pela empresa.

Na atividade de campo utilizaram-se os seguintes instrumentos: trena a laser, trena de 10 m, trena de 30 m, paquímetro digital, calculadora, bússola de mão, suta, máquina fotográfica digital, mapas de corte, fichas de campo e prancheta. Como equipamentos foram utilizados terçados e mochilas, além dos equipamentos de proteção individual, botas, capacetes e perneiras.

3.9.2 Cubagem

Após o corte foram cubadas 96 árvores com $DAP \geq 50$ cm agrupadas em 6 classes diamétricas com amplitude de 10 cm (Quadro 1). Empregou-se o processo de seleção aleatória das árvores-amostra em função da distribuição em classes diamétricas, buscando obter 16 árvores representantes em cada classe de diâmetro.

Quadro 1. Número de árvores cubadas por classe diamétrica

Ordem	Classe de DAP (cm)	N
1	50 – 60	16
2	60 – 70	16
3	70 – 80	16
4	80 – 90	16
5	90 – 100	16
6	>100	16
Total		96

3.9.3 Método de cubagem

As árvores foram cubadas pelo método de Smalian com seções de tamanhos iguais, o volume foi determinado pela expressão:

$$v_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{g_i + g_{i+1}}{2} \right) \times l_i \quad \text{em que:}$$

v_i = volume da tora em m³
 g_i = área da seção transversal de maior diâmetro em m²
 g_{i+1} = área da seção transversal de menor diâmetro m²
 l_i = comprimento da seção em m
 i = cada uma das seções

3.9.4 Passos da cubagem

1º passo – Localização das árvores

A localização das árvores era planejada um dia antes, em comunicação com as equipes de corte e arraste, e com base nos referidos mapas verificavam-se as áreas onde haviam árvores derrubadas e que não tinham sido arrastadas. No dia seguinte a equipe era deslocada até a área e utilizando os mesmo mapas, bússola e com experiência do auxiliar de campo era feita localização das árvores. Cada mapa corresponde a um bloco de 250 m x 250 m ou 6,25 ha, figura 4.

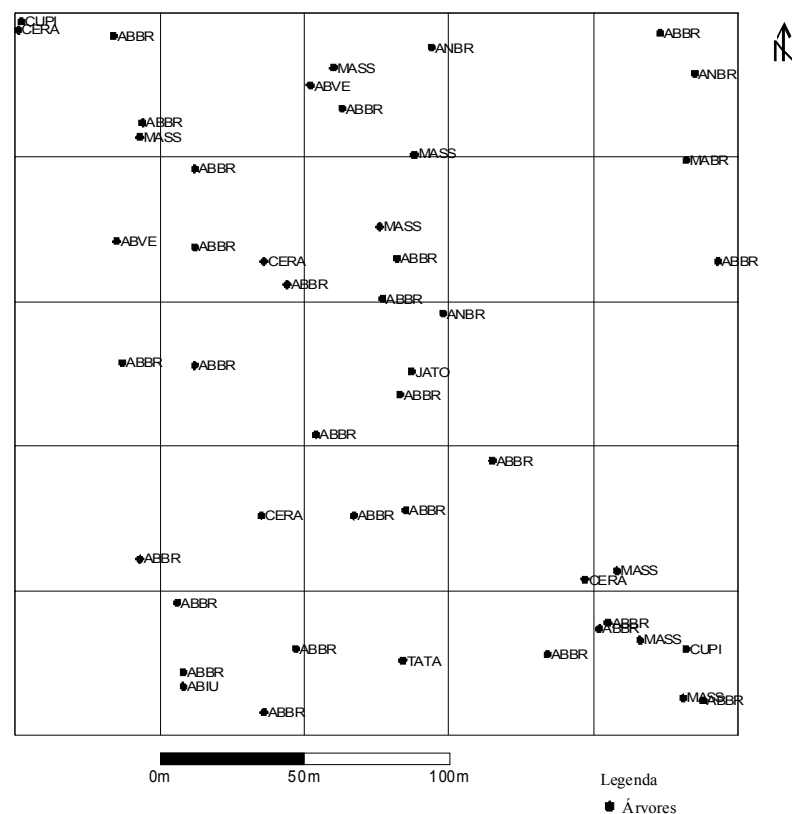


Figura 4. Mapa de exploração utilizado para localizar as árvores

2º passo – Ficha de registro

A ficha de registro de dados foi desenvolvida com os campos para anotação de informações preliminares antes da cubagem; a ficha de registro de dados pode ser vista no anexo 1. Chegando à árvore derrubada as primeiras informações registradas foram o código

de identificação da espécie e número da árvore, fixados na base da tora e toco da árvore respectivamente; também foram anotados os número do sub-bloco e azimuth da direção de queda da árvore.

3º passo – Medida dos comprimentos referente às alturas

Mediu-se a altura do toco; na seqüência, fixou-se esse valor na posição homologa na base da tora e seqüencialmente com a trena esticada foram feitas as leituras dos comprimentos referentes a altura do fuste, altura comercial e altura total.

4º passo – Determinação das posições de mediação dos diâmetros

As posições demarcadas foram três, base, meio e ponta da tora. Essas posições foram determinadas logo após a medição da altura total, o auxiliar recolhia a trena até a posição da altura comercial, enquanto o anotador calculava a posição de medição no meio da tora, em seguida repassava o valor ao auxiliar que marcava esta posição no fuste.

5º passo – Medição dos diâmetros e espessura de casca

O mensurador mediu os diâmetros na base, meio e extremidade do fuste, utilizando como instrumento a suta. Na seqüência o auxiliar retirou duas amostras de casca nas referidas posições, que em seguida foram medidas com um paquímetro digital pelo mensurador.

3.9.5 Componentes do fuste

As técnicas de corte utilizadas para a derrubada das árvores e traçamento dos fustes, resultou na divisão do fuste em quatro componentes:

1. *Toco*: parte inferior do fuste que é deixado no campo após o corte;
2. *Destopamento inferior*: base da tora retirada por apresentar defeitos como sapopemas ou rachaduras;
3. *Fuste comercial*: parte comercialmente aproveitável que é extraída da floresta no arraste;
4. *Destopamento superior*: Ponta da tora que não é aproveitada por apresentar defeitos, como tortuosidades e nós, comuns a inserção da copa. Os componentes acima descritos podem ser vistos na figura 5.

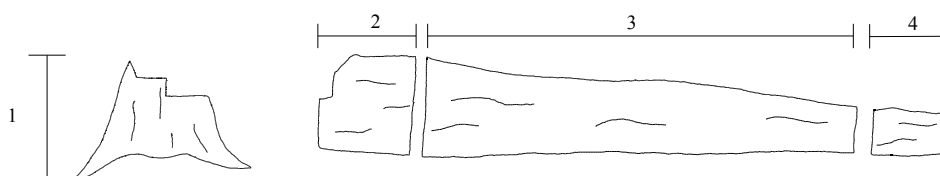


Figura 5. Componentes do fuste definidos após o corte da árvore

3.10 Análise dos dados

3.10.1 Estrutura paramétrica

A estrutura paramétrica da floresta antes e após a exploração foi caracterizada pela análise dos índices de abundância, frequência e dominância, além dos parâmetros volume e área basal. Para a análise do volume e da área basal utilizou-se a distribuição desses parâmetros em classes.

3.10.1.1 Abundância

A abundância absoluta e relativa foram determinadas segundo Lamprecht (1962), utilizou-se, portanto as seguintes fórmulas:

$$AB_{abs.} = n / ha$$

$$AB_{rel.} = \frac{n / ha}{N / ha} \times 100$$

Em que:

$AB_{abs.}$ = Abundância absoluta

$AB_{rel.}$ = Abundância relativa

n/ha = Número de árvores de cada espécie por hectare

N/ha = Número total de árvores por hectare

3.10.1.2 Frequência

Segundo Lamprecht (1964), Finol (1971) e Vega (1968), a frequência absoluta e relativa podem ser determinadas pela expressão:

$$FR_{abs.} = \% \text{ de sub-parcelas em que ocorre uma espécie}$$

$$FR_{rel.} = \frac{FR_{abs.}}{FR_{rel.}} \times 100$$

Em que:

$FR_{abs.}$ = Frequência absoluta

$FR_{rel.}$ = Frequência relativa (%)

3.10.1.3 Área basal

A área basal por hectare foi calculada pela soma das áreas transversais obtidas a partir da medição das circunferências a 1,3 m de altura do solo das árvores no inventário florestal a 100%. Determinou-se a área basal de cada uma das 35 espécies comerciais e em seguida foram selecionadas entre estas as 5 com maior valor desta variável.

3.10.1.4 Volume

Utilizou-se os dados de inventário para determinar o volume estocado e de romaneio para o cálculo do volume explorado. Pela diferença entre estes valores respectivamente foi possível determinar o volume remanescente. Entre as espécies comerciais foram selecionadas as cinco de maior volume.

3.10.1.5 Espécies selecionadas para o estudo

Para análises mais detalhadas, foram utilizados os parâmetros área basal, volume, abundância e frequência para selecionar entre as 35 espécies comerciais, as 5 espécies de maior área basal, mais abundantes e frequentes. A seleção das 5 espécies justifica-se pelo fato de observar-se durante as análises que ao listar as espécies em ordem decrescente de valores dos parâmetros abundância, frequência e área basal, a partir da quinta espécie a diferença entre os valores paramétricos estudados tornavam-se insignificantes ou constantes.

3.10.1.6 Determinação dos fatores de expansão de volume por classe diamétrica

1º Passo: definição da área da upa 2008

A primeira fase para determinação dos fatores de expansão por classe consistiu na reestruturação da área da UPA 2008.

Para realizar essa tarefa foram utilizadas as informações das árvores exploradas disponíveis no banco de dados da empresa. Os dados foram concedidos em planilha eletrônica, tais dados contêm as informações de todas as árvores inventariadas na área, acompanhadas das coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator).

Os dados de exploração ainda em planilha eletrônica foram convertidos em formatos compatíveis com o formato que permitiu a inserção dos dados na plataforma de um programa específico em SIG (Sistema de Informação Geográfica) para construção de mapas. Na sequência, utilizando os recursos do programa, as árvores foram redistribuídas espacialmente. Em seguida, para recompor a estrutura dos mapas desenvolvidos pela empresa, distribuiu-se uma grade com as mesmas dimensões dos mapas de exploração, ou seja, linhas paralelas distanciadas a cada 250 m.

As linhas de grade foram convertidas em polígonos individuais ou mapas de 250 m x 250m, esses polígonos foram identificados com códigos alfanuméricos. Ainda na plataforma

do programa SIG os dados de inventário foram inseridos permitindo a identificação da localização de cada árvore com o endereço referente ao código do mapa a que pertence.

2º Passo: definição da área observada e mapeamento das árvores por classe

As coordenadas de 90 árvores observadas foram extraídas do banco de dados das árvores exploradas; em seguida as árvores foram agrupadas em 3 classes diamétricas 50-70 cm, 70-90 cm e >90 cm (Quadro 2).

Quadro 2. Árvores observadas agrupadas em 3 classes diamétrica

Ordem	Classe di (cm)	N	Nº de mapas	Área (ha)
1	50 - 70	30	11	68,75
2	70 - 90	30	12	75
3	>90	30	12	75
Total		90	22	137,5

O arquivo final gerado nesta operação reuniu as árvores agrupadas por classe diamétrica com os códigos dos referidos mapas de localização. A área observada constituiu-se por 22 mapas de exploração, totalizando 137,5 ha. A primeira classe ocupou 11 blocos (68,75 ha), a segunda classe 12 blocos (75 ha) e a terceira 12 blocos (75 ha) conforme o quadro 2. Os 22 mapas podem ser vistos na figura 6.

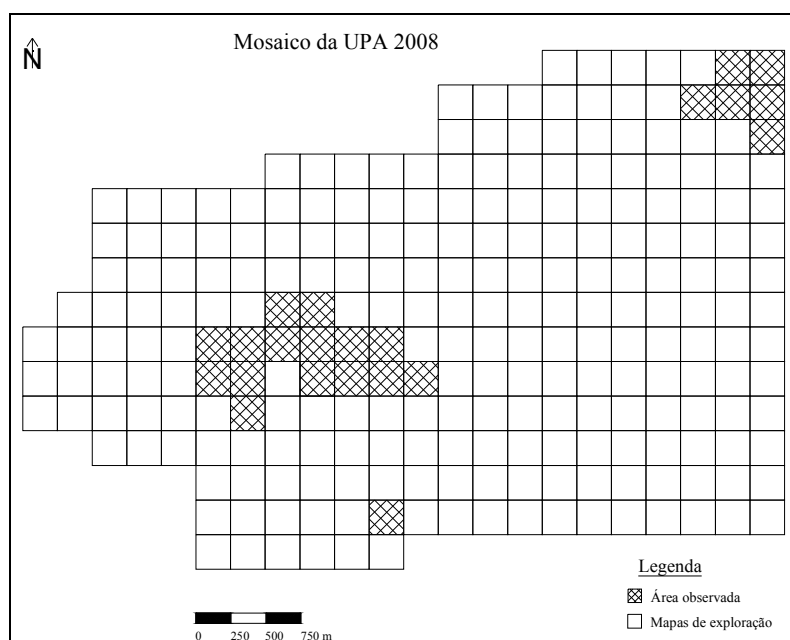


Figura 6. Mapa da UPA 2008 subdividido em mapas de exploração de 6,25ha

3º Passo: determinação dos fatores de expansão de volume por classe

Os dados das árvores observadas foram separados por classe diamétrica e o volume para cada classe foi calculado. Conhecendo a área ocupada pelas árvores de cada classe

(quadro 2) foram calculados os volumes por hectare por classe. O mesmo procedimento foi repetido utilizando os dados de volume do romaneio das 90 árvores. Os fatores de expansão de volume foram calculados como a razão entre o volume observado e o volume do romaneio, por classe diamétrica, de acordo com a seguinte expressão:

$$FEV = \frac{V_{\text{observado}}}{V_{\text{romaneio}}}$$

em que:

FEV = Fator de expansão de volume

V_observado = Volume observado (m³/ha)

V_romaneio = Volume do romaneio (m³/ha)

4º Passo: validação do método

Para validação foram separados os 22 mapas e as 90 árvores observadas do banco de dados de exploração. Repetindo a distribuição das árvores observadas por classe diamétrica foram sorteados aleatoriamente 11, 12 e 12 mapas para a primeira, segunda e terceira classe, respectivamente. Para cada grupo de mapas foram sorteadas aleatoriamente e sem repetição 30 árvores em cada classe. Em seguida foram calculados os volumes por classe por hectare.

3.10.2 Produção e produtividade nas operações de exploração

As análises de produção nas operações de exploração foram feitas com base nos dados disponíveis do romaneio, corte, arraste e transporte, bem como da cadeia de custódia. Para avaliar a produção foram utilizados como unidade de tempo o dia e para a produtividade utilizou-se a hora.

3.10.2.1 Corte

Para avaliar a produção e produtividade no corte foi quantificado o número de toras produzidas por árvore em função das operações de traçamento, os parâmetros quantitativos de produção foram o comprimento, diâmetro e volume médio das toras. Avaliou-se também na produção e produtividade o número de árvores, toras e volume cortados por dia e por hora, respectivamente.

3.10.2.1 Arraste

A produção no arraste foi quantificada considerando-se as árvores, toras e o volume arrastado por dia. Já para a produtividade utilizou-se como unidade de tempo a hora.

3.10.2.1 Transporte

No transporte foi analisado o número de cargas necessárias para transportar a produção da UPA, para tanto a unidade de produção foi dividida em classes de área com intervalos de 100 ha. Avaliou-se também o número de toras transportadas por carga, bem como a influencia do diâmetro e comprimento das toras no volume transportado. Analisou-se o volume transportado por carga e o volume por tora. Foram quantificados os valores mínimo, médio e máximo das variáveis de produção e também as 10 espécies com o maior número de toras produzidas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação dos parâmetros

Após o processamento dos dados as informações geradas foram organizadas em tabelas, figuras e mapas, de modo a simplificar a visualização e análise dos resultados. Esses instrumentos de apresentação dos resultados refletem o comportamento das variáveis estudadas nas fases antes e após a exploração da floresta. Basicamente os gráficos ilustram a distribuição diamétrica, da área basal e do volume antes e após a intervenção na floresta, buscando descrever e entender o comportamento destas variáveis decorrentes das oscilações ocorridas nestas etapas.

A comparação dos níveis quantitativos dos parâmetros abundância, frequência, área basal e volume são apresentados paralelamente por meio de tabelas, que simplificam as análises e descrições dos resultados.

Os mapas facilitam a visualização da distribuição espacial das espécies na área para as fases antes, durante e após a exploração.

4.1.1 Área basal, volume, abundância e frequência

Foram registrados na área inventariada 15.052 indivíduos com $DAP \geq 50$ cm distribuídos em 35 espécies comerciais; estes indivíduos representaram uma abundância de 10 ind./ha, área basal de $4,1 \text{ m}^2/\text{ha}$ e um volume de $46,0 \text{ m}^3/\text{ha}$. A alta correlação existente entre o volume e a área basal permitiu a apresentação dos resultados em um mesmo gráfico. A figura 7 apresenta a distribuição da área basal e volume por hectare e por indivíduo.

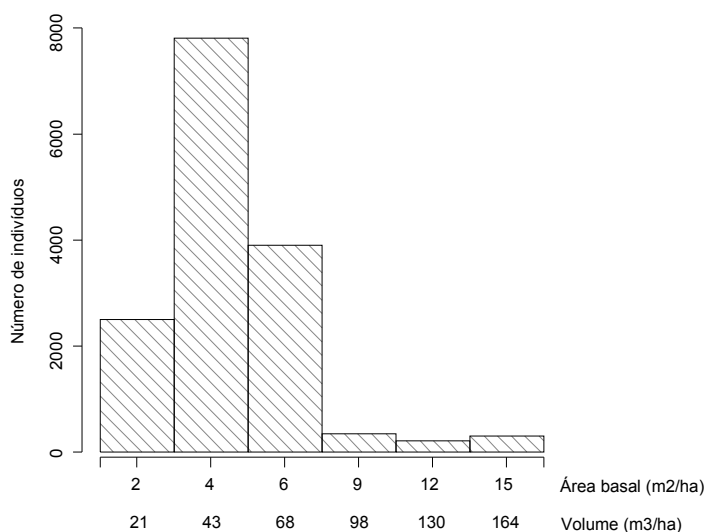


Figura 7. Área basal e volume por hectare distribuídos por número de indivíduos

Na figura 7, observa-se que a maior parte dos indivíduos representou os menores valores de área basal e volume por hectare. Analisando os extremos verifica-se que pouco mais de 2.000 indivíduos representaram uma área basal de 2,0 m²/ha e em torno de 200 indivíduos representaram 15,0 m²/ha da área basal da floresta. O volume, 21 m³/ha foi representado por mais de 2.000 indivíduos, enquanto apenas 300 indivíduos representaram 164 m³/ha. Em ambos os casos, tanto área basal como volume apresentaram maior proporção quantitativa para um menor número de indivíduos, o que sugere a participação de indivíduos de maiores diâmetros.

A tabela 2 apresenta as variações ocorridas na abundância, área basal e volume para as 35 espécies comerciais com DAP $\geq$ 50 cm. As oscilações são os efeitos da intervenção na floresta após a exploração. Considerando estas espécies e o diâmetro mínimo de corte, a tabela mostra que existiam em média antes da exploração 10 árvores/ha, podendo chegar ao máximo de 24 árvores/ha; a área basal média era de 4,1 m²/ha atingido até 16,2 m²/ha e o volume médio era de 46,0 m³/ha, podendo alcançar até 172,1 m³/ha.

Tabela 2. Abundância, área basal e volume por hectare, estocado, explorado e remanescente para as 35 espécies manejada com DAP $\geq$ 50 cm

Parâmetro	Unidade	Estocado			Explorado			Remanescente		
		Média	Min.	Max.	Média	Min.	Max.	Média	Min.	Max.
Abundância	ni/ha	10,0	1,0	24,0	4,0	1,0	12,0	6,0	1,0	11,0
Área basal	m ² /ha	4,1	0,3	16,2	1,1	0,03	3,5	3,0	0,3	12,7
Volume	m ³ /ha	46,0	1,8	172,1	21,0	0,6	44,7	25,0	1,1	127,4

Min.= mínimo e Max.= máximo

Após o corte em média foram deixadas 6 árvores/ha remanescentes, porém em alguns casos foram encontradas até 11 árvores/ha. A área basal média remanescente foi 3 m²/ha chegando até 12,7 m²/ha e o volume médio remanescente foi de 25 m³/ha atingindo um máximo de 127,4 m³/ha.

Os resultados da tabela 2 mostram também que foram extraídos em média 4 indivíduos/ha, embora tenha-se atingido valores de 12 indivíduos/ha. Em relação a área basal foram extraídos em média 1,1 m²/ha com limite superior máximo de 3,5 m²/ha e o volume médio cortado de 21 m³/ha, atingido até 44,7 m³/ha.

Na tabela 3 os mapas de exploração foram agrupados por valor de abundância, área basal e volume. Esse procedimento foi adotado para possibilitar uma análise mais detalhada da exploração em níveis mais específicos, pois os mapas constituem as unidades básicas de controle da exploração.

Tabela 3. Redução em área basal e volume por mapas de exploração

Grupo	Nº mapas	Área (%)	Área (ha)	arv/ha	Média	
					G(m ² /ha)	V(m ³ /ha)
1	13	5,2	81	0	0,0	0,0
2	27	10,8	169	1	0,4	6,0
3	43	17,3	269	2	0,7	9,0
4	39	15,7	244	3	1,0	14,0
5	56	22,5	350	4	1,3	18,0
6	39	15,7	244	5	1,5	22,0
7	15	6,0	94	6	2,0	26,0
8	7	2,8	44	7	2,1	29,0
9	10	4,0	63	8 + 12	2,7	38,0

Na tabela 3, observa-se que para o grupo 1, 5,2% da área total, não houve redução em abundância, área basal e volume. A partir do grupo 2 a redução destes parâmetros é crescente, destaca-se que no intervalo entre o grupo 2 e o grupo 6 encontra-se o maior número de mapas explorados, que somados chegam a 1.276 ha, representando 82% da unidade de produção. Para estes grupos a intensidade de exploração aplicada na maioria dos casos foi inferior aos valores médios determinados para toda a área, com a retirada máxima de 5 árvores/ha, 1,5 m²/ha de área basal e volume 22 m³/ha.

Do grupo 7 ao 9 a intensidade de exploração foi pesada com a retirada mínima de 6 árvores/ha, 2 m²/ha de área basal e volume de 26 m³/ha, bem superiores aos valores médios encontrados para a unidade de produção, porém, inferior ao estabelecido pela legislação, 30 m³/ha. Essa intensidade foi aplicada em 201 ha que representam 12,8% da área total. No entanto, ao isolarmos o grupo 9 constatamos que em 63 ha, 4% da área foram retiradas entre 8 e 12 árvores/ha, 2,7 m²/ha de área basal e volume de 38 m³/ha, superior ao estabelecido pela norma legal.

De modo geral, com base na análise da tabela 3 observa-se uma exploração irregular em toda a área, com valores de redução em abundância, área basal e volume, desproporcionais ao tamanho da área e pouco relacionados com os valores médios apresentados para a unidade de produção. Esses resultados podem estar relacionados com a distribuição irregular das espécies de interesse comercial, as quais podem apresentar um padrão agregado, disperso e até mesmo padrões semelhantes de distribuição o que reflete a heterogeneidade de floresta.

Esses fatores determinam as diferentes intensidades de exploração aplicadas em áreas distintas, pois, eleva-se o nível de produção em locais com alta abundância de espécies comerciais para compensar as áreas com poucos indivíduos.

A retirada de poucas árvores por mapa de exploração pode ser positivo do ponto de vista ecológico, porém na atividade de exploração a aplicação de recursos é elevada, tornando-se inviável uma intensidade de corte com a retirada de 6 m³/ha.

Por outro lado, a retirada de muitas árvores pode causar uma fragmentação da floresta, pois, somados a isso estão os danos causados aos indivíduos remanescentes pela queda das árvores, número de operações de corte e arraste concentrada em uma mesma área e formação de clareiras extensas.

Em ambos os casos mencionados acima a atividade pode ser inviabilizada, no primeiro o motivo seria econômico e no segundo os impactos gerados podem comprometer a estrutura da floresta.

A atividade de exploração florestal é uma das mais importantes dentro do manejo florestal, pois é nessa atividade que é feita a intervenção direta na floresta e onde se aplica a maior parte dos recursos na construção de infra-estrutura, aquisição de máquinas, equipamentos e pessoal. Como consequência desses fatores operacionais a exploração é a maior causadora de impacto. Portanto, recomenda-se que na fase de planejamento da exploração devam-se considerar os presentes parâmetros analisados para equilibrar a intensidade de exploração.

Segundo Braz (2010) um fator importante para o manejo das florestas tropicais, e sempre negligenciado e esquecido, é o cálculo da taxa de extração anual, ou seja, qual a intervenção que deverá sofrer a unidade de produção anual no momento da exploração.

Schneider e Finger (2000) enfatizam a necessidade da determinação da taxa de corte sustentada para o manejo das florestas naturais, bem como, a criteriosa avaliação da estrutura da floresta.

Segundo os autores pouca atenção é dada ao primeiro corte de uma determinada UPA e isto pode comprometer as explorações futuras. Muitas vezes, verifica-se que a taxa de extração aparece unicamente em metros cúbicos, sem um detalhamento do valor sugerido. Não existe plano algum apresentado formalmente que considere seu cálculo, ou sequer a estimativa da mesma. Normalmente, ela simplesmente é estimada em metros cúbicos, sem menção às espécies e sua possibilidade de recuperação de estoque.

Na figura 8 apresenta-se um exemplo da distribuição espacial e diamétrica das árvores exploradas e remanescentes com três intensidades de exploração.

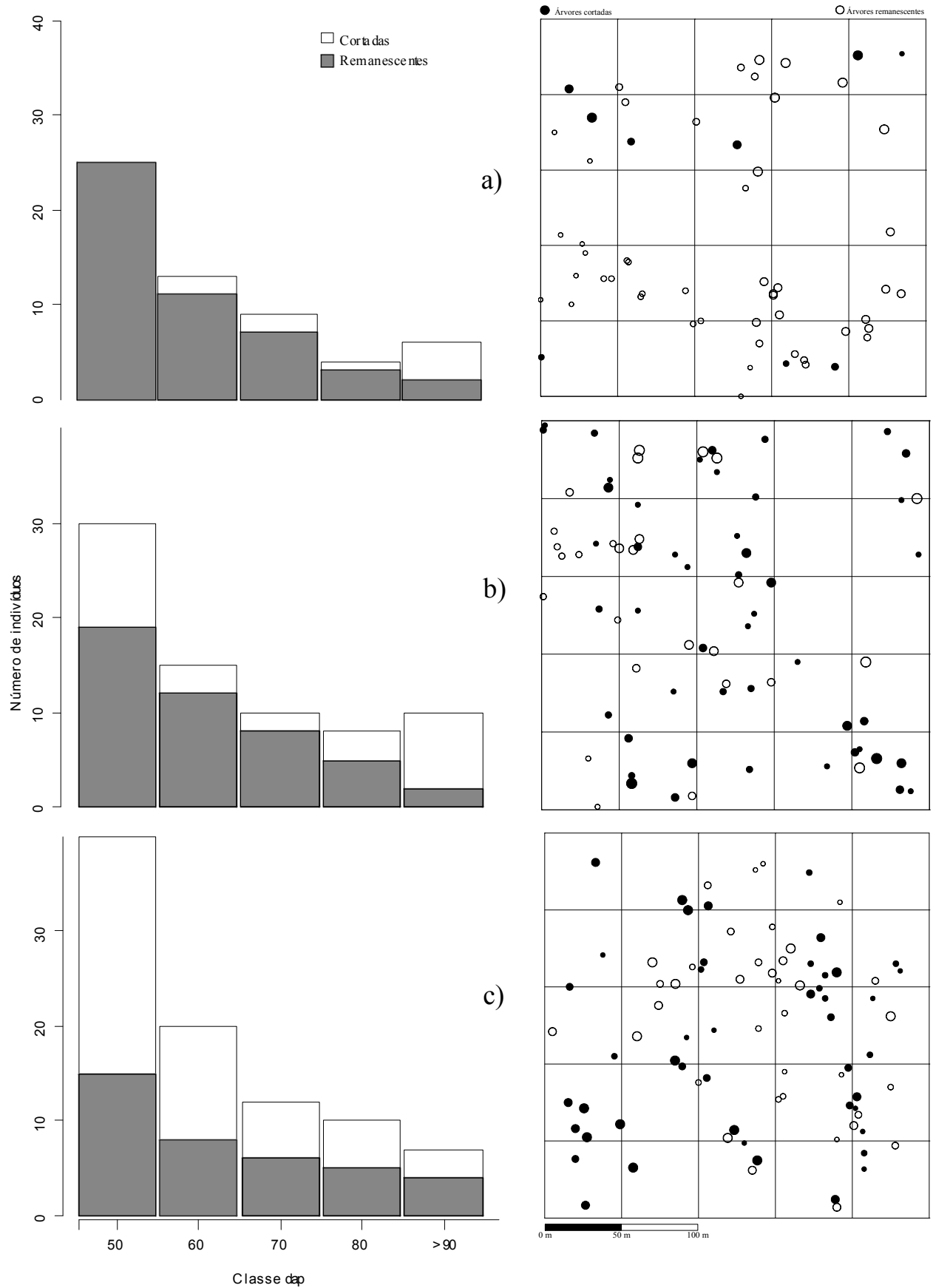


Figura 8. Distribuição diamétrica e espacial em três unidades de trabalho, antes e após o corte seletivo, com diferentes intensidades de exploração: a) redução de 12 m³/ha, b) 30 m³/ha e c) 38 m³/ha

Para complementar as informações ilustradas na figura 8, apresenta-se na tabela 4 os valores numéricos dos parâmetros abundância, área basal e volume, antes e após a exploração florestal para as três unidades de trabalho tomadas como exemplo no estudo.

Tabela 4. Oscilação nos parâmetros em três unidades de trabalho de 6 ha submetidas a diferentes intensidades de exploração

Intensidade de exploração	Operação	Indicadores de produção		
		N _i /ha	G _i (m ² /ha)	V _i (m ³ /ha)
12 m ³ /ha	Corte	1,0	0,8	12,0
	Remanescente	8,0	2,6	29,3
	Total	9,0	3,4	41,3
30 m ³ /ha	Corte	8,0	2,3	30,0
	Remanescente	4,0	3,0	34,0
	Total	12,0	5,3	64,0
38 m ³ /ha	Corte	8,0	2,5	38,0
	Remanescente	6,0	2,6	21,8
	Total	14,0	5,1	59,8

Analizando conjuntamente os gráficos e mapas contidos na figura 8 e as informações dos parâmetros contidas na tabela 4, nota-se que o volume de madeira disponível das espécies de interesse e os diâmetros dos indivíduos destas espécies determinam a intensidade de exploração a ser aplicada nas áreas. Nos três casos as maiores intensidades de exploração foram aplicadas para um maior volume de madeira disponível. Porém, observa-se que na área em que foi aplicada a intensidade de 30 m³/ha o volume disponível é superior a área a bem que foi extraído 38 m³/ha, fato este explicado pelo maior número de indivíduos com maiores diâmetros no ultimo caso.

O volume madeireiro de um povoamento nativo varia em função da capacidade produtiva do solo e da distribuição irregular das espécies (Hosokawa *et al.*, 1998). Por isso, é impossível esperar que uma divisão da área em partes iguais vá corresponder à divisão do volume também em partes iguais. Portanto, em cada ano, pode-se relacionar as produções volumétricas ou concentrações de espécies em função da área.

Observa-se nos mapas de exploração que a partir de 30 m³/ha houve um número elevado de indivíduos cortados e poucas árvores remanescentes. Pela distribuição espacial nota-se que os indivíduos cortados estão próximos entre si e também aos indivíduos remanescentes; pode-se supor que em áreas com essas características os indivíduos remanescentes e a regeneração natural estejam com o desenvolvimento comprometido devido ao impacto gerado pela exploração e por isso devam levar mais tempo para se recuperar.

Para atingir a meta de produção, bem como, equilibrar e compensar a baixa produção em áreas distintas, elevou-se a intensidade de corte em 4% da área para os extremos de 8 a 12 árvores/ha, que representou em média um volume de 38,1 m³/ha, valor superior ao máximo recomendado pela IN 05/2006 do MMA e pela resolução N° 406/2009 do CONAMA, que é de 30 m³/ha para Plano de Manejo Florestal Sustentável pleno.

A taxa de extração anual raras vezes é fundamentada na associação de dados sobre a estrutura da floresta e no ritmo de crescimento das espécies com os aspectos econômicos (Putz *et al.*, 2000).

4.2 Avaliação dos parâmetros estruturais por espécie

4.2.1 Abundância

As 5 espécies comerciais mais abundantes somaram 10.143 árvores que representaram 67% do total do número de árvores comerciais com DAP $\geq$ 50 cm registradas no inventário a 100%. Os detalhes da participação individual das cinco espécies mais abundantes nos totais informados acima são apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Cinco espécies mais abundantes registradas no inventário

Nome comum	Nome científico	Ni	(%)	Área (ha)	Ab.(ni./ha)	V (m ³ /ha)
Manga brava	<i>Pouteria speciosa</i>	3.834	25	1.025,0	3,7	13,5
Abacate bravo	<i>Thyrsodium spruceanum</i>	2.948	20	1.475,0	2,0	8,0
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>	1.554	10	1.487,5	1,0	6,0
Cupiúba	<i>Goupia glabra Aubl.</i>	1.186	8	1.487,5	0,8	3,9
Matamata vermelho	<i>Cariniana sp.</i>	621	4	1.193,75	0,5	1,7

Na figura 9 apresenta-se a distribuição do volume por indivíduo e por hectare para as cinco espécies mais abundantes.

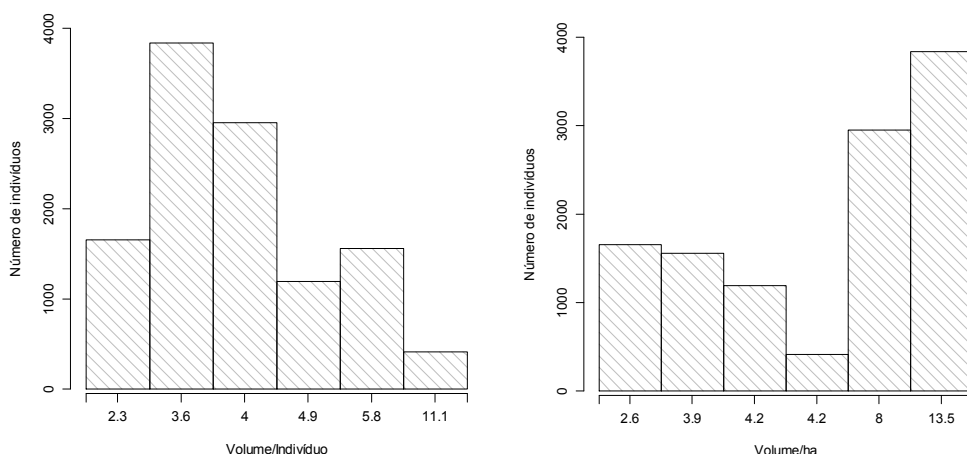


Figura 9. Distribuição do volume por indivíduo e por hectare para as 5 espécies mais abundantes

Com um total de 3.834 indivíduos representando 25% do número total de árvores comerciais, distribuídas em uma área 1.025 ha de floresta, a espécie mais abundante foi a Manga brava (*Pouteria speciosa*) que apresentou em média 3,7 indivíduos por hectare. Na figura 10 apresenta-se a distribuição diamétrica Manga brava.

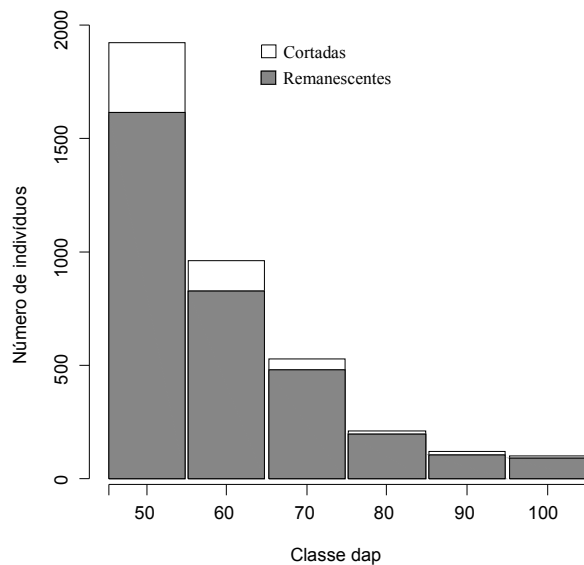


Figura 10. Distribuição diamétrica da Manga brava *Pouteria speciosa*

Representando 20% do total de árvores comerciais o Abacate bravo (*Thyrsodium spruceanum*) apresentou uma abundância de 2,0 indiv./ha, que foram gerados pela distribuição de 2.948 árvores em 1.475,0 ha. Na figura 11 apresenta-se a distribuição diamétrica Abacate bravo.

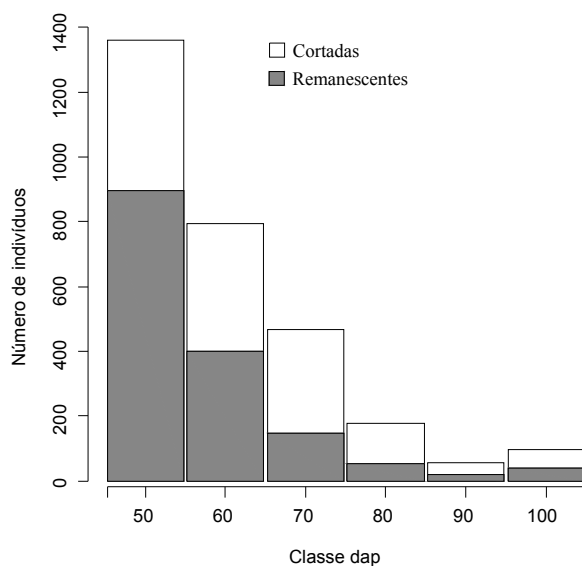


Figura 11. Distribuição diamétrica do Abacate bravo *Thyrsodium spruceanum*

A Maçaranduba (*Manilkara huberi*) foi a terceira espécie mais abundante com 1.554 indivíduos representando 10% do total das espécies comerciais, estes indivíduos foram registrados em 1.487,5 ha e resultaram em uma abundância de 1,0 indiv./ha. Na figura 12 apresenta-se a distribuição diamétrica Maçaranduba.

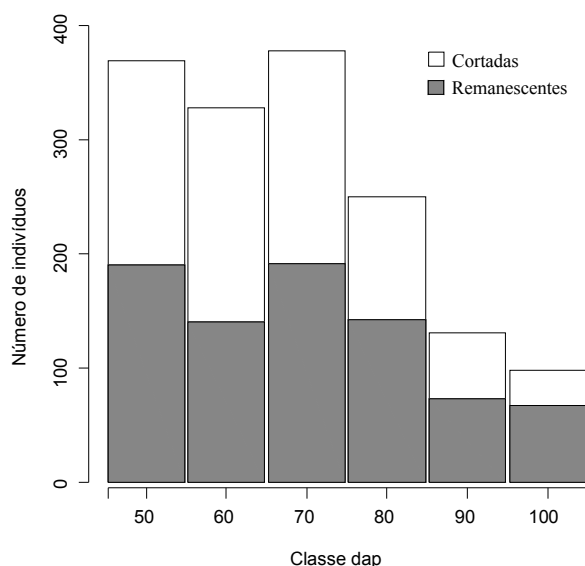


Figura 12. Distribuição diamétrica da Maçaranduba *Manilkara huberi*

Distribuídas em 1.487,5 ha foram registradas 1.186 árvores de Cupiúba (*Goupia glabra Aubl.*), as quais representaram 8% do número total de indivíduos e abundância de 0,8 indiv./ha. Na figura 13 apresenta-se a distribuição diamétrica da Cupiúba.

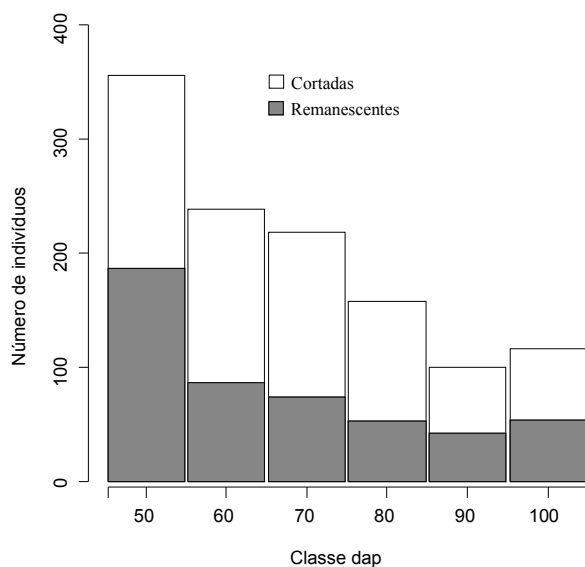


Figura 13. Distribuição diamétrica da Cupiúba *Goupia glabra Aubl.*

O Mata-mata vermelho (*Cariniana sp.*), ultimo representante das cinco espécies mais abundantes 0,5 indiv./ha, distribui-se em 1.193,5 ha, nos quais foram registrados 621 indivíduos que representaram 4% do total de árvores comerciais. Na figura 14 apresenta-se a distribuição diamétrica do Mata-mata vermelho.

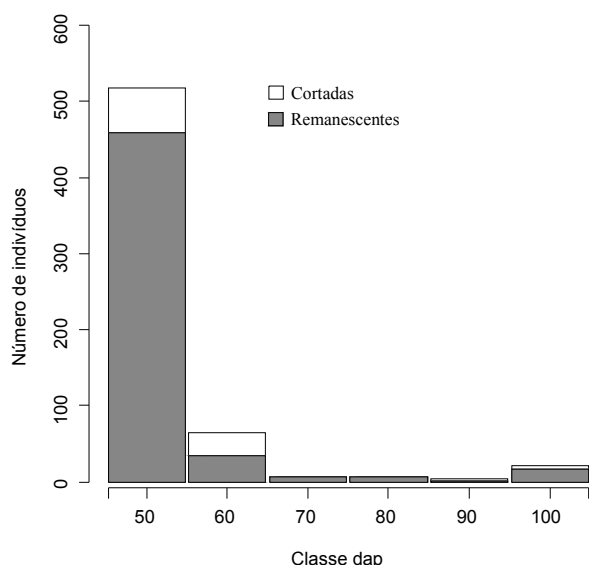


Figura 14. Distribuição diamétrica Mata-mata vermelho *Cariniana sp.*

4.2.2 Frequência

Com exceção do Abiu as quatro primeiras espécies comerciais mais frequentes também foram as mais abundantes e totalizaram 6.796 árvores potencialmente exploráveis. Na tabela 6 estão sumarizados os resultados das 5 espécies mais frequentes.

Tabela 6. Cinco espécies mais frequentes registradas no inventário

Nome comum	Nome científico	Ni	nº mapex	Área (ha)	Freq. (%)
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	1.186	238	1.487,5	96
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>	1.554	238	1.487,5	96
Abacate bravo	<i>Thyrsodium spruceanum</i>	2.948	236	1.475,0	95
Matamata vermelho	<i>Cariniana SP</i>	621	191	1.193,75	77
Abiu	<i>Micropholis guyanense</i>	487	190	1.187,5	76

Ni = número de indivíduos, mapex = mapas de exploração, Freq = frequência

A Cupiúba, *Goupia glabra* ocorreu em 238 parcelas (mapas de exploração) que equivale a área de 1.487,5 ha, 96% do total da UPA 2008; esses valores foram resultantes da distribuição de 1.186 indivíduos. Por ocorrer proporcionalmente em um mesmo número de

parcelas e área, a Maçaranduba (*Manilkara huberi*) teve o mesmo valor de frequência (96%) da espécie anterior, diferindo apenas no número de árvores registradas 1.554.

Com 2.948 indivíduos registrados em 236 parcelas com área de 1.475 ha, o Abacate bravo (*Thyrsodium spruceanum*) obteve frequência de 95%. O Mata-mata vermelho (*Cariniana sp.*) com 621 indivíduos que ocorreram em 191 parcelas (1.193,75 ha) que resultou numa frequência de 77%.

A última espécie entre as cinco mais frequentes foi o Abiu (*Micropholis guyanense*), que obteve registro de 487 árvores distribuídas 190 parcelas (1.187,5 ha) com frequência de 76%. Poucos indivíduos e alta frequência indicam uma distribuição espacial uniforme como no caso do Abiu (*Micropholis guyanensis*). Por ser a única espécie que se diferencia das mais abundantes será apresentado na figura 15 a distribuição diamétrica do Abiu.

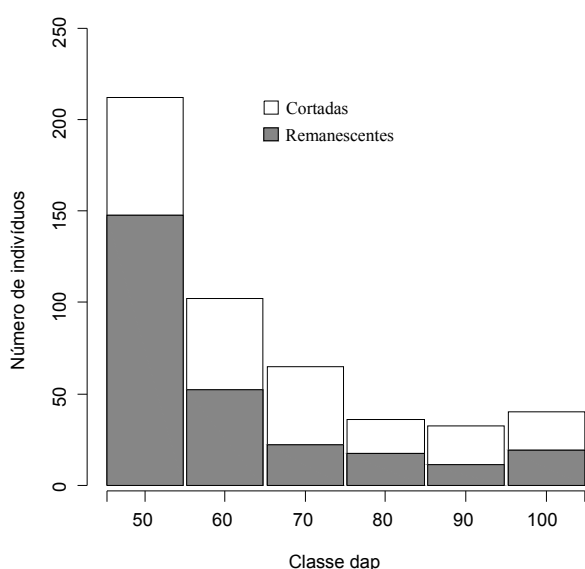


Figura 15. Distribuição diamétrica do Abiu *Micropholis guyanensis*

4.2.3 Volume

Das cinco espécies de maior volume quatro listaram entre as mais abundantes e três entre as mais frequentes. As espécies são apresentadas na tabela 7.

Tabela 7. Cinco espécies de maior volume registradas no inventário

Nome comum	Nome científico	Ni	Vol. (m ³)	Área (ha)	Vol. (m ³ /ha)	Vol/ind.
Manga brava	<i>Pouteria speciosa</i>	3.834	13.870,4	1.025	13,5	3,6
Abacate bravo	<i>Thyrsodium</i>	2.948	11.811,3	1.475	8,0	4,0
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>	1.554	8.960,3	1.487,5	6,0	5,8
Cupiúba	<i>Goupia glabra Aubl.</i>	1.186	5.796,1	1.487,5	3,9	4,9
Angelim ferro	<i>Dinizia excelsa Ducke</i>	411	4.542,5	1.093,75	4,2	11,1

Ind = indivíduos

Para estas espécies verifica-se que tanto o número de indivíduos como a sua distribuição determinam a distribuição equilibrada do volume de madeira na área, essas informações podem ser importantes quando cruzadas com informações de produção, pois, podem identificar espécies com maior facilidade de exploração pela maior facilidade de planejamento.

Comparando as tabelas 12 e 13 com a tabela 14, verifica-se que a única espécie nova foi o Angelim ferro (*Dinizia excelsa Ducke*) que se destaca por apresentar o menor volume por hectare, porém, apresenta o maior volume por indivíduo. A figura 16 apresenta a distribuição diamétrica do Angelim ferro.

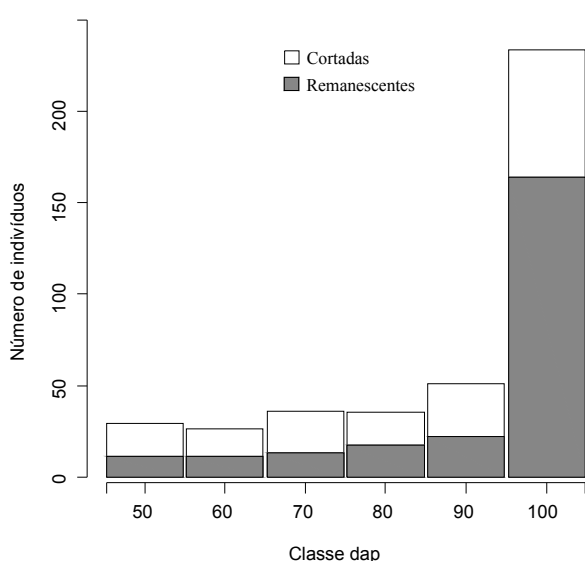


Figura 16. Distribuição diamétrica do Angelim ferro, *Dinizia excelsa Ducke*

Como podemos observar na figura 16, a espécie concentra o maior número de indivíduos nas maiores classes de diâmetro, o que responde por ser a espécie com maior volume por indivíduo e lista entre as 5 espécies de maior volume, mesmo tendo um número reduzido de indivíduos.

4.2.3.1 Fatores de expansão de volume por classe diamétrica

Após as técnicas utilizadas para desenvolver os fatores de expansão de volume por classe diamétrica, os resultados são apresentados com base nas duas fontes de dados utilizados no desenvolvimento dos fatores; o primeiro constitui-se nos dados das 96 árvores cubadas na coleta de dados e a segunda fonte são os dados de romaneio, árvores cubadas pelo método geométrico. A tabela 8 apresenta os resultados encontrados no desenvolvimento dos fatores de volume.

Tabela 8. Sumarização das estimativas de volume por classe diamétrica para o desenvolvimento dos fatores de expansão de volume

Classe	<i>Cubada</i>		<i>Romaneio</i>		<i>Sorteada Romaneio</i>		FEV
	V (m ³ /ha)	V (m ³ /ind.)	V (m ³ /ha)	V (m ³ /ind.)	V (m ³ /ha)	V (m ³ /ind.)	
50-70	1,9	4,0	1,7	3,7	1,4	3,0	1,1
70-90	2,9	6,8	2,4	5,3	2,5	5,9	1,2
>90	5,2	13,0	3,9	10,4	4,9	12,2	1,3

V = volume, FEV = fator de expansão de volume e ind. = indivíduo

Nota-se na tabela 8, que para as árvores observadas cubadas nas três classes diamétricas, tanto o volume por hectare, quanto o volume por indivíduo são superiores aos valores apresentados pelas árvores do romaneio e pelas árvores sorteadas no romaneio. Isso indica que o método de cubagem utilizado para determinar o volume das árvores está subestimando o volume explorado. Essa sub-estimativa tem influencia no planejamento da exploração, bem com na cadeia produtiva e também na quantidade de madeira declarada como volume explorado pela empresa.

A determinação dos fatores de expansão, resultante da razão entre o volume observado cubado e o volume observado do romaneio foi o seguinte: para a primeira classe (50 – 70 cm) o fator de expansão de volume encontrado foi de 1,1, para a segunda (70 – 90 cm) foi 1,2 e para a terceira classe (>90) 1,3. Deve-se lembrar que esse fator é adimensional, pois é resultante da razão entre dois valores de mesma natureza, ou seja, mesma unidade e sendo resultado de uma razão, as unidades automaticamente se anulam.

O volume da produção seja no corte, no arraste ou no transporte pode ser corrigido, desde que os dados estejam agrupados por classe diamétrica. Assim aplica-se cada um dos fatores as classes específicas, bastando apenas multiplicar os fatores de expansão pelos volumes individuais das árvores da referida classe.

4.3 Avaliação da produção de madeira em tora nas operações de exploração

4.3.1 Corte

Ao todo foram cortadas 6.247 árvores que produziram 12.759 toras, com média de duas toras por árvore. De acordo com as informações geradas na atividade de corte e conforme a análise dos dados, as árvores produziram de 1 a 7 toras, as toras produzidas por árvore receberam os códigos alfabéticos sequenciais para o controle no transporte e do produto final beneficiado. A tabela 9 apresenta a produção total de toras na UPA 2008.

Tabela 9. Produção de toras por árvore e por classe de tora

Nº toras	Classe de tora	Nº toras	Nº árvores	% árvores	di médio (cm)	comp. médio (m)	vi médio (m ³)
1	A	1.382	1.382	22,1	60,2	9,5	2,4
2	AB	7.016	3.508	56,1	61,6	8,1	2,2
3	ABC	3.384	1.128	18,0	70,0	7,0	2,5
4	ABCD	700	175	2,8	79,2	6,7	3,1
5	ABCDE	200	40	0,6	83,7	6,5	3,4
6	ABCDEF	42	7	0,1	91,3	6,7	4,0
7	ABCDEFG	35	5	0,08	104,6	5,8	4,7
Total		12759	6247	100,0			

di = diâmetro, comp. = comprimento, vi = volume.

Pela tabela 9, pode-se constatar que 78% das árvores produziram até duas toras, que se distribuem nas duas primeiras classes (A e AB); em comparação com as demais classes, essas toras apresentaram os maiores comprimentos médios, 9,5 m e 8,1 m respectivamente, porém, apresentaram os menores diâmetros médios, 60,2 cm e 61,6 cm e menores valores médios de volume 2,4 m³ e 2,2 m³. Essas variáveis podem indicar a qualidade da floresta, pois aproximadamente 80% das árvores produziram no máximo duas toras, reduzindo as operações de traçamento das toras e movimentação de veículos para o arraste.

A partir da produção de quatro toras (ABCD) por árvore, há uma redução drástica no número de indivíduos, os quais representam apenas 4% do total de árvores cortadas; desta classe de toras em diante o comprimento médio das toras diminui, enquanto os valores médios de diâmetros e volume aumentam.

Uma árvore com dimensões que se inclua nesse grupo pode reduzir a produção, uma vez que, gasta-se mais tempo no corte, devido ao seccionamento da tora, maior número de viagens no arraste, menor número de toras transportadas devido suas dimensões e seu volume contribuir pouco para o volume total, já que o volume médio apresentado na tabela 3 reflete apenas o volume de indivíduos com tais características, e como podemos observar esse número de indivíduos é reduzido.

Para cortar as 6.247 árvores e produzir as 12.759 toras foram necessários 135 dias trabalhados. A produtividade diária no corte pode ser considerada elevada e seus valores são apresentados na tabela 10.

Tabela 10. Produtividade nas operações de corte

Operação	Produtividade						Variação
	Árvores cortadas/dia	Árvores cortadas/dia	m ³ cortado/dia	m ³ cortado/h	Nº toras/dia	Nº toras/dia	
Corte	46	7,5	220	35,8	117	19,0	Média
	137	22,3	543	88,3	274	44,6	Máximo
	2	0,3	13	2,1	3	0,5	Mínimo

Observa-se na tabela 10, que em média foram cortadas 46 árvores/dia; o volume médio cortado foi de 220 m³/dia e o número médio de toras produzidas foi de 117 toras/dia. Os valores de ótima produtividade a serem alcançados nas operações de corte seriam os valores máximos de 137 árvores cortadas/dia, 543 m³/dia cortados e a produtividade de 274 toras/dia. Esses valores se equiparam aos apresentados por Holmes *et.al.*, (2004) que comparando exploração convencional com exploração com aplicação de técnicas de manejo, encontrou para floresta manejada valores de 34 árvores cortadas/dia e 262 m³ cortados/dia.

4.3.2 Arraste

O arraste foi executado em 140 dias trabalhados. A produtividade é avaliada por dia trabalhado e consideram-se as árvores, o volume e o número de tora arrastadas; esses resultados são apresentados na tabela 11.

Tabela 11. Valores diários de produção na operação de arraste

Operação	Produtividade						Variação
	Árvores Arrastadas/dia	Árvores Arrastadas/h	m ³ arrastado/dia	m ³ arrastado/h	Nº toras/dia	Nº toras/h	
Arraste	45	5,6	215	26,9	91	11,4	Média
	129	16,1	618	77,3	257	32,1	Máximo
	1	0,1	1	0,1	1	0,1	Mínimo

Os resultados apresentados na tabela 11 mostram que foram arrastadas em média 45 árvores por dia, 215 m³ e 91 toras. A produtividade ideal a ser alcançada é representada pelos valores máximos de produtividade registrados, que são de 129 árvores arrastadas por dia, 618 m³ arrastados/dia e 257 toras movimentadas por dia.

4.3.3 Transporte

Os resultados de produção no transporte de toras são apresentados em duas tabelas que resumem os resultados a partir das informações obtidas no banco de dados de romaneio da área estudada.

A tabela 12 apresenta os valores médios das variáveis de produção por número de carga e por classe de área de 100 ha e está sumarizando a produção do transporte das toras por carga de caminhão. No total foram necessárias 461 viagens para o transporte da produção da UPA 2008, que movimentou 30.131 m³ de madeira em tora.

Tabela 12. Produção por carga de caminhão e por classe de área

Ordem	Nº cargas	Valores médios das variáveis de produção						Classe (ha)
		tor/carg (unid.)	di-pf (cm)	di-pg (cm)	comp. (m)	vol/carg (m ³)	vol/tora (m ³)	carg/área (ha)
1	80	10	65	73	8	25	3	1,3
2	80	10	65	73	8	25	3	1,2
3	79	12	57	65	8	25	2	1,3
4	81	10	67	75	7	24	3	1,2
5	141	15	51	58	8	27	2	1,3

carg = carga, tor = tora, di = diâmetro, pf = ponta fina da tora, pg = ponta grossa da tora, vol = volume

Como podemos observar na tabela 12 não houve variação no número de cargas por classe de área nas duas primeiras classes, isso demonstra que para estas duas classes o número de 80 cargas representou a produção de 200 ha de floresta. Essa equiparação pode estar associada a não variação nos diâmetros médios de ponta fina e grossa das toras por carga, 65 cm e 73 cm, respectivamente para as duas classes de área e também no número médio de toras de 10 unidades por carga. O comprimento médio das toras de 8 m por carga, o volume médio da carga de 25 m³, bem como o volume médio por tora de 3 m³ não variaram; apenas a área média de 1,3 ha por carga diminuiu para 1,2 ha por carga da primeira para a segunda classe.

Para a terceira classe de área foram necessárias 79 viagens para transportar a produção de toras em 300 ha; nesse caso, os diâmetros médios de ponta fina e grossa diminuíram para 57 cm e 65 cm, respectivamente, maximizando o número médio de toras por carga para 12 unidades, duas unidades a mais em relação às classes anteriores. O comprimento médio das toras de 8 m por carga e o volume médio de 25 m³ por carga mantiveram-se como nas classes antecedentes, já o volume médio por tora reduziu para 2 m³ e a área média de 1,3 ha por carga ficou como na primeira classe.

Na quarta classe de área, 81 cargas de toras representaram a produção de 400 ha, os diâmetros médios de ponta fina e grossa aumentaram em relação as classe anteriores, 67 cm e 75 cm, respectivamente, porém, o número médio de 10 toras por carga comportou-se como nas duas primeiras classes; houve redução no comprimento médio das toras por carga para 7 m e no volume médio da carga para 24 m³, no entanto, o volume médio por tora 3 m³

equiparou-se as duas primeiras classes e a área média de 1,2 ha por carga igualou-se a segunda classe.

Um total de 141 cargas foram suficientes para atender a produção de toras da classe de área de 500 ha; esse valor resultou em um número médio de 15 toras por carga; os diâmetros de ponta fina e grossa foram os menores observados entre todas as classes, 51 cm e 58 cm, respectivamente. O comprimento médio das toras por carga foi o mesmo das três primeiras classes 8 m, o volume médio por carga foi o maior entre as cinco classes 27 m³, já o volume médio por tora equiparou-se a terceira classe 2 m³ e a área média de 1,3 ha por carga foi semelhante aos valores da primeira e terceira classe.

De acordo com os dados apresentados na tabela 14 pode-se concluir de forma geral que existe relação entre as variáveis apresentadas. À medida que os diâmetros médios de ponta fina e grossa diminuem, aumenta o número médio de toras por carga, o volume médio por carga e a área média em hectares por carga, porém, o volume médio por tora diminui. O comprimento médio das toras é quase constante em todas as classes, pois, pode ser determinado em função do dimensionamento dos meios de transporte e da demanda da indústria.

Na tabela 13 estão sumarizadas as variações ocorridas nas variáveis de produção para as 461 cargas movimentadas no transporte das toras.

Tabela 13. Estatística descritiva das variáveis de produção

Var. de produção	Média	Máximo	Mínimo
nº de toras	12,0	24,0	3,0
di-pf (cm)	59,6	133,8	39,5
di-pg (cm)	67,3	146,5	44,6
comp. (m)	7,8	11,9	4,9
vol/carga (m ³)	25,4	70,8	15,5
vol/tora (m ³)	2,5	8,5	1,0
carg/área (ha)	1,3	3,5	1,0

O número mínimo de toras transportada por carga foi de 3 unidades, o máximo chegou a 24 unidades e a média a 12 unidades. O diâmetro mínimo da ponta fina foi de 39,5 cm, com valor máximo de 133,8 cm e médio de 59,6 cm, já o diâmetro mínimo de ponta grossa foi de 44,6 cm, com um máximo de 146,5 cm e médio de 67,3 cm. O menor comprimento registrado para uma tora foi de 4,9 m e o maior 11,9 m, enquanto a média ficou em 7,8 m. O volume por carga variou de 15,5 m³ a 70,8 m³ com média de 25,4 m³. O volume por tora teve como

menor valor 1 m³ e maior 8,5 m³ com média de 2,5 m³. O menor valor que uma carga representou em termos de área foi 1 ha, o maior valor foi de 3,5 ha e o valor médio de 1,3 ha.

4.3.3.1 Produção no transporte por espécie

Para analisar a produção no transporte por espécie foram selecionadas em ordem crescente as dez espécies que produziram o maior número de toras, tomando como base para análise as variáveis medidas por carga transportada. A tabela 14 resume os resultados da produção das 10 espécies que produziram o maior número de toras.

Tabela 14. Produção do número de toras por espécies

Nome comum	Nome científico	Nº toras	(%)	di-pf (cm)	di-pg (cm)	comp (m)
Abacate bravo	<i>Thrysodium spruceanum</i>	904	20,4	47,8	56,9	8,1
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>	770	17,4	51,9	59,9	8,3
Cedrorana	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	571	12,9	51,4	61,0	7,9
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	527	11,9	52,6	61,6	8,0
Manga Brava	<i>Pouteria speciosa</i>	526	11,9	46,6	51,9	8,0
Angelim ferro	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	373	8,4	86,0	91,3	6,5
Amargoso	<i>Vatairea guianensis</i>	221	5,0	50,9	60,3	8,3
Angico branco	<i>Pseudopiptadenia spp.</i>	217	4,9	50,7	58,0	8,1
Abiu	<i>Micropholis guyanense</i>	189	4,3	62,3	68,9	8,3
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	130	2,9	49,6	55,3	8,2
Total		4.428	100			

Observa-se na tabela 14 que o Abacate bravo (*Pouteria speciosa*) apresentou a maior produção de toras com 904 unidades no total, representando 20,4% do total de produção de toras das dez espécies. Em média foram transportadas 2,0 toras/carga com diâmetros médios de ponta fina e grossa de 47,8 cm e 56,9 cm respectivamente e comprimento médio de 8,1 m. As toras apresentaram volumes individuais médios de 1,8 m³ e em média foram transportados 3,6 m³ de tora por carga da referida espécie.

A Maçaranduba, (*Manilkara huberi*) segunda entre as dez espécies que produziram o maior número de toras, representou 17,4% (770 unidades) das toras transportadas. Em média foram movimentadas 1,7 toras/carga, os diâmetros médios de ponta fina e grossa das toras de Maçaranduba foram respectivamente 51,9 cm e 59,5 cm, com comprimentos médios de 8,3 m, o volume médio das toras foi de 2,1 m³ e volume médio por carga de 3,4 m³.

A espécie Cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis*) representou 12,9% (571 unidades) do total da produção de toras das dez espécies, esta produção resultou no transporte médio de 1,2 toras/carga com volume médio de 2,5 m³/carga, as pontas e bases das toras tiveram

diâmetros médios de 51,4 cm e 61 cm, respectivamente, o comprimento médio das toras foi de 7,9 m com volume médio por tora de 2 m³.

As espécies Cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.) e Manga brava (*Pouteria speciosa*) não apresentaram diferenças entre os valores percentuais em relação ao número total de toras produzidas que foi de 11,9% (527 e 526 unidades, respectivamente) para ambas as espécies, bem como, o número médio de 1,1 toras/carga e comprimento médio das toras que foi de 8 m. Para estas espécies houve variação nos diâmetros médios da ponta e base da tora, 52,6 cm e 61,6 cm para Cupiúba e 46,6 cm e 51,9 cm para Manga brava, que resultaram na variação do volume médio de 2,1 m³/tora e 2,4 m³/carga para Cupiúba e 1,5 m³/tora e 1,8 m³/carga para Manga brava.

Por ser a primeira entre as cinco espécies com menor produção de toras 373 unidades (8,4%) e 0,8 toras/carga movimentada, o Angelim ferro (*Dinizia excelsa* Ducke) apresenta como diferencial os diâmetros médios da ponta e base da tora de 86 cm e 91,3 cm, com comprimento médio menor que todas as outras espécies 6,5 m, volume médio por tora superior a todas as outras espécies de 3,9 m³ e volume médio por carga de 3,2 m³, que é inferior apenas as duas espécies que produziram o maior número de toras.

O Amargoso (*Vatairea guianensis*) produziu 221 toras, representando 5% do total, essa produção resultou na movimentação de 0,5 toras/carga com diâmetro médio da ponta fina de 50,9 cm e da ponta grossa de 60,3 cm e comprimento médio de 8,3 m, com volume médio de 2,1 m³/tora e 1 m³/carga movimentada.

Para a espécie Angico branco (*Pseudopiptadenia spp.*) foram contabilizados 217 toras, que correspondeu a 4,9% da produção das dez espécies, com média 0,5 toras/carga, diâmetros médios de 50,7 cm e 58 cm para a ponta e base da tora, 8,1 m de comprimento médio, 2 m³/tora e 0,9 m³/carga.

O Abiu a penúltima espécie, com 189 (4,3%) toras produzidas e média de 0,4 toras/carga; destacou-se das demais espécies por apresentar diâmetros médios de ponta fina 62,3 cm e grossa 68,9 cm inferiores apenas aos valores do Angelim ferro (*Dinizia excelsa*). O comprimento médio das toras foi de 8,3 m, volume médio de 2,9 m³/tora e 1,2 m³/carga.

Na ultima posição entre as dez espécies, o Jatobá (*Hymenaea courbaril*) representou 2,9% (130 unidades) do total de toras produzidas e em média foram movimentadas 0,3 toras/carga, com valores de diâmetro médio da ponta de 49,6 cm e 55,3 cm para a base, comprimento médio de 8,2 m, volume por tora de 1,8 m³ e por carga de 0,5 m³.

5. CONCLUSÃO

Os diversos momentos da produção avaliada por este trabalho são o reflexo da análise dos parâmetros estruturais da floresta. Esta ferramenta de análise associada aos dados disponíveis de inventário florestal a 100% e produção nas operações de exploração e transporte florestal foram fundamentais para obtermos os resultados aqui apresentados sobre a estrutura da floresta após a exploração florestal, bem como relacionar os valores paramétricos as informações de produção florestal nas operações de corte, arraste e transporte, obtidos a partir do controle da cadeia de custódia.

A partir do desenvolvimento dos fatores de expansão de volume por classe diamétrica observou-se que os volumes individuais no inventário florestal e no romaneio são subestimados, devido aos métodos de cubagem utilizados nestas duas atividades.

Os parâmetros foram analisados em conjunto e permitem concluir que a subestimativa do volume a partir do inventário tem influência direta sobre a intensidade de corte aplicada na unidade de produção estudada, a conclusão foi obtida a partir das análises dos gráficos de distribuição da área basal e volume por número de indivíduos, onde nota-se que os maiores valores de área basal e volume são apresentados por um menor número de indivíduos, o que significa que este grupo de indivíduos é formado por árvores de grande porte. Se o volume da área é subestimado a pressão de corte tende a recair sobre indivíduos de grande porte. Acreditando que árvores com tais dimensões possam compensar o volume subestimado as operações se concentram na extração de árvores grandes e para complementar tal deficiência, indivíduos menores.

Esse sistema baseado apenas no volume mostrou que em muitos casos as intensidades de exploração aplicadas ultrapassam as recomendadas pelas normas legais e podem ser consideradas geradoras de impacto, uma vez que a redução dos parâmetros estudados mostrou a fragmentação da floresta a níveis críticos, principalmente em números de indivíduos explorados e clareira formada pela queda de árvores emergentes.

Estudando a variação dos parâmetros ocorrida entre as fases de inventário e exploração e o reflexo sobre os indivíduos remanescentes, utilizando para tanto os mapas de exploração como unidade de área para análise, as variáveis quantitativas área basal e volume como indicadores de produção, e abundância e frequência como indicadores da intensidade de exploração aplicada sobre as espécies, constatou-se pela análise destes parâmetros que as espécies comerciais com número de indivíduos (abundância) elevados e distribuição espacial

(frequência) agregada são determinantes na intensidade de exploração aplicada sobre áreas e espécies. A abundância e a distribuição espacial agregada de espécies de interesse comercial associados ao alto volume implicaram em intensidades de exploração elevada que puderam ser observadas nos mapas de exploração e análise das oscilações dos parâmetros estudados e na distribuição diamétrica das áreas estudadas antes e após a exploração.

A visualização da intensidade de exploração sobre as áreas foi feita pela distribuição espacial das árvores comerciais sobre o mapa de exploração e demarcação dos indivíduos explorados e remanescentes, identificou-se que a partir de 30 m³/ha, limite máximo permitido pela legislação, são extraídos 49% dos indivíduos, 57,1% da área basal e 63,5% do volume, nesses casos os indivíduos explorados estão concentrados em determinados pontos e as clareiras formadas são extensas.

Analizando o impacto sobre a distribuição diamétrica nota-se que além das classes diamétricas superiores mais de 50% dos indivíduos da primeira classe foram extraídos, o que pode comprometer a recuperação da floresta para os ciclos futuros.

Ao selecionarmos as 5 espécies com os maiores valores de abundância, frequência e volume, com exceção de duas espécies, todas as demais listaram com os maiores valores dos parâmetros estudados, demonstrando a importância da análise destas variáveis para o planejamento da exploração.

Os valores de produção nas operações de corte, arraste e transporte foram quantificados a partir dos dados disponíveis destas atividades. No corte verificou-se que no traçamento das toras para o arraste são produzidas até 7 toras e 80% das árvores produziram até duas toras, demonstrando a qualidade da floresta, pois, nessas condições diminui-se as operações de corte no seccionamento das toras e movimentação de veículos para o arraste.

Ao analisarmos a produção do arraste em relação ao número de toras, identificamos que a produtividade desta atividade depende das operações de traçamento realizados no corte. Quanto maior o número de toras produzidas por uma árvore, maior será o número de viagens para deslocar as toras para os pátios.

A produção no transporte é diretamente influenciada pelos diâmetros da base e ponta da tora, bem como, do comprimento das toras. Essas variáveis tiveram influência direta sobre o transporte dos 30.131 m³ transportados por 461 viagens.

Os resultados permitiram concluir que em nível global utilizando os parâmetros descritos na presente pesquisa não foi possível identificar os efeitos da exploração sobre a

floresta e que somente avaliações em nível de espécie e área descrevem de forma concreta esses efeitos. Em relação a produção os resultados demonstraram que as atividades de corte e arraste estão relacionadas pelo seccionamento das toras e a produção no transporte depende dos diâmetros de ponta fina e ponta grossa, e comprimento das toras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, P.H.C.; VERISSIMO, J. A.O.; BARRETO, P.G.; VIDAL, E.J.S. **Floresta para sempre: manual para produção de madeira na Amazônia**. Belém: IMAZON, 1998. 137p.

ARAUJO, H. J. B. **Inventário florestal a 100% em pequenas áreas sob manejo florestal madeireiro**. Acta Amazônica, Manaus, 2006. vol. 36, n (4), p. 447 – 464.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 5, de 11 de Dezembro de 2006. Dispõe sobre os procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFSs nas florestas primitivas na Amazônia legal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, República Federativa do Brasil. Brasília. 13 de dez. de 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 406 de 2 de Fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. **Diário Oficial da União nº 26**. República Federativa do Brasil. Brasília. 06 de fev. de 2009, p100.

BRAZ, E. M. **Subsídios para o planejamento do manejo de florestas tropicais da Amazônia**. 2010. 237 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2010.

CAIN, S. A.; CASTRO, G. M. O; PIRES, J. M.; SILVA, N. T. **Application of some phytosociological techniques to Brazillian Rain Forest**. Journ. of Botany, 43 (10) : 911-941 p, 1956.

CAIN, S. A. & CASTRO, G. M. O. **Manual of vegetation analysis**. Hafner Publishing Company. New York, 325 p. 1959.

CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. **Mensuração Florestal: Perguntas e Respostas**. Viçosa, 2002, 407p.

FINOL U., H. **Possibilidades de Manejo Silvicultural para las reservas Forestales de la Region Occidental**. Rev. For. Venez. , 12(17) : 81-107, 1969

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 269 p. 1992.

FINOL U., H. **Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las selvas vigentes tropicales**. Rev. For. Venez. , 14(21): 29-42, 1971.

FONT- QUER, P. **Dicionário de Botânica**. Barcelona. Labor, 1244 p., 1975.

GALVÃO, F. **Métodos de levantamento fitossociológico. A vegetação natural do Estado do Paraná**. Curitiba, IPARDES, 1994.

HOLMES, T. P.; BLATE, G. M.; ZWEEDE, J. C.; JUNIOR, R. P.; BARRETO, P.; BOLTZ, F. **Custos e benefícios financeiros da exploração florestal de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia oriental**. 2ª Edição, Belém: Fundação Floresta Tropical, 2004, 66p.

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

LAMPRECHT, H. **Ensayo sobre unos métodos para el Análisis Estructural de los bosques tropicales**. Acta Científica Venezolana, 13 (2): 57-65, 1962.

LAMPRECHT, H. **Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur- oriental del Bosque Universitario "El Caimital "- Estado Barinas**. Rev. For. Venez., 7 (10-11) : 77-119, 1964.

MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002, 468p.

MACHADO, S.A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba, 2003, 309p.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, D. C. – 1982.

OLIVEIRA, L. C. **Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbastes sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na floresta nacional do tapajós**. 2005, 174 p.

OLIVEIRA FILHO, L. C.; FERREIRA, J. D. C. A. **Potencial florestal da Amazônia. In: Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil.** 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. p. 133-169.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal.** 1ª. ed. Curitiba – Pr: Editorado pelos autores, Câmara Brasileira de Livros – Brasil, 1997. 316p.

RESUMO PÚBLICO DO PLANO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DA MAIREIRA VALE VERDE. Estado de Roraima, 2008. 19p.

PUTZ, F. E.; DYKSTRA, D. P.; HEINRICH, R. **Why poor logging practices persist in the tropics.** Conservation Biology, Malden, v. 14, n. 4, p. 951-956, Aug. 2000.

QUEIROZ, W. T. **Técnicas de amostragem em inventário florestal nos trópicos.** Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1998, 147p.

ROCHA, E. S.; BARROS, P. L. C.; MACIEL, M. N.; ERLER, J. **Avaliação de um sistema operacional de exploração Florestal utilizado na Amazônia.** Revista Ciências Agrárias, Belém, n. 47, p. 59-69, 2007.

SABOGAL, C.; LENTINI, M.; POKORNY, B.; SILVA, J.N.M.; ZWEEDE, J.; VERÍSSIMO, A.; BOSCOLO, M. 2010. **Manejo florestal empresarial na Amazônia brasileira.** Belém: Cifor.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo sustentado de florestas inequânas heterogêneas.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Ciências Florestais. 2000.

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo Florestal.** Lavras: Universidade Federal de Lavras. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1997.

SOBRINHO, J. C. P.; MOREIRA, J. D.; SOUZA, O. S.; LIMA, A. S. **Plano de manejo florestal sustentável (pmfs): um estudo de caso no Estado de Rondônia.** Ministério Público do Estado de Rondônia, Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente, Brasil, 2010. 9p.

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. 75 (4), 325–329. 1996.

SOUZA, P. F. **Terminologia florestal - glossário de termos e expressões florestais**. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 304 p., 1973.

STOHR, G. W. D. **Análise de sistema na exploração e transporte em florestas plantadas**. Revista Floresta, Curitiba – Paraná, 1976.

VEGA, C. L. **La estructura y composicion de los bosques húmedos tropicales del Carare**. Colombia. Turrialba, 18 (4): 416-436 p., 1968.

VERISSÍMO, A., LIMA, E., LENTINI, M. **Pólos madeireiros do estado do Pará**. Belém: IMAZON, 2002, 74p.

