

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO DO MANEJO
DE FLORESTAS TROPICAIS DA AMAZÔNIA**

TESE DE DOUTORADO

Evaldo Muñoz Braz

Santa Maria, RS, Brasil

2010

SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO DO MANEJO DE FLORESTAS TROPICAIS DA AMAZÔNIA

por

Evaldo Muñoz Braz

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Engenharia Florestal**

Orientador: Prof. Paulo Renato Schneider

Santa Maria, RS, Brasil

2010

Braz, Evaldo Munõz, 1952-

B827s

Subsídios para o planejamento do manejo de floresta tropicais da Amazônia / Evaldo Munõz Braz. - 2010.
236 f.; il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2010.

“Orientador: Prof. Paulo Renato Schneider”

1. Engenharia florestal 2. Manejo de florestas naturais 3. Taxa de corte sustentada 4. Sustentabilidade 5. Florestas tropicais I. Schneider, Paulo Renato II. Título

CDU: 630*2

Ficha catalográfica elaborada por
Patrícia da Rosa Corrêa – CRB 10/1652
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2010

É permitida a reprodução de partes ou do todo deste trabalho com a devida citação da fonte.

Endereço Eletrônico: evaldo@cnpf.embrapa.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO DO MANEJO DE
FLORESTAS TROPICAIS DA AMAZÔNIA**

elaborada por
Evaldo Muñoz Braz

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Engenharia Florestal

COMISSÃO EXAMINADORA:

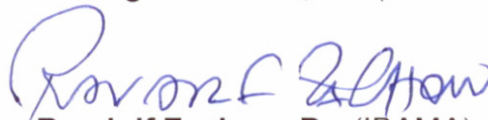
Paulo Renato Schneider, Dr.
(Presidente/Orientador)



Frederico Dimas Fleig, Dr. (UFSM)



Eduardo Pagel Floriano, Dr. (UNIPAMPA)



Randolf Zachow, Dr. (IBAMA)



Ana Luisa Fagundes Salomão Dr. (IBAMA)

Santa Maria, 05 de março de 2010

Dentro da mata verde,
perfumada de musgo,
o Engenheiro faz cálculo.
Dentro da mata verde,
- mais soma que divide -

soma poesia, crítica, percalço.
A mata, o verde e o cálculo
não impedem o menino
- que vive dentro dele -
de vir brincar com os amigos
de rolimã no asfalto.

Dentro do verde da mata que o
menino traz está tudo o que ele faz.

Lê.
Escreve.
Pensa.
Vive em paz.

(A floresta e o engenheiro, Ana Carolina)

“No final da luta, eu o atinjo”.
(Edmond de Rostand, em Cyrano de Bergerac)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais

Ao meu amigo Paulo Benincá Salles

Ao “Seu” Otávio Reis

(in memoriam)

AGRADECIMENTOS

Sempre é uma tarefa difícil fazer agradecimentos. Seria fácil fazer simplesmente uma lista, mas cada um colaborou de maneira diferente, mas importante. Assim sendo, vamos começar agradecendo:

Primeiramente, ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria e, principalmente, ao professor Paulo Renato Schneider, por aceitar orientar um veterano das florestas tropicais.

À Embrapa Florestas, que proporcionou este meu aperfeiçoamento, representada na pessoa dos amigos Vitor Hoeflich e Moacir Medrado, os quais desde sempre identificaram a importância das florestas tropicais.

Ao amigo e professor Ernesto Elesbão, pela excelente sugestão e apoio.

Ao professor Clóvis Roberto Haselein, pelo apoio fundamental inicial.

Ao amigo e professor Cesar Finger, por todo conhecimento passado ao longo de várias pequenas discussões.

Ao professor Solon Longhi, pelo apoio ao longo do curso.

Ao grande engenheiro e amigo Fábio Thaines, que está na arena, no dia-a-dia do manejo das florestas naturais, e forneceu dados importantíssimos para esta tese.

À Embrapa Acre, pelo apoio, na pessoa do amigo mineiro Luciano Ribas.

Ao amigo Roberto Sgorla, diretor, na época, da empresa ST Manejo de Florestas, que colaborou de todas as maneiras possíveis com este trabalho.

À colega Patricia Pova, que aceitou me substituir em compromissos para que eu pudesse sair para a pós-graduação e que é parceira nas discussões sobre o manejo das florestas naturais.

Ao colega de curso Gerson Selle, que, pelo apoio, tornou-se um amigo para sempre.

A incansável Tita (Cerlene Machado), secretária do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, sempre atenta a nos elucidar as questões de matrícula, datas, qualificações, matérias, etc.

A todos os jovens amigos adquiridos no curso pós-graduação, simbolizados nas amigas Elisabete Vuaden e Paula Kielse.

Aos amigos da Embrapa Acre, pelas discussões enriquecedoras, Evandro Orfanó e Luis Cláudio Oliveira.

Aos amigos e colegas Celso Azevedo, Romano Timofeiczuk Junior, Nádia Valentin Pereira, que imediatamente disponibilizaram suas teses para suporte à pesquisa em desenvolvimento.

Ao Professor José Roberto Scolforo, pela sugestões e estímulo.

Ao amigo Sérgio Ahrens, pelo coleguismo de repartir seus inesgotáveis conhecimentos técnicos.

Ao novo amigo acreano, Thiago Augusto Cunha (Acre), pelo suporte nos meandros da informática.

Aos amigos de trincheira e de grandes discussões: Marcus Vinício Neves d'Oliveira, Carlos Alberto Moraes Passos (Cacá), Marco Amaro e Chico Cavalcante.

A mulher e filhos, por me suportarem durante esse período.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO DO MANEJO DE FLORESTAS TROPICAIS DA AMAZÔNIA

Autor: Evaldo Muñoz Braz
Orientador: Dr. Paulo Renato Schneider
Data e Local de Defesa: Santa Maria, 05 de março de 2010.

Esta pesquisa visa levantar procedimentos que devem ser incluídos nos planos de manejo. O trabalho está dividido em sete capítulos. No primeiro capítulo, são mencionados introdução, justificativa e objetivos do trabalho. No segundo capítulo, é realizada a revisão bibliográfica sobre o manejo das florestas naturais tropicais, avaliando as dificuldades, condições gerais e específicas para implantação efetiva do manejo das florestas naturais tropicais. No terceiro capítulo, foi definido o ponto fundamental do trabalho: propor um procedimento para cálculo da taxa de corte utilizando o método de Área Basal Máximo DAP-q em combinação com o crescimento de espécies com ritmo semelhante, baseado em seu incremento percentual em volume. No quarto capítulo, é detalhado o procedimento sugerido de planejamento da exploração, o planejamento de rede de estradas, o cálculo do ciclo de arraste e carga do skidder, além de projetado o dimensionamento das equipes e das performances e comparado com resultados obtidos na exploração. No quinto capítulo, utilizando-se o método de razão de movimentação, alimentado com dados de crescimento das espécies segundo as parcelas permanentes, é feita uma projeção das classes diamétricas visando avaliar a sustentabilidade da taxa de corte para o período considerado. No sexto capítulo, é apresentada uma proposta de monitoramento das empresas com alguns resultados de pesquisas já realizadas na área ou em compartimentos contíguos. E, finalmente, no sétimo capítulo, são realizadas análises de viabilidade econômica do compartimento em diferentes situações de venda da madeira. Com relação aos resultados para taxa de corte do compartimento de 547 ha, foram definidos 3 grupos de espécies com diferentes ritmos de crescimento. Assim, foram definidas intensidades de corte de 32,58% para o grupo I; 48,62% para o grupo II; e 56,23% para o grupo III. Em conjunto, a extração ficou em 50,8% sobre as classes comerciais. O potencial do compartimento era de 17.021,46 m³ (31,11m³/ha) e a taxa de corte sustentável orçou em 8.649,97 m³ (15,81 m³/ha). Para recuperar essa extração, será necessário um incremento médio anual de 0,63 m³/ha/ano. Os cálculos de planejamento da exploração indicaram para a distância ótima entre estaleiros o valor de 540 m. A densidade ótima de estradas calculada foi de 18,49m/ha e a real obtida em campo foi 21m/ha. O número ótimo de pátios calculado foi de 24 pátios de estocagem, visando servir a 23 hectares cada um, com capacidade de 368m³ de madeira por pátio em duas etapas, perfazendo apenas 0,22% da área do compartimento. As cargas máximas calculadas para o skidder na unidade de produção foram de 7 ton em terreno argiloso, seco, sem estruturação e com um máximo de 15% de inclinação, e de 4,6 ton em areia solta e inclinação máxima de 10%. O tempo de ciclo médio do trator de arraste foi de 11 minutos e 42 segundos; a carga média encontrada foi de 6,11ton. A

prognose de incremento indicou um incremento médio anual (IMA) de 0,64m³/ha/ano nas classes comerciais (acima de 45 de DAP) e 0,67m³/ha/ano nas classes acima de 25 de DAP. O ingresso nas classes comerciais foi de 4,17 árvores por hectare para um ciclo de 25 anos. Esses dados informam que a recuperação é viável para a taxa de corte considerada. Foi também simulada uma remoção de todas as classes comerciais (31,11 m³/ha), e o resultado como incremento para 25 anos foi de 0,35/ha/ano, repondo apenas 28% do retirado. Isso reforça a importância da avaliação da estrutura da floresta, além da taxa de corte, para garantia de um IMA passível de reposição. A classe de DAP de máxima produção nesse povoamento é a de 75 cm. Foi elaborado um checklist para checagem da sustentabilidade do sistema de manejo utilizado, havendo boa aceitação da empresa às novas técnicas de exploração. A avaliação econômica foi positiva com relação ao valor presente líquido a uma taxa de 6% a.a., atingindo R\$ 439,81/ha e R\$ 240.579,31 para todo o compartimento de 547 ha.

Palavras-chave: manejo; florestas tropicais; taxa de corte sustentada; sustentabilidade; operações; prognose do povoamento.

ABSTRACT

Doctorship Thesis
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

SUPPORT TO MANAGEMENT PLANNING IN AMAZONIA TROPICAL FORESTS

AUTHOR: EVALDO MUÑOZ BRAZ
SUPERVISOR: PAULO RENATO SCHNEIDER

Place and Date of Defense: Santa Maria, RS, Brazil, 05 de março de 2010

The aim of this work is to rise up a procedure to support the management plans. This research is divided into seven chapters. In the first chapter, the introduction, with justification and the objectives of the work are referred. In the second chapter, a review of the literature about management of natural tropical forests is done, considering the difficulties, general and special conditions for effective implementation of the management of natural tropical forests. In the third chapter, it is defined the fundamental point of this work: to propose a procedure for calculating the cutting rate using the method BDq in combination with the growth of species with similar percentage volume increment. In the fourth chapter, it is suggested a procedure for detailed logging plan: road network planning; it was calculated the load and time of the skidder cycle; designed the size and performance of teams and all is compared with outputs obtained on the field. In the fifth chapter, using the method of "ratio of diameter movement", fed with data from the permanent plot, a stand table projection of the diameter classes to assess the sustainability of cut rate for the period is done. The sixth chapter is a proposal for monitoring the management system. Finally, the seventh chapter analyses the economic viability of the compartment. Regarding the results for cutting rate from the compartment of 547 ha have been identified 3 groups of species with different rates of growth. Cut intensities were defined as 32.58% for group I; 48.62% for group II; and 56.23% % for group III. The total extraction for all compartment was 50.8%. The potential of the compartment was 17,021.46 m³ (31.11 m³ / ha), and the sustainable rate of cutting was 8,649.97 m³ (15.81 m³ / ha). To recover this extraction it is necessary a MAI of 0.63 m³ / ha / year. The logging indexes were: the optimal distance between landings was 540m. The optimum secondary road density calculated was 18.49 m / ha and the actual obtained in the field is, 21m/ha. The calculation of optimal number of landings was 24, to serve to 23 hectares each one, with capacity of 368m³ of timber in two stages, comprising only 0.22% of the area of the compartment. The maximum load capacity to Skidder was 7 ton in clay ground, dry, without structure and with a maximum gradient of 15%, and 4.6 ton in sand soil, slope of up to 10%. The average cycle time to skid was 11 minutes and 42 seconds; the average load of 6.11 tons was found. The stand table projection indicated an increase of mean annual increment (MAI) of 0.64 m³ / ha / year in the commercial classes (up to 45 DHB) and 0.67 m³ / ha / year in the above classes of 25 DBH. The ingress in the commercial classes was 4.17 trees per hectare to a cut cycle of 25 years. These data report that the recovery is feasible for the rate cut foreseen. It was also simulated a removal of all commercial classes (31.11 m³ / ha), and the result to cut cycle was an increment was 0.35 m³ /

ha / year replacing only 28%. This reinforces the importance of evaluating the structure of the forest, besides the sustainable rate cut, to guarantee a replacement of adequate MAI. The girth limit for maximum production was 75 cm of DHB in this stand. The checklist about the sustainability of logging operations shows the adaptation of the enterprise to the new concepts of management. About the economical valuation, it was positive according Net Present Value for the taxes of 6% a.a ., getting R\$ 439,81/ha and R\$ 240.579,31 for all compartment of 547 ha.

Key words: management; tropical forest; sustainable allowable cut; sustainability; operations; stand prognosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo	22
Figura 2 – Qualidade dos fustes comerciais no compartimento de 547 ha.....	64
Figura 3 – Distribuição das frequências real e balanceada de todas as classes de diâmetro de toda floresta, em 547 ha.	66
Figura 4 – Distribuição diamétrica das espécies no Grupo I, na área de 547 ha.....	70
Figura 5 – Distribuição das frequências real e balanceada do grupo I, área de 547 ha.....	70
Figura 6 – Distribuição diamétrica das espécies no Grupo II, na área de 547 ha.....	76
Figura 7 – Distribuição das frequências real e balanceada do grupo II, área de 547 ha.....	77
Figura 8 – Distribuição diamétrica das espécies no Grupo III, na área de 547ha.....	81
Figura 9 – Distribuição das frequências real e balanceada do grupo III, área de 547 ha.....	81
Figura 10 – Número de árvores remanescentes por grupo e total.....	86
Figura 11 – Técnicas de corte.....	100
Figura 12 – Corte de grandes árvores	101
Figura 13 – Limite de arraste em áreas inclinadas.....	102
Figura 14 – Compressão e tensão no traçamento	106
Figura 15 – Compressão na parte superior.....	106
Figura 16 – Compressão na parte inferior.....	107
Figura 17 – Compressão lateral.....	108
Figura 18 – Corte em bisel.....	108
Figura 19 – Ponto ótimo entre estradas e arraste	111
Figura 20 – Planejamento final de extração.....	113
Figura 21 – Separação ótima entre estradas	126
Figura 22 – Carga máxima para terreno argiloso, seco, 15% de inclinação.....	129
Figura 23 – Carga máxima para terreno arenoso, solto, 10% de inclinação.....	130
Figura 24 – Tempo de ciclo do trator de arraste e tempo gasto por atividade.....	132
Figura 25 – Rendimento das atividades de manejo em hectares por dia.	134
Figura 26 – Incremento Médio Anual em diâmetro dependente da exposição da luz solar.141	
Figura 27 – Distribuição das árvores de acordo com exposição à luz solar.	142
Figura 28 – Incremento Periódico Anual em diâmetro do grupo das espécies de interesse por classe de DAP.....	151
Figura 29 – Relação entre IPA em centímetros e percentual em diâmetro.....	152
Figura 30 – Distribuição por hectare do N atual e da projeção para 25 anos.	156
Figura 31 – Ajustes das frequências durante o ciclo	159

Figura 32 – Simulação da prognose da frequência para as diferentes situações: azul- “0” ano pós-corte; roxo – 8 anos pós-corte; amarelo- 16 anos pós-corte e verde - 25 anos pós-corte (fim do ciclo.)	161
Figura 33 – Síntese da frequência de árvores entre ano inicial de corte e prognose para 25 anos.....	161
Figura 34 – Prognose do volume inicial e volume final por classes de DAP (cm).....	162
Figura 35 – Corte de todas as árvores comerciais e projeção para 25 anos.	165
Figura 36 – Razão entre volume final e volume inicial por classe de DAP.	167
Figura 37 – Incremento em m ³ por classe de DAP: ponto de máximo rendimento	168
Figura 38 – Controle operacional na exploração florestal	178
Figura 39 – Área basal sob impacto da exploração.	184

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Relação das espécies comerciais utilizadas com os respectivos nomes científicos e botânicos e utilização.....	63
Tabela 2 – Distribuição das frequências real e balanceada, área basal e volume das espécies comerciais da floresta, em 547 ha.	65
Tabela 3 – Grupos de acordo com IPA percentual em volume de cada espécie.....	67
Tabela 4 – Frequência de indivíduos por classe diamétrica de cada espécie do grupo I no compartimento, área de 547 ha.	69
Tabela 5 – Estoque para o grupo I, área de 547 ha	71
Tabela 6 – Determinação do incremento periódico anual percentual em volume para o Grupo I, área de 547 ha.....	72
Tabela 7 – Determinação da taxa de corte sustentada para o Grupo I em 547 ha.....	72
Tabela 8 – Ajuste para o estoque balanceado do Grupo I, para o quociente de Liocourt igual a 1,95.	73
Tabela 9 – Frequência de indivíduos por classe diamétrica de cada espécie do grupo II no compartimento, área de 547 ha.	75
Tabela 10 – Estoque para o grupo II, área de 547 ha	78
Tabela 11 – Determinação do incremento periódico anual percentual em volume para o Grupo II, área de 547 ha.....	78
Tabela 12 – Determinação da taxa de corte sustentada para o Grupo II, em área de 547 ha.	79
Tabela 13 – Ajuste para o estoque balanceado do Grupo II, para o quociente de Liocourt igual a 1,55.....	79
Tabela 15 – Estoque para o grupo III, área de 547 ha	82
Tabela 16 – Determinação do incremento periódico anual percentual em volume para o Grupo III, área de 547 ha.....	82
Tabela 17 – Determinação da taxa de corte sustentada para o Grupo III.....	83
Tabela 18 – Ajuste para o estoque balanceado do Grupo III, para o quociente de Liocourt igual a 1,56.....	83
Tabela 19 – Taxas de corte dos grupos reunidos para a área de 547 ha.....	84
Tabela 20 – Determinação do incremento periódico anual percentual em volume calculado para todos os grupos em conjunto, área de 547 ha.	85
Tabela 21 – Densidade ótima de estradas calculadas e seus índices, área de 547 ha.	125
Tabela 22 – Índices de produção estimados para o corte em área de 547 ha	127

Tabela 23 – Força tratora usável, inclinação 5%, argila seca, sem estruturação, penetração no solo de 5 cm.	128
Tabela 24 – Força tratora usável, inclinação 10%, argila seca, sem estruturação.	128
Tabela 25 – Força tratora usável, inclinação 15%, argila seca, sem estruturação.	129
Tabela 26 – Força tratora usável inclinação 5%, areia solta.	129
Tabela 27 – Força tratora usável, inclinação 10%, areia solta.	130
Tabela 28 – Parâmetros do tempo de ciclo.....	132
Tabela 29 – Planejamento das necessidades mensais de pessoal e equipamento	134
Tabela 30 – Incremento periódico anual em diâmetro por classe de DAP e iluminação de copa em nove PP no CPAF-ACRE e Projeto de Colonização Pedro Peixoto.....	148
Tabela 31 – Incremento Periódico Anual em diâmetro das espécies de interesse.....	150
Tabela 32 – Projeção da distribuição diamétrica em diferentes períodos no compartimento (547ha).....	153
Tabela 33 – Matriz de probabilidade de transição, frequência, mortalidade e recrutamento por classe de diâmetro para o período de 25 anos.	154
Tabela 34 – Prognose de N e do Volume para o ano 25.....	157
Tabela 35 – Parâmetros e avaliação do modelo de Meyer para o povoamento durante o ciclo.	159
Tabela 36 – Projeção do volume comercial baseado em exploração máxima	163
Tabela 37 – Contribuição por classe de DAP para o volume final comercial.....	166
Tabela 38 – Simulação por classe de DAP para identificar ponto de equilíbrio do IMA das classes.....	167
Tabela 39 – Produtividade comparada em diferentes períodos.	185
Tabela 40 – Número de gêneros antes e após a exploração e porcentagem de plantas em relação à população total amostrada, das 10 famílias de maior ocorrência na área de estudo.	187
Tabela 41 – Diversidade de espécies do talhão Iracema II, analisadas por meio dos índices de Shannon, Peilou e Simpson, antes e após a exploração.....	187
Tabela 42 – Custos individuais da extração baseados em skidder:	196
Tabela 43 – Consolidação dos custos de manejo	198
Tabela 44 – Fluxo de caixa para a floresta manejada, com variação da taxa de juros, para 57 ha.	199

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Tração necessária na barra para vencer a resistência ao arraste de acordo com o peso das toras	220
Anexo 2 – Tabela de coeficiente de tração (aderência)	221
Anexo 3 – Ficha de monitoramento das técnicas utilizadas para derruba	222
Anexo 4 – Avaliação das regras técnicas de arraste.....	224
Anexo 5 – Ficha de avaliação dos danos causados pela derruba: Clareira principal.....	225
Anexo 6 – Ficha de avaliação dos danos causados pela derruba: dano adicional..	226
Anexo 7 – Ficha de avaliação dos danos causados pela derruba: ficha de consolidação final.....	227
Anexo 8 – Ficha de avaliação dos pátios de estocagem.....	228
Anexo 9 – Ficha diária de arraste.....	229
Anexo 10 – Formulário para tomada de tempo de corte (para análise econômica)	230
Anexo 11 – Formulário para tomada de tempo do arraste (para análise econômica).....	231
Anexo 12 – Formulário diário controle de produção da derruba.....	232
Anexo 13 – Classe de diâmetro; intervalo	233
Anexo 14 – Tabela: Marcação do compartimento.	234
Anexo 15 – Tabela: Inventário florestal prospectivo - trabalho de campo (medição e mapeamento das árvores, topografia e rede de drenagem e corte de cipós)	235

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTAS DE TABELAS.....	15
SUMÁRIO.....	18
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	20
1.1 Justificativa.....	20
1.2 Local do estudo.....	21
1.3 Objetivos.....	23
CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO DO MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS.....	24
2.1 Introdução.....	24
2.2 Revisão bibliográfica.....	31
2.2.1 Zoneamento.....	31
2.2.2 Ambiental.....	32
2.2.3 Social.....	32
2.2.4 Pesquisa.....	33
2.2.5 Custo do manejo.....	34
2.2.6 Qualidade dos planos de manejo.....	35
2.2.7 Melhoria no planejamento.....	37
2.2.8 Controle eficiente dos órgãos fiscalizadores.....	39
2.2.9 Sistema produtivo.....	40
2.2.10 Entendimento e vontade política.....	40
CAPÍTULO III – TAXA DE CORTE SUSTENTADA EM FLORESTA OMBRÓFILA DENSA.....	41
3.1 Introdução.....	41
3.1.1 Objetivos.....	41
3.2 Revisão bibliográfica.....	42
3.2.1 Regulação das florestas naturais.....	42
3.2.2 Sistema de manejo.....	44
3.2.3 Tratamentos silviculturais e execução dos cortes.....	46
3.2.4 Critérios básicos para a regulação de um povoamento.....	50
3.2.5 O problema da taxa de corte.....	54
3.3 Metodologia.....	57
3.3.1 Coleta dos dados.....	57
3.3.2 Avaliação do incremento das espécies de interesse.....	58
3.3.3 Determinação da taxa de corte sustentável em base ao IPA percentual em volume por grupos.....	58
3.3.4 Método de regulação utilizado.....	59
3.3.5 Ajuste da taxa de corte sustentável com a área basal remanescente desejada.....	60
3.3.6 Avaliação da qualidade dos fustes.....	61
3.4 Resultados e discussão.....	62
3.4.1 Seleção das espécies de interesse.....	62
3.4.2 Estoque da floresta e distribuição geral.....	63
3.4.3. Distribuição por grupo de IPAv% diferenciado.....	67
3.4.3.1 Distribuição da frequência e taxa de corte sustentável para o Grupo I.....	68
3.4.3.2 Distribuição da frequência e taxa de corte sustentável para o Grupo II.....	74
3.4.3.3 Distribuição da frequência e taxa de corte sustentável para o Grupo III.....	80
3.4.3.4 Taxas de corte calculadas.....	84
3.5 Conclusões.....	87
CAPÍTULO IV – PLANEJAMENTO DA EXPLORAÇÃO EM UM TALHÃO DE FLORESTA TROPICAL.....	89
4.1 Introdução.....	89

4.1.1	Objetivos.....	89
4.2	Revisão bibliográfica	90
4.2.1	Situação atual do planejamento da exploração	90
4.2.2	Planejamento da exploração.....	92
4.2.1.1	Planejamento: visão geral	92
4.2.1.2	Planejamento gerencial	94
4.2.1.3	Considerações básicas	95
4.2.1.4	Medidas mitigadoras sobre a base genética.....	95
4.2.1.5	Medidas para mitigar danos ambientais nas florestas manejadas	96
4.2.1.6	Procedimentos e técnicas de execução sugeridas	97
4.2.1.6.1	Corte.....	97
4.2.1.6.2	Regras técnicas de arraste mecanizado	102
4.2.1.6.3	Regras para garantia do baixo impacto no povoamento remanescente	103
4.2.1.6.4	Traçamento.....	104
4.2.1.6.4.1	Considerações gerais sobre o traçamento.....	104
4.2.1.6.4.2	Traçamento em condições normais.....	105
4.2.1.6.4.3	Traçamento em pequenas árvores sob pressão.....	105
4.2.1.6.4.4	Traçamento de grandes árvores sob pressão.....	106
4.2.1.6.4.5	Regras gerais de toragem	108
4.2.1.7	Arraste.....	109
4.2.1.8	Planejamento ótimo da rede de estradas	110
4.2.1.9	Distribuição ótima dos estaleiros	111
4.2.1.10	Sequência de planejamento	112
4.2.1.11	Arraste e seleção de carga.....	113
4.2.1.12	Estudo do tempo de arraste	116
4.2.1.13	Balanceamento do equipamento e pessoal	118
4.3	Metodologia.....	120
4.3.1	Cálculo da densidade ótima de estradas (doe)	120
4.3.2	Cálculo da separação ótima entre estradas (soe)	120
4.3.3	Cálculo da capacidade de carga	122
4.3.4	Cálculo do tempo de ciclo de arraste	123
4.3.5	Rendimentos dos equipamentos e atividades	124
4.4	Resultados e discussão.....	124
4.4.1	Planejamento ótimo da rede de estradas.....	124
4.4.2	Distribuição ótima dos estaleiros.....	125
4.4.3	Corte.....	127
4.4.4	Seleção de carga.....	127
4.4.5	Estudos de tempo arraste.....	131
4.4.6	Balanceamento de equipamento e pessoal.....	133
4.5	Conclusões	135
CAPÍTULO V – PROJEÇÃO DO PRÓXIMO CICLO DE CORTE DE UM COMPARTIMENTO EXPLORADO DE FLORESTA TROPICAL		136
5.1	Introdução	136
5.1.1	Objetivos	137
5.2	Revisão bibliográfica	137
5.2.1	A Mortalidade.....	137
5.2.2	O recrutamento.....	140
5.2.3	O incremento em diâmetro.....	141
5.2.4	Projetando o crescimento	144
5.3	Metodologia.....	147
5.4	Resultados e discussão.....	150
5.5	Conclusões	169
CAPÍTULO VI – MONITORAMENTO DAS ATIVIDADES DE MANEJO		172
6.1	Introdução	172
6.1.1	Objetivos	172

6.2 Revisão Bibliográfica.....	173
6.2.1 Atividades pré-exploratórias.....	173
6.2.2 Atividades exploratórias.....	176
6.2.3 Atividades pós-exploratórias.....	178
6.3 Metodologia.....	180
6.4 Resultados e discussão.....	181
6.4.1 Monitoramento das atividades pré-exploratórias na UPA.....	181
6.4.2 Monitoramento das atividades exploratórias na UPA.....	182
6.4.3 Pesquisas sobre o monitoramento na área (monitoramento pós-exploratório em áreas contíguas similares).....	184
6.4.3.1 Exploração.....	184
6.4.3.2 Monitoramento da dinâmica florestal pós-exploração em compartimento limítrofe.....	185
6.5 Conclusão.....	187
CAPÍTULO VII – VIABILIDADE TÉCNICO E ECONÔMICA DO MANEJO DE FLORESTAS TROPICAIS.....	189
7.1 Introdução.....	189
7.1.1 Objetivos.....	189
7.2 Revisão Bibliográfica.....	190
7.3 Metodologia.....	192
7.3.1 Composição dos custos.....	192
7.3.1.1 Custo de cartografia, censo florestal, demarcação dos talhões.....	192
7.3.1.2 Custos de exploração.....	192
7.3.1.3 Custos máquina-hora dos equipamentos.....	193
7.3.1.4 Custo de tratamentos silviculturais.....	194
7.3.1.5 Custos de monitoramento.....	194
7.3.2 Viabilidade econômica.....	194
7.4 Resultados e Discussão.....	196
7.4.1 Custos de exploração.....	196
7.4.2 Viabilidade do manejo.....	198
7.5 Conclusão.....	200
CAPÍTULO VIII – CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	201
8.1 Conclusões finais.....	201
8.2 Recomendações.....	202
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	203
ANEXOS.....	220

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

As florestas tropicais naturais têm como uma das principais características a heterogeneidade, que é a expressão da ocorrência de dezenas de espécies da flora, distribuídas em microssítios com atributos biofísicos específicos (PUTZ, 1993). Essa característica deve ser considerada no planejamento das atividades de manejo florestal. No entanto, nos planos de manejo atuais, existe uma desconexão completa entre essa diversidade, o planejamento de exploração e os tratamentos silviculturais previstos para essa floresta.

Em geral, a distribuição da malha viária e dos talhões segue padrões sistemáticos, desconsiderando aspectos como relevo, solo, drenagem e estoque de madeira das espécies comerciais (PINARD et al., 1995; BRAZ, 2002). Também, é desconsiderado o ponto de equilíbrio entre a distância das estradas secundárias e a distância média de arraste, segundo o potencial da tipologia florestal (BRAZ et al., 2003). Observam-se, frequentemente, densidades inadequadas de estradas de acesso para áreas com baixo potencial madeireiro, pátios mal distribuídos para estocar essa madeira e dimensionamento de talhões que não abastecem a indústria em quantidade e qualidade adequadas. Nesses casos, além do aumento dos custos de construção e de manutenção de estradas, a floresta é danificada desnecessariamente, acelerando as modificações na sua composição e estrutura, reduzindo o estoque de madeira comercial para o próximo ciclo. A compactação do solo da floresta pelo trânsito de máquinas reduz a infiltração de água e aumenta a erosão do solo, causando a obstrução e o assoreamento de corpos d'água. Estudos mostram que até 90% da erosão dos solos em áreas de manejo florestal se devem às estradas, pátios e trilhas de arrastes (DYKSTRA, 1997).

Existe a necessidade do casamento entre o conceito geral a ser aplicado e os níveis corretos necessários de operação (HEINIMANN, 2000). Entretanto, os tratamentos silviculturais, que, por sua vez, poderiam elevar o incremento periódico anual em volume de madeira comercial, podendo reduzir o ciclo de corte, são praticamente desconsiderados (SILVA, 2001). Nesse caso, a taxa de extração anual, convém salientar, 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). Ou seja, os volumes determinados para extração anual são arbitrários. Acrescente-se a isso que se encontra em discussão, pelo MMA, a definição de taxas fixas de extração, desconsiderando-se a diferenciação regional e micro-regional das florestas naturais tropicais. Isso significa que nem mesmo o “princípio do rendimento sustentado”, elemento central do manejo florestal (DAVIS, 1966), tem sido considerado nos planos de manejo. Esse princípio é o rendimento que uma floresta pode produzir continuamente quando submetida a uma determinada intensidade de manejo.

É sabido que os planos de manejo para florestas naturais apresentados aos órgãos licenciadores não têm uma previsão de segundo ciclo. Sendo assim, o valor potencial da floresta no novo ciclo, ou seja, aquele que poderia ser obtido devido aos tratamentos, não é considerado e também não é analisado seu possível ganho futuro. Por outro lado, os procedimentos de controle de custos são negligenciados (MACKLIN, 1992).

O manejo das florestas naturais, no sentido real dessa expressão, tem atraído muito pouco os produtores, porque não lhes são oferecidas ferramentas de gestão adequadas, ou seja, ferramentas que, além de lhes garantir melhor ganho ambiental, também lhes garantam melhores formas de gestão das florestas e, finalmente, menores custos e maior produtividade. Essas ferramentas na verdade já existem, mas são pouco ou são insuficientemente usadas em manejo das florestas naturais.

As normas exigidas para o manejo das florestas limitam-se a formalidades burocráticas e são pouco exigentes nas questões que garantam o real manejo das florestas naturais tropicais. Existe uma gama de ferramentas disponíveis, mas não utilizadas e nem exigidas nos planos de manejo.

Portanto, existe a necessidade do desenvolvimento de um protocolo de plano de manejo que dê privilégio às necessidades técnicas a serem resolvidas.

1.2 Local do estudo

O estudo foi realizado em uma área da empresa ST Manejo de Florestas, denominada compartimento Iracema II (Figura 1), situada no estado do Amazonas, perto da divisa com os estados do Acre e Rondônia. A área total da propriedade é

4.211,67 ha, dos quais 2.000 ha destinam-se ao manejo. Os estudos foram realizados em um compartimento de 547 hectares. O solo é Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, com pH de 3,5 a 5,0.

O clima é do tipo Am (classificação de Köppen), clima quente e úmido de monções, com estação seca bem definida entre os meses de junho e outubro seguida de estação chuvosa, com temperatura média anual de 25° C, umidade relativa do ar de 85% e precipitação anual de 2.250 mm.

O relevo é suave ondulado, com algumas áreas com inclinação forte. A área apresenta cursos d'água apenas temporários. A floresta é predominantemente densa com árvores emergentes, mas ocorrendo também tipologias de floresta aberta com bambu e palmeiras.



Figura 1 – Localização da área de estudo

Fonte: adaptado de Melhoramentos (1989).

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi definir subsídios para o manejo das florestas naturais, com base na determinação da taxa de corte sustentada e no aperfeiçoamento do planejamento e monitoramento das atividades de extração de madeira, visando minimizar os custos de produção e danos à floresta.

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- a) Avaliar o potencial madeireiro de um compartimento de floresta natural tropical a partir de suas espécies florestais comerciais;
- b) determinar taxa de corte sustentável para o compartimento, considerando ritmo de crescimento das espécies e distribuição das árvores;
- c) determinar procedimentos para exploração florestal com base nos aspectos biofísicos da floresta e nos recursos da empresa;
- d) projetar a estrutura do compartimento no próximo ciclo de corte visando identificar sua capacidade de recuperação em função da taxa de corte sustentável determinada e da floresta remanescente;
- e) definir uma proposta de monitoramento do manejo das florestas tropicais;
- f) elaborar considerações sobre os danos à floresta e avaliação da rentabilidade financeira das atividades de manejo florestal.

CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO DO MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS

2.1 Introdução

Segundo Freitas et al. (2005), a Amazônia Brasileira ocupa uma área de 5 milhões de km², abrangendo mais de 50% do território brasileiro, sendo que, a Amazônia Brasileira abrigava 32% de todas as florestas tropicais ainda existentes no mundo.

A exploração de madeira na região é uma realidade difícil de ser mudada e vem aumentando nos últimos anos.

Em 1997, a produção de madeira em toras na região foi de 28 milhões de metros cúbicos (SMERALDI *et al.*, 1999), quando há duas décadas era de apenas 4,5 milhões de metros cúbicos (HUMMEL, 2001). Da madeira produzida na região, apenas 10% são consumidos pelos 9 estados da Amazônia Legal, 14% são exportados e a maior parte, cerca de 76%, vai para outros estados do Brasil, principalmente para São Paulo (FREITAS et al., 2005).

As florestas tropicais estão divididas em quatro blocos: o americano, com cerca de 400 milhões de hectares; o Africano, com 180 milhões de hectares; o indomalaio, com 250 milhões de hectares; e as florestas das pequenas ilhas do Oceano Índico (CARVALHO, 1997).

Durante muito tempo, a exploração madeireira foi realizada sem aplicação dos conceitos de manejo florestal. Atualmente, mesmo com a identificação dessa necessidade, uma área desprezível é manejada levando em consideração a sustentabilidade madeireira e, menos ainda, outros fatores que dizem respeito à diversidade. Segundo Goodland (1991), somente 0,2% das florestas tropicais são manejadas visando à produção sustentada da madeira. Além desses fatos, as formas como o manejo é exigido ou considerado, mesmo legalmente, pouco têm a ver com critérios e técnicas sustentáveis, ficando a perpetuidade da floresta ameaçada.

Segundo Silva (1997), uma definição clássica de manejo florestal vem datada de 1958, da Sociedade Norte-Americana de Engenheiros Florestais: “É a aplicação

de métodos comerciais e princípios técnicos florestais na operação de uma propriedade florestal”.

Em 1990, a World Wild Fund e outras organizações não-governamentais conservacionistas fizeram pressão junto à International Tropical Timber Organization para a adoção da meta do manejo sustentado a partir de 1995. Esse acordo foi prolongado para o ano 2.000.

Não há dúvida de que já existem técnicas indicadas ao manejo das florestas tropicais. Entretanto, em todo o mundo, o que se vê é uma exploração florestal sem normatização controlada e que logo é substituída pela agricultura ou outra atividade, apesar de todas as discussões sobre uso adequado da terra e do meio ambiente.

Os encontros científicos parecem, entretanto, incapazes de influenciar os setores responsáveis pela administração dos recursos naturais.

A definição de sustentabilidade tem origem nos trabalhos de manejo em florestas temperadas. Conceitualmente, seria a produção madeireira, garantida perpetuamente, em determinada área florestal.

As definições de sustentabilidade a seguir são suficientes para esclarecer o conceito dentro do presente trabalho: “Explorar a floresta de um modo que provenha rendimento sustentado sem destruir ou alterar radicalmente a composição e estrutura da floresta como um todo” (JOHN WYATT-SMITH, 1987) e “manejo de uso múltiplo das florestas com ênfase ao rendimento sustentado de madeira e outros bens florestais” (ITTO/HIID, 1988).

A dificuldade dessa garantia está na complexidade e fragilidade dos sistemas das florestas tropicais. Existe uma gama de problemas ainda não completamente estudados como: influência do solo, regeneração das espécies florestais de interesse, fauna, reprodução e silvicultura em geral.

Segundo Poore et al. (1989), a melhor definição de manejo sustentado é a da World Commission on Environment and Development, que afirma que desenvolvimento sustentado é “o desenvolvimento que vai ao encontro das necessidades presentes sem comprometer que as futuras gerações satisfaçam as suas”. Os autores enfatizam que não é possível demonstrar conclusivamente que qualquer floresta tropical tem sido manejada com sucesso para a produção madeireira porque a resposta com rigor completo só pode ser dada depois da terceira rotação. A primeira rotação não serviria de base para se avaliar qualquer subsequente declínio. Além disso, a taxa de corte anual provavelmente sofreria uma redução, uma vez que o

incremento provavelmente não seria o mesmo dos períodos anteriores. Também, comentam que é questionável a utilidade de uma definição universal de “manejo sustentado”, devido a seus diferentes interesses e interpretações. Assim, para evitar confusões de significado, concluem que é preciso, antes, saber qual é o tipo de “sustentabilidade” abordada.

Sabhasri (s.d.) aborda a necessidade de várias definições de sustentabilidade para os trópicos e cita:

- a) Sustentabilidade das características ecológicas da floresta.
- b) Sustentabilidade do nível dos produtos oriundos da floresta.
- c) Sustentabilidade da manutenção do uso da terra em manejo florestal (ou outra utilização florestal).
- d) Sustentabilidade do incremento das qualidades da floresta a uma taxa compatível com o crescimento das expectativas sociais para todos os benefícios que ela pode oferecer.

Vários sistemas de manejo foram tentados. Entre os mais conhecidos situam-se o Malayan Uniform System (Sistema Uniforme Malaio) e o Tropical Shelterwood System (Sistema Tropical de Regeneração sob Cobertura).

O Malayan Uniform System, desenvolvido na Malásia, consistia em uma única extração das espécies comerciais com diâmetro à altura do peito maiores que 45cm (todo volume comercial), seguido do envenenamento das árvores remanescentes entre o diâmetro de 5 a 15 cm e utilização de ciclos de 50-60 anos (SILVA, 1997). Inicialmente, esse modelo teve sucesso na regeneração, mas falhou por depender de áreas que eram adequadas à agricultura e esta acabou substituindo o manejo. Na mudança para áreas mais elevadas, revelou-se uma regeneração esparsa e não adequada para garantir os estoques necessários, sendo esse modelo posteriormente abandonado.

O Tropical Shelterwood System, desenvolvido na Nigéria, consistia na remoção gradual da cobertura florestal em ciclos de 20 anos, visando promover a regeneração e crescimento das espécies desejadas. Não teve sucesso devido à baixa regeneração das espécies de interesse comercial, uma vez que o potencial de sementes das árvores não era suficiente (BUSCHBACHER, 1990). O Tropical Shelterwood System também apresentava a dificuldade de executar o adequado planejamento da localização das árvores porta-sementes. Essa limitante hoje está ultrapassada por sistemas que se valem de sensoriamento remoto acoplados a

técnicas de geoestatística e análise multivariada. Outro fator foi a incompatibilidade de custos relativos aos tratamentos silviculturais e o valor esperado das florestas.

O modelo atual mais recente (que tem servido de base para novos sistemas) é o Sistema de Exploração Policíclico (Polycyclic Felling Systems). Esse sistema utiliza como principal vantagem um correto planejamento de exploração para garantir a regeneração e definições apropriadas do comprimento dos ciclos de corte (BUSCHBACHER, 1990). Considera extração não superior a 20m³/ha, com três refinamentos utilizando arboricidas e ciclos de 20-25 anos. O maior ganho do sistema é a ênfase na exploração de impacto reduzido (EIR), a qual pode, reduzindo o dano ao povoamento, aumentar a disponibilidade de plântulas, varas, árvores pequenas e médias e, mesmo, árvores grandes, destinadas aos futuros ciclos. Sem esse conceito, a área produtiva do compartimento seria reduzida.

Mesmo que pesem as dificuldades, a implementação de planos de manejo irá imediatamente garantir um melhor valor às áreas florestais. Como o identificado por Poore et al. (1989), a sustentabilidade perpétua ainda não está garantida, mas a implementação dos planos de manejo garantirá a produtividade da floresta por muito tempo e fará isso mantendo benefícios com retorno ainda não mensurável (proteção de bacias, qualidade da água, relativa diversidade, etc.).

O acesso aos recursos florestais para a produção de madeira é previsto na lei brasileira há mais de 40 anos. Em 2001, o MMA (Ministério do Meio Ambiente) iniciou um processo para reformulações nas normas de (FREITAS et al., 2005). O Decreto 5975 de 30 de novembro de 2006 permite o acesso as florestas tropicais com a finalidade de manejo.

As instruções normativas IN 4/2006 dispõe sobre a autorização prévia a análise técnica de plano de manejo florestal sustentável e e IN 5/2006 considera de interesse social o manejo agro florestal, ambientalmente sustentável, praticado na pequena propriedade ou posse rural familiar que não descaracterize a cobertura florestal nativa ou impeça sua recuperação.

A Lei 11284/2006 dispõe principalmente sobre a gestão de florestas públicas para produção sustentável, institui o Serviço Florestal Brasileiro (SFB).

Apesar de os órgãos fiscalizadores definirem normas mínimas de manejo, essas propostas carecem de detalhes, sugestões ou procedimentos técnicos que direcionem com maior ênfase o manejo das florestas tropicais para sua sustentabilidade.

Existem graves lacunas no manejo das florestas naturais, como exemplo, pode ser mencionada a portaria em discussão pelo MMA, que pretende definir taxas fixas de extração desconsiderando toda pesquisa já efetuada sobre o tema.

Nas últimas décadas, houve muitos avanços relativos às pesquisas sobre as florestas tropicais, principalmente no estudo de sua dinâmica e, mais recentemente, sobre a exploração de baixo impacto. Utilizando o modelo de crescimento CPATU Amazon Forest Growth Model (CAFOGROM), Alder e Silva (2001), em um cenário de extração de 4 a 6 árvores por hectare, equivalente a um volume de 27-28 m³, com ciclos de 30 anos, mostraram a sustentabilidade da produção madeireira por um período projetado de 200 anos. Instituições de pesquisa e universidades têm ampliado sua base de informação e sofisticado as formas de aferição das variáveis de interesse para o manejo e sua sustentabilidade.

Apesar de a Exploração de Impacto Reduzido (EIR) servir como uma importante ferramenta para reduzir danos e melhorar a eficiência das operações florestais envolvidas, o emprego de tais técnicas por si só não é capaz de conduzir o manejo florestal à sustentabilidade (GRAAF, 2000; WADSWORTH, 2000), sem que tratamentos silviculturais sejam feitos para evitar que a estrutura da floresta seja dominada por espécies não comerciais e impedidores do crescimento, como por exemplo, os cipós.

Pinto (2000) avalia que a análise da estrutura de uma floresta tem se revelado importante ferramenta para determinação do potencial econômico da floresta natural, permitindo uma melhor definição quanto à forma de utilização dos recursos florestais.

Apesar de todas essas informações, a maior parte dos planos de manejo em floresta tropical no Brasil tem função meramente burocrática ou de “aval”, ou seja, depois de preenchidos os requisitos exigidos pelo órgão controlador, sua implementação efetiva, como os tratamentos silviculturais necessários, planejamento da rede de estradas, compartimentos ideais, não se concretiza (ZACHOW, 1999).

Sabe-se que, com a introdução do conceito de exploração de baixo impacto, nos últimos 10 anos, aconteceu uma melhoria nos planos de manejo de florestas naturais. Entretanto, essas melhorias não estão sendo bem utilizadas dentro do conceito de manejo, ou seja, como uma de suas atividades, mas como se pudessem substituir todos os critérios complementares para garantia da sustentabilidade do manejo.

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. Pouca atenção é dada ao primeiro corte de uma determinada Unidade de Produção Anual (UPA) e isto pode comprometer as explorações futuras. Muitas vezes, verifica-se que a taxa de extração aparece unicamente em metros cúbicos, sem uma explicação da origem 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 as espécies e sua possibilidade de recuperação de estoque.

Segundo Ahrens (1997), embora a necessidade do manejo das florestas naturais tropicais seja reconhecida, existem evidências suficientes para sugerir que os componentes técnicos desta área de conhecimento não são adequadamente conhecidos e/ou entendidos. Sendo assim, a prática de manejo é precária, podendo ser amplamente aprimorada.

A dinâmica de florestas tropicais e sua complexidade de ecossistemas, devem ser muito bem entendidos para que se possa planejar a utilização sustentada de seus recursos ou a sua conservação (CARVALHO, 1997).

Existem uma série de ferramentas matemáticas e de planejamento adequadas a otimização das atividades de manejo de florestas, mas tem sido pouco consideradas (ZHANGREN, 2000).

Zachow (1999) identificou graves lacunas nos planos de manejo apresentados ao IBAMA. Em sua pesquisa relacionando os motivos que levaram ao cancelamento ou suspensão dos PMFS (Plano de Manejo Florestal Sustentado) na Amazônia Legal, a causa técnica atingiu 54%, sendo seguida por questões legais (38%), fundiária (2%) outras (6%). Somente no Amazonas a causa técnica foi responsável por 96% das suspensões ou cancelamentos e no Amapá por 56%.

O manejo das florestas tropicais deve ser concebido como um conjunto de atividades que visem à maximização da produtividade dos recursos florestais em seu todo, enfocando os aspectos ambientais e econômicos, agregando à produção

florestal os fatores sociais. Além disso, o volume madeireiro de um povoamento nativo varia em função da capacidade produtiva do solo e da distribuição irregular das espécies (HOSOKAWA, 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. Assim, os sítios de alta produtividade devem ter áreas menores e os de baixa, áreas maiores. Isso indica a necessidade de um melhor planejamento anual visando a rendas mais homogêneas (HOWARD, 1993). Para isso, deve-se determinar a distribuição das espécies de árvores na floresta e localizar essas áreas com diferentes tipologias, área basal e volume de madeira comercial. Essas informações, associadas às dos atributos de solos e da rede de drenagem, permitirão intervenções específicas para cada tipologia identificada. A possibilidade de aplicação de tratamentos precisos na floresta aumentará o incremento médio anual do volume de madeira comercial, possibilitando a redução do ciclo de corte, e melhorará a conservação do ambiente, facilitando a certificação da floresta.

Para Leuschner (1992), um ponto principal relativo às normas de manejo para florestas inequiduais é que estas podem ser desenvolvidas a partir de informações quantitativas e não necessariamente devem partir de bases subjetivas. Complementarmente, Sanquetta (1996) considera que as técnicas de otimização podem ser utilizadas não somente para estudos de dinâmica florestal, mas também para a maximização econômica das extrações.

Com os sítios bem definidos, pode-se planejar uma malha otimizada de estradas e de trilhas de arrastes e/ou o uso de equipamentos adequados, assim como a aplicação de tratamentos silviculturais específicos, minimizando os danos decorrentes dessa atividade e os custos de exploração florestal.

Ribeiro (2002) refere-se ao conceito de Manejo de Precisão, o qual fundamenta o manejo de sítios específicos, alicerçado no conhecimento *a priori* e na inclusão da variabilidade espacial e temporal dos fatores de produção e da própria produtividade, possibilitando intervenções localizadas na floresta. Esse conceito visa ao alcance do máximo rendimento (maximizando retornos financeiros), associado à busca do menor dano ambiental.

2.2 Revisão bibliográfica

Para a implementação do manejo florestal, uma série de fatos, considerações e premissas devem ser debatidos e resolvidos. A seguir são analisadas algumas das principais questões do manejo das florestas naturais.

2.2.1 Zoneamento

Talvez o zoneamento seja o principal requisito e o de mais difícil compreensão quando se visa ao planejamento regional. O conceito de zoneamento em regiões de floresta tropical úmida é, ou deveria ser, completamente diferente do puro conceito de zoneamento agrônômico. O conceito de zoneamento agroecológico, ou ecológico-econômico, apesar de já definido, parece não assumido pelos governos. O zoneamento deveria partir do ponto de vista das variáveis da floresta. Variáveis ou utilizações da floresta, como produção madeireira (ou produtos não madeireiros oriundos da floresta) em áreas assim determinadas, reservas biológicas, corredores de fauna, áreas de produção de alimento, entre outros fatores., devem ser considerados, sem necessariamente, se oporem entre si.

O zoneamento deve considerar a macro-distribuição espacial dessas áreas, transcendendo fronteiras de estado ou país. A produção madeireira, de modo geral, deve localizar-se somente em “áreas permanentes de manejo florestal madeireiro”.

Após essa macrodistribuição espacial, entre os vários usos da floresta tropical, sem dúvida, o papel dos corredores e seu levantamento e planejamento têm crucial importância, devendo ser planejados de maneira a diminuir a fragmentação das áreas sob cobertura. Eles serão fundamentais para facilitar o movimento da fauna, concorrendo para dar suporte à diversidade biológica (SAUNDERS, 1991).

Após a quantificação, qualificação, planejamento e distribuição de todas essas macro-áreas de uso da floresta, poderiam ser definidas outras atividades (áreas de conversão).

2.2.2 Ambiental

Os requisitos ambientais não podem ser estudados em separado. O correto zoneamento já abordado deve refletir positivamente sobre o item ambiente.

Para Costa Filho (1991), o impacto do manejo madeireiro deve ser avaliado, podendo ser reduzido mediante práticas adequadas e também localizado de acordo com as áreas específicas para manejo madeireiro, segundo o zoneamento.

No entanto, deve-se admitir que, nas áreas destinadas a manejo, a manutenção completa da diversidade não poderá ser garantida. Por isso, em cada ecossistema, pode-se indicar, por meio de estudos, qual o índice suportável.

Além disso, uma política de estudo exaustivo das diversidades regionais e a criação de modelos de monitoramento podem ser implementadas unindo-se entidades de pesquisa. Atualmente, a Embrapa, universidades, institutos de pesquisa e outras instituições ligadas ao tema, uniram-se no projeto Rede de Monitoramento da Dinâmica das Florestas da Amazônia - REDEFLORE, que monitora as florestas nacionais e sua dinâmica. É claro que projetos assim devem contar com o total apoio dos governos, de modo que essas linhas de pesquisa sejam identificadas como prioritárias e transcendentais dos próprios governos.

Sempre deve ser lembrado que o manejo ainda é a melhor opção para regiões de floresta natural quando se pensa em manutenção do ambiente e diversidade biológica. A alternativa inversa seria a agricultura ou a pecuária, eliminando em sua totalidade a biodiversidade local.

2.2.3 Social

Uma das principais causas da falha, em todo mundo, dos planos de manejo é a incapacidade dos responsáveis pelo manejo de controlar o uso da terra, mesmo em áreas onde outros pré-requisitos, como a regeneração após o corte, são adequados (BUSCBACHER, 1990).

A invasão por agricultores das áreas sob manejo sustentado, após o primeiro corte, é uma constante em vários países tropicais. A própria estrada florestal torna-se um fator importante de acesso a essas áreas.

Goodland et al. (1991) e Buscbacher (1990) consideram que a sustentabilidade das florestas passa pela estabilização das populações vizinhas a elas.

Leslie (1987) analisa que qualquer exame superficial da causa dos desmatamentos passa pela questão de pobreza do Terceiro Mundo.

Tudo isso sugere a necessidade constante do estímulo e desenvolvimento de novos conceitos de manejo da floresta que incluam a participação das populações nela inseridas.

Deve-se lembrar que os estímulos dados pelos governos a áreas tropicais, classificando-as principalmente como fronteiras agrícolas, tem grande influência nos desmatamentos.

2.2.4 Pesquisa

Segundo King (1990), até há pouco tempo, não existiam ainda modelos de manejo verdadeiramente tropicais, e os que existiam eram adaptações do manejo florestal de áreas temperadas. Claro que a situação mudou muito, entretanto, deve-se sempre considerar a necessidade de novos conceitos e da inserção paulatina de novas tecnologias (como a busca no projeto Dendrogene), nos modelos atuais.

Carvalho (1997) considera que existem áreas na Amazônia sem regeneração satisfatória, portanto, devem-se iniciar experimentos e pesquisas na floresta tropical, testando diferentes métodos e técnicas de regeneração.

Um nível adequado de diversidade biológica deve ser garantido. Determinar o nível e como mantê-lo é função da pesquisa para garantir, inclusive, a sustentabilidade do sistema.

O uso dos sistemas de informação geográfica e de ferramentas matemáticas visando a um planejamento otimizado tem amplas perspectivas no manejo das florestas naturais.

As instituições de pesquisa da Amazônia nacional e internacional devem criar um polo de pesquisa que possibilite o suporte a planos reais de manejo florestal em diferentes tipologias florestais e ambientais, buscando trocar informações com empresas interessadas.

A manutenção das linhas de pesquisa e a formação de pessoas tecnicamente capacitadas em floresta tropical também são dois fatores importantes a serem considerados.

Ferreira et al. (1999), com relação à pesquisa, consideram importante: a) formação de pessoal técnico e de apoio com relação ao manejo e técnicas de impacto reduzido; b) facilitação da importação de máquinas fundamentais ao manejo e colheita da madeira; c) criação de linhas de crédito para o manejo florestal; e d) criação e disponibilização de florestas públicas para o setor produtivo.

Outro fator importante a considerar, identificado por D'Silva e Appanah (1995), é a falta de financiamento adequado para a pesquisa florestal (em torno de 0,05% a 0,12 % do valor dos produtos florestais), a qual é uma constante para todo o mundo tropical.

Para Zachow (1999), deveria haver um maior estreitamento entre a pesquisa realizada nas universidades e instituições de pesquisa e as atividades reais e práticas das empresas.

2.2.5 Custo do manejo

Normalmente, nos custos do manejo, consideram-se apenas a elaboração do documento a ser apresentado ao órgão controlador e as despesas com os levantamentos necessários.

No entanto, existem custos relacionados a taxas adequadas às rotações ou ciclos de corte. Custos estes compostos de todas as atividades de planejamento, implementação de rede de estradas, logística, exploração, tratamentos silviculturais, transporte final, entre outros. Posteriormente, o real valor da floresta é identificado de acordo com suas espécies.

Além disso, o mercado nacional e internacional ainda não reconhece plenamente, apesar dos esforços de criar-se um mercado baseado em madeira certificada, a diferença entre madeira produzida com ou sem sustentabilidade, tornando o preço da primeira muito baixo para remunerar os custos de sua produção (JONHSON et al., 1991). E, no caso do Brasil, existe a grande oferta de madeiras de desmatamento, legais ou ilegais, concorrendo com a madeira originária do manejo florestal.

Leslie (1987) concorda com a viabilidade do manejo sustentado, salientando a importância da escolha adequada da taxa interna projetada durante o período e, ainda, a importância de se considerarem os benefícios dos produtos sem remuneração (qualidade da água, microclima, conservação do solo, etc.).

Outro fator é o número de espécies com mercado. Um maior número de espécies com mercado garantido proporcionará recursos mais concentrados, necessitando de poucos metros lineares de estrada por metro cúbico de madeira a ser produzido (BUSCHBACHER, 1990). As espécies devem ser oferecidas no mercado externo ou interno por grupos que possuam as mesmas qualidades tecnológicas e uso final. Lanly (1976), comentando o planejamento de inventários florestais, menciona que famílias botânicas inteiras apresentam características muito semelhantes, e espécies correspondentes podem ser agrupadas sem dificuldades.

A adaptação de mecanismos de financiamento dos planos, adequados à duração dos ciclos biológicos florestais, é indispensável à concretização do manejo sustentável (BARTHOD et al., 1991).

Não deve ser esquecido que o manejo, infelizmente, é visto por muitos empresários somente como mais uma atividade, os quais tentam reduzir os custos ao mínimo, começando por não possuir pessoal técnico qualificado. Se a empresa não possui elemento técnico em nenhum nível, qual a garantia que seu plano de manejo funcionará adequadamente? Atividades de manejo envolvem grandes custos e valores, sendo assim, é inaceitável que a economia seja feita apenas na questão da qualificação dos profissionais. Talvez esse seja um ponto por onde deveria começar a fiscalização feita pelos órgãos ambientais: identificar se as empresas possuem suporte técnico adequado. Afinal, trata-se não apenas de um tema produtivo, mas também ambiental.

As condições apresentadas a seguir, se adotadas, facilitariam paulatinamente a real adoção do manejo das florestas tropicais.

2.2.6 Qualidade dos planos de manejo

A maior parte dos planos de manejo em floresta tropical no Brasil tem função meramente burocrática ou de “aval”, ou seja, depois de preenchidos os requisitos exigidos pelo órgão controlador, sua implementação efetiva, como adoção dos

tratamentos silviculturais necessários, planejamento da rede de estradas, compartimentos ideais, não se concretiza.

Muitas vezes, quem elabora os planos de manejo desconhece (ou não prevê) a realidade futura à implementação destes no campo. Existem planos de manejo forjados em dados de outros levantamentos. Além disso, normalmente, apresentam custos muito abaixo do esperado, por não terem sido executados todos os levantamentos necessários (ZACHOW, 1999). O mesmo autor questiona a seriedade de muitos técnicos que elaboram e executam os planos de manejo florestal sustentado, pois esses planos definem atividades que deveriam ser implementadas quando da execução dos projetos, mas que, no entanto, só constam no papel para cumprir exigências técnicas do Poder Público.

Ocorre a “fabricação de planos de manejo florestal” completamente dissociados da realidade, buscando apenas a aprovação no órgão competente (BRAZ et al., 2005). Indiretamente, essa “fabricação” é estimulada pelos próprios órgãos monitoradores/controladores das florestas, que são pouco exigentes quanto às necessidades técnico-científicas do manejo de delicados sistemas ecológicos, como as florestas tropicais.

Siqueira (1989) levanta ainda a necessidade de formação de profissionais qualificados em pesquisa de manejo sustentado, por causa da escassez de pessoal nessa área com a devida formação.

Primeiramente, antes de se avaliar um hipotético plano de manejo, um fator que deveria ser considerado é a capacidade de gestão da empresa com relação aos projetos de manejo florestal, ou seja, é necessário checar sua estrutura técnica, verificar se está capacitada e domina conceitos teórico-práticos, bem como avaliar o plano operacional que será empregado, as normas de baixo impacto, a otimização dos tempos das atividades e dos recursos que serão utilizados.

Muito dos problemas de qualidade têm um pouco da responsabilidade advinda dos próprios órgãos monitoradores ou legisladores sobre o manejo das florestas naturais. Na alegação de falta de pessoal técnico qualificado, ou pior que isso, na busca de uma simplificação perigosa quando se mencionam delicados ecossistemas, paulatinamente os planos de manejo vão formalmente ficando mais simples, mais burocráticos e menos técnicos. Assim, por exemplo, parcelas permanentes, ou outras formas de monitoramento, passam a ser negligenciadas.

2.2.7 Melhoria no planejamento

O inventário prognóstico é fundamental para dar uma informação imediata do todo da floresta. Ele auxilia no planejamento de grandes áreas de floresta, que devem ser estudadas para posterior fragmentação em unidades de produção ou sub-compartimentos, os quais maximizarão o retorno da floresta e fornecerão a primeira visão da distribuição da rede viária. Com a grande variação de tipologias na floresta tropical e seus diferentes potenciais, somente o inventário florestal pode antecipar a viabilidade de qualquer médio ou grande projeto de manejo a ser desenvolvido (BRAZ, 2005). Infelizmente, essa forma de inventário é ignorada atualmente pelas empresas florestais por desconhecimento e negligência no planejamento. A compra ou mesmo a licitação de áreas cobertas de floresta, com a finalidade de exploração, sem as informações do inventário florestal, se assemelha, no mínimo, à “compra” de um produto sem checar sua qualidade, tendo como resultado final a baixa qualidade do plano de manejo.

Felizmente, as empresas madeireiras ainda são “estimuladas” a fazerem o inventário prospectivo da área (o censo). O ideal seria esse tipo de inventário estar em combinação com o inventário prognóstico, pois ambos não são excludentes. Esse modelo de inventário dá uma visão parcial da floresta, mas em detalhe da unidade de produção considerada, e deveria ser combinado, portanto, com a visão do todo fornecido pelo inventário estatístico. O inventário prospectivo é fundamental para o planejamento da extração com o menor custo, pois todas as árvores potenciais e a situação do terreno se encontram mapeadas. Apesar da exigência do órgão controlador, esse tipo de inventário não é bem compreendido ou utilizado pelas empresas florestais que o consideram apenas uma formalidade burocrática. Em um levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2002), no estado de Mato Grosso, foi verificado que 96% das empresas fazem inventário censitário para manejo de suas florestas naturais, mas que em sua maioria desconhecem a sua finalidade e potencialidade. Isto se verifica provavelmente devido a dificuldades do engenheiro florestal fazer valer sua técnica em contraposição a forma de gestão da empresa.

Posteriormente à coleta e análise dessas informações, é necessário avaliar a viabilidade econômica e definir quando e quanto extrair, de acordo com os ciclos e a taxa de corte. Entretanto, no que se refere à exploração, esta é realizada de forma

extensiva e sem o devido planejamento ou controle de custos (OLIVEIRA; BRAZ, 1995).

Poore (1989) e Graaf (1986) e as diretrizes da ITTO identificaram um excelente auxiliar na sustentabilidade da produção madeireira, a chamada exploração de impacto reduzido das florestas tropicais. Sabe-se que, com uma sistemática adequada de exploração florestal, os danos ao povoamento podem cair de 26% (UHL; VIEIRA, 1989), quando sem planejamento, para 6% - 15% (POORE, 1989), quando com exploração cuidadosa da floresta.

Além desses fatores, o adequado planejamento das diferentes fases da exploração e sua interface pode reduzir os custos dessas atividades. Esse planejamento pode ser facilitado por vários instrumentos existentes, como a análise de modelo, a programação linear e o adequado projeto da rede de estradas (BRAZ, 1992).

Becker (1994) considera que a construção de estradas é o maior investimento na exploração florestal. Por isso, o desenvolvimento da rede deve ser feito por pessoal qualificado e com base nas necessidades específicas da empresa florestal. Um grande impacto no custo de exploração consiste na abertura das estradas, além do dano à floresta, e por este motivo deve-se projetar essa rede viária cuidadosamente. O arraste mecanizado é influenciado diretamente pela distribuição e densidade da rede de estradas secundárias. A abertura excessiva de estradas e o planejamento inadequado da rede significam um maior impacto no povoamento, diminuindo as perspectivas de sustentabilidade do manejo aplicado (HENDRISON, 1989). Já o caso contrário, ou seja, a existência de uma rede pouco densa, significa também dano em excesso causado por arraste desnecessário. Então, aberturas em excesso ou em carência terão como resultado aumento nos custos totais da extração da madeira, seja pelo gasto com a construção das estradas que dão acesso aos compartimentos de exploração, seja pelos elevados custos de arraste. A otimização dessa rede, em função das distâncias ideais de arraste, não tem sido considerada nos planos de manejo de floresta tropical.

Com relação ao monitoramento (visando controle e replanejamento), devem ser utilizadas as parcelas permanentes (PP). As PPs são usadas para fornecer informações sobre a dinâmica florestal (crescimento, ingresso, mortalidade e composição florística) nas áreas de florestas manejadas, além de sobre os danos causados pela exploração. É impensável e pouco sério falar em planejamento de

longo prazo em floresta tropical (e sua sustentabilidade) sem considerar alguma forma de monitoramento da capacidade de recuperação da floresta. Entretanto, por motivos de dificuldade de se encontrar especialistas na análise dessa ferramenta, os órgãos de monitoramento optaram (ao invés de estimular a busca de solução) por negligenciar a exigência de mais essa ferramenta.

Além disso, o planejamento dos talhões deve ter em conta a heterogeneidade da floresta, expressa pelo padrão de distribuição de espécies, cada uma com seu ritmo de crescimento ou capacidade de regeneração, otimizando as intervenções relativas tanto à exploração como a tratamentos silviculturais a serem efetuados.

2.2.8 Controle eficiente dos órgãos fiscalizadores

Existe falta de pessoal, seja em número ou em capacitação para o controle eficiente em toda a Amazônia. Com exigências burocráticas pesadas e muitas vezes conflituosas, a preocupação no controle tende a cair mais sobre a documentação necessária do que sobre as necessidades técnicas. Zachow (1999) afirma que um dos pontos de estrangulamento da atividade florestal é o vício existente na elaboração de legislações que são de difícil cumprimento, seja pela falta de aperfeiçoamento de seus atores, seja pela falta de uma priorização das atividades de vistoria e acompanhamento, de modo que muitas vezes a fiscalização com caráter repressivo é eleita como sendo o ponto fundamental para o sucesso da atividade. Existe um excesso de documentos, reuniões e atos administrativos, que se resumem em teoria e muita pouca ação prática, muitas vezes desconectados da ciência e mostrando completo desconhecimento das peculiaridades locais e regionais.

O controle de campo é um dos principais problemas. Controle eficiente não significa mais burocracia (excessiva no caso do Brasil) e sim órgãos fiscalizadores capacitados do ponto de vista de pessoal e sistemas de monitoramento rápidos.

2.2.9 Sistema produtivo

O mercado não diferencia, no sentido de preço, se a origem da madeira (ou outros produtos de florestais) é de área manejada ou não (JONHSON et al., 1991; OLIVEIRA; BRAZ, 1994), desestimulando assim o manejador em potencial.

Mas o problema fundamental da produção madeireira nos estados do Acre e Mato Grosso, por exemplo, e provavelmente em toda a Amazônia, está no sistema produtivo. Segundo Oliveira e Braz (1994), a produção de madeira no Acre ocorre quase que totalmente vinculada à conversão das florestas naturais para a agricultura e pastagens. Assim, a madeira de espécies comerciais presente na área é retirada e vendida, ficando difícil para a atividade de manejo florestal, com seu planejamento, execução complexa e pessoal técnico especializado, competir em custos e mercado com esse tipo de exploração, levando o produtor que quer trabalhar corretamente ao desestímulo.

Assim, deveriam ser criados sistemas de controle e ser desenvolvidos critérios capazes de diferenciar esses dois modelos produtivos de mercado.

A situação não é simples, pois envolve mudanças estruturais a partir de políticas e ações governamentais que incentivem a floresta produtiva com seus bens e serviços e reduzam atividades que signifiquem conversão das florestas para agricultura ou pecuária (FREITAS et al., 2005).

2.2.10 Entendimento e vontade política

Os governos são os responsáveis pela manutenção dos recursos naturais e sua política deveria ser balizada em planos técnicos de longo prazo. A ausência desse planejamento é responsável pela falta de continuidade de linhas de pesquisa, de controle ou implementação dos trabalhos, assim como pelas mudanças de objetivos na transição de governos.

O motivo é que essas atividades não são consideradas básicas como a produção de alimentos. A não compreensão da necessidade de zoneamento de uso da terra determina a vulnerabilidade de políticas e ocasiona, sem dúvida, a diminuição da importância da pesquisa florestal ante a opinião pública.

CAPÍTULO III – TAXA DE CORTE SUSTENTADA EM FLORESTA OMBRÓFILA DENSA

3.1 Introdução

O manejo de uma propriedade florestal objetivando atingir um rendimento sustentado implica, segundo Ahrens (1990), a organização das atividades de manejo com o propósito de obter um balanço aproximado entre o crescimento líquido da floresta e o volume explorado de madeira, no mais curto espaço de tempo, de maneira contínua anual ou periodicamente, perpetuamente.

A taxa de extração da floresta deve ser sustentável, e essa questão é sempre negligenciada nos planos de manejo, nos quais têm sido definidos valores arbitrários de extração.

Por exemplo: Sabe-se que extrações elevadas tornam difícil a recuperação da área basal inicial, pois grandes aberturas de dossel criam estímulo à regeneração indesejada. Além disso, extrações elevadas causam um dano substancial ao povoamento, reduzindo sua capacidade produtiva. Entretanto, extrações acima de 90 m³ ocorrem na Amazônia, sem nenhum critério técnico.

Por outro lado, valores absolutos definidos para a exploração, mesmo que aparentemente baixos, nada significam em termos de taxa sustentada, se não consideram a capacidade/velocidade de recuperação da floresta e, principalmente, a estrutura remanescente.

3.1.1 Objetivos

O objetivo principal deste capítulo é compatibilizar a velocidade de crescimento em volume das espécies de interesse, agrupando aquelas com o mesmo ritmo, visando calcular sua taxa sustentável de corte e depois distribuir as extrações nas diferentes classes de diâmetro.

Os objetivos específicos deste capítulo são:

a) Calcular a taxa de corte sustentada para o grupo de espécies consideradas em um talhão de 547 hectares de florestas naturais no estado do Acre;

b) avaliar a adequação do método área basal-máximo $dap-q$ para o grupo de espécies considerado no talhão mencionado;

c) avaliar a equação exponencial negativa de Meyer para o grupo de espécies considerado.

3.2 Revisão bibliográfica

3.2.1 Regulação das florestas naturais

A regulação da produção é o conjunto de procedimentos que permitem determinar as dimensões, a quantidade, a localização e o volume de madeira que pode ser explorado em uma floresta de maneira sustentável.

Davis e Johnson (1987) classificam como floresta regulada aquela em que classes de idade, como classes de diâmetro, estão crescendo segundo determinadas taxas e são representadas em proporções tais que uma produção aproximadamente igual de madeira, anual ou periodicamente, segundo as dimensões e qualidades desejadas, pode ser obtida de forma contínua, regular e perpétua. Dessa forma, os conceitos “Rendimento Sustentado” e “Regulação” são correlacionados.

Uma vez definida a intenção de se obter o rendimento volumétrico sustentado, é então necessário definir qual área deve ser submetida à exploração seletiva periodicamente e qual volume pode ser explorado em cada período ou ciclo de corte. Essas duas informações são necessárias para que o rendimento sustentado seja obtido ao longo do tempo.

Para isso, as três categorias básicas de controle são: controle por área, controle por volume e controle por área e volume.

a) Controle por área

O controle por área determina indiretamente o volume de exploração baseado no estoque da floresta. De forma simples, a floresta é dividida pelo ciclo de corte para determinar o número de hectares a ser cortado por ano (LEUSCHNER, 1990).

O controle por área requer o corte de área igual ou áreas de igual produtividade anualmente ou periodicamente. Isso significa o corte do mesmo número de hectares cada ano no caso da floresta normal com igual produtividade em cada hectare.

O primeiro passo é identificar o objetivo, que numa primeira aproximação é maximizar o rendimento (LEUSCHNER, 1990). O ciclo de corte é escolhido com esse fim. Segundo o mesmo pesquisador, esse controle é menos útil para esse tipo de manejo, principalmente porque quatro das questões básicas não podem ser controladas: nível do estoque de crescimento, distribuição diamétrica, composição de espécies e comprimento do ciclo de corte.

Conceitualmente, o controle por área pode ser aplicado às florestas nativas, pois o corte anual será igual à área total da floresta dividida pelo ciclo de corte.

b) Controle por volume

O controle por volume determina diretamente o volume de exploração baseado no estoque de crescimento e incremento. A área é desconsiderada, ou seja, o cálculo é feito somente sobre o volume.

Para Leuschner (1990) o controle por volume, parece ser mais adequado à floresta inequiânea do que à floresta equiânea. Nesse caso, módulos não são delimitados. Com o corte de crescimento da floresta, em cada período, ajustando-se o estoque de crescimento ao nível desejado, intuitivamente, alcança-se o conceito de povoamento inequiâneo. O incremento é o “juro” do estoque de crescimento. O ciclo de corte é o tempo de acumulação desse juro. Contudo, continua o mesmo pesquisador, essa é a visão da floresta regulada. Esse é o modelo utilizado para determinar o corte anual depois do período de transição, quando a floresta está sendo trazida ao estado regular. Entretanto, como regular a não regulada floresta inequiânea? Conceitualmente, a floresta inequiânea não regulada tem muitos talhões inequiâneos (*uneven-aged*) que estão em diferentes estados de regulação. O modelo assume igual produtividade de sítio para toda floresta (fato difícil de ocorrer). Isso implica que o corte de ciclo regulado é o mesmo

para a floresta inteira. Na prática, conclui o autor, a floresta tem diferentes talhões que estão geograficamente separados e que devem ser explorados em seus adequados ciclos de corte, e a soma de seus cortes será a taxa permitida de corte anual regulada.

c) Controle por área e volume

Neste método, ocorre a complementação dos dois anteriores. O volume a explorar é determinado pela consideração simultânea de área e volume, buscando equilibrar volume de corte com a redução da área em sítios mais produtivos e vice-versa.

3.2.2 Sistema de manejo

O procedimento utilizado por madeireiros, o qual envolve cortes seletivos em florestas nativas acima de diâmetros especificados, é o método mais próximo de um hipotético “manejo” (SCOLFORO, 1998). Segundo Pereira (2004), essa prática de remoção mecanizada e exploratória apresentou uma evolução até a década de 70, no entanto, não assumia um compromisso com nenhuma forma de sustentabilidade da floresta.

Osmaston (1968) e Saraiva (1988) sugerem para o manejo de florestas nativas o uso dessa prática de seleção (corte seletivo) combinada a tratamentos silviculturais, cortes de regulação e abate, o que permite manter a cobertura florestal contínua, ou seja, controlando o crescimento e o desenvolvimento de árvores em todas as classes de diâmetro.

O sistema de corte seletivo aumenta a proporção das espécies de interesse na área, através do processo de regeneração dirigida, conduzindo-as para uma produção sustentável e ecologicamente viável (SCOLFORO, 1998).

Scolforo (1998 apud PEREIRA, 2004) levanta os pontos fundamentais ou limitantes à viabilidade e sustentabilidade dos planos de manejo das florestas naturais tropicais:

a) a necessidade de conhecimento detalhado do crescimento das espécies sob regime de manejo, considerando a intensidade da regeneração natural, a

variação do crescimento em diâmetro, as taxas de crescimento e mortalidade, além da necessidade desses estudos serem por região ou micro-região;

b) a eficiência do processo tecnológico de beneficiamento da madeira, dos produtos não madeireiros e dos métodos;

c) os efeitos da exploração e do transporte das toras sobre a regeneração natural e a estrutura remanescente. A falta de mercado imediato para algumas espécies faz com que sejam deixadas na área até serem novamente valorizadas no mercado, o que pode implicar uma nova intervenção na área explorada resultando em novos danos à população remanescente. Outra consideração é a retirada de volume superior ao admissível, o que compromete uma exploração futura;

d) a falta de uma percepção clara da relação custo/benefício propiciada pela atividade de manejo florestal sustentado no meio empresarial, mostrando que essa é uma atividade de investimento viável economicamente;

e) conhecer a susceptibilidade das espécies florestais às práticas de exploração, uma vez que a prática do manejo pode afetar a manutenção ou não de uma determinada espécie florestal na área em questão. É necessário conhecer a estrutura da floresta e sua composição florística para realizar investigações que esclareçam como as intervenções podem influenciar na permanência das espécies florestais.

Ahrens (1990) identifica as seguintes questões a serem consideradas:

a) a distribuição diamétrica ideal para um povoamento, expressa pelo número de árvores em cada classe. Em adição aos objetivos da produção, a determinação da distribuição diamétrica ideal também é influenciada pela composição de espécies e pela frequência do abate de árvores, além das características edafoclimáticas que irão afetar o crescimento;

b) a composição ideal de espécies. Além dos seus efeitos sobre a posição da curva e sobre a função de distribuição diamétrica, o controle da composição de espécies é extremamente importante para atender aos objetivos da produção;

c) a periodicidade dos cortes: fator fundamental, deve-se sempre considerar as conveniências em se minimizar os danos e distúrbios ao povoamento (principalmente no que se refere à regeneração natural) para possibilitar retornos em ciclos menos dilatados. Também se deve ter em mente que a frequência dos cortes afetará a distribuição diamétrica remanescente e futura;

d) estratégia ideal de conversão do povoamento para uma condição regulada: uma vez que a distribuição diamétrica ideal tenha sido definida, deve-se então conceber a estratégia ou conjunto de ações silviculturais que permitam a transformação da estrutura atual da floresta, em uma condição ideal, com características que possibilitem a sustentação da produção no futuro.

3.2.3 Tratamentos silviculturais e execução dos cortes

Um sistema silvicultural abrange todas as operações culturais que são aplicadas a uma floresta com objetivos de regeneração das espécies desejadas. Assim, um sistema silvicultural está correlacionado com as espécies, com o meio físico e com os objetivos do manejo florestal (TAYLOR, 1969).

Hosokawa (1998) considera que, para a aplicação de um sistema silvicultural conveniente e elaboração de plano de manejo, devem ser feitos estudos ecológicos observando primordialmente aspectos autoecológicos e sinecológicos, bem como o estudo das características estruturais de uma floresta, para garantia de seu aproveitamento racional.

Em nível ecológico e de sucessão, as clareiras têm um papel importante quando se planeja o manejo florestal. Alguns estudiosos classificam a sucessão em primária e secundária. A primária seria a colonização, a secundária seria o povoamento onde antes houve população natural (CARVALHO, 1997). A sucessão está relacionada ao tamanho da clareira, à entrada de luz até o solo, ao banco de sementes e ao potencial vegetativo das espécies. Diferentes tamanhos de clareiras abertas pela queda das árvores resultam em diferenças na composição das espécies no próximo ciclo (WHITMORE, 1989). Esse pesquisador continua: “a fase de clareira é a parte mais importante do ciclo de crescimento para a determinação da composição florística. Onde o corte seletivo é de baixa intensidade o sistema policíclico cria pequenas clareiras e assim favorece mais as espécies tolerantes entre as espécies clímax”.

Silva (1989) também afirma, pelos mesmos motivos, que o tamanho da clareira é de fundamental importância para a sucessão florestal e trata-se ainda de um fator importante para o planejamento da exploração florestal.

Quando as espécies desejadas são, em sua maioria, tolerantes à sombra, elas não se regeneram em grandes clareiras, devendo a extração ser cuidadosamente planejada, com uma intensidade e distribuição que minimizem a formação de grandes aberturas.

Barros (1986) enfatiza a necessidade das técnicas utilizadas em manejo florestal serem embasadas na análise das relações entre a vegetação e as variáveis ambientais, e de essas análises expressarem informações sobre a estrutura dos povoamentos florestais considerando não só suas produções volumétricas, mas principalmente sua composição florística, fatores que constituem os reflexos das diferentes interações ambientais.

Com relação à importância dos tratamentos silviculturais, Reininger (1976) definiu a Lei da Diminuição da Área de Copa. Segundo o autor, para cada metro cúbico explorado, a área da copa diminui com o aumento do DAP. Assim, demonstrou que, para um mesmo volume que se pretende explorar, a maior luminosidade será tão maior quanto menor forem as árvores que se pretende explorar.

Assmann (1970) menciona que em povoamentos mistos, os diferentes ritmos de crescimento das espécies podem gerar um complicador no que se refere à produção. Assim, determina o cientista, métodos direcionados de desbastes devem ser utilizados visando maximizar a produção.

Crescimentos ideais somente são alcançados com adequada exposição das copas à luz solar, podendo-se obter ganhos de até 50% com relação ao incremento periódico anual em diâmetro (OLIVEIRA; BRAZ, 2006). Embora esses fatores tenham grande influência na recuperação do volume extraído, apenas cortes de cipós e Exploração de Impacto Reduzido (EIR) têm sido considerados.

Como enfatiza Azevedo (2006), a EIR não tem efeito de tratamento silvicultural. A explicação é lógica, pois a EIR tem função principal de reduzir o dano ao povoamento, garantindo, assim, maior número de árvores das espécies de interesse em condições saudáveis, além de menor dano ao produto extraído e maior segurança no trabalho. Os tratamentos silviculturais devem ser implementados quando se notarem declínios no incremento, devendo se valer dos critérios da exploração de impacto reduzido, mas não serem substituídos por eles. Tratamentos silviculturais, no caso de florestas

tropicais, buscam que as espécies de interesse, de forma localizada, sejam liberadas para os efeitos que a luminosidade pode proporcionar. Não deve haver desbastes arbitrários sobre a área basal total, mas sim, árvores, subcompartimentos específicos que sofrerão tratamentos de liberação apoiados por refinamentos.

Além dos tratamentos silviculturais, o cuidado no planejamento e técnicas de abate e extração das toras da floresta são considerados extremamente importantes para a garantia da “sustentabilidade” produtiva da floresta tropical.

O planejamento de extração é importante, e para alguns, é considerado o primeiro tratamento da floresta manejada, como exemplifica o Sistema Silvicultural Celos, desenvolvido por Graaf (1986).

Para Schneider e Finger (2000), a execução do manejo propriamente dito consiste na realização de cortes de limpeza, condução e colheita de árvores, visando alcançar os objetivos da produção estabelecidos no plano de manejo.

Segundo os pesquisadores, essas ações devem ser precedidas de um adequado planejamento executado por pessoal treinado, pois delas resultará a quantidade e a qualidade da produção futura.

A divisão da área em unidades manejáveis, bem como planejamento da rede de estradas e caminhos de arraste, reduz custos e impactos sobre a floresta, influenciando assim na possibilidade de regeneração visando cortes futuros. A existência de plântulas até árvores maduras reforça os cuidados necessários ao planejamento da extração.

Schneider e Finger (2000) enfatizam ainda que os cortes a serem executados nas árvores previamente selecionadas no inventário e que constituem a taxa de corte devem ser considerados de acordo com o objetivo e fase de sua aplicação, como:

- Corte de limpeza: compreende os cortes de eliminação de cipós para facilitar o abate das árvores, reduzindo danos às remanescentes e riscos ao abatedor;
- Colheita propriamente dita: abate e extração das árvores selecionadas, que compõem a taxa de corte sustentada;
- Refinamento: abrange a liberação de árvores com um bom potencial futuro e a retirada de árvores com más perspectivas de crescimento, formação e

sobrevivência. Para isso, um bom indicativo é o tamanho e a arquitetura da copa, além do comprimento relativo da copa e do tipo de ramificação.

Daniel et al. (1979) sugerem, para povoamentos dissetâneos, que o engenheiro florestal deve avaliar o vigor atual, o crescimento potencial das espécies, as classes de diâmetro e definir o peso em que o compartimento pode ser aberto. Assim, sugere que, de acordo com os mosaicos de vegetação, as análises devem considerar cada agregação de vegetação separadamente. Sugere que as análises levem em conta o impacto que as extrações promoverão devido à abertura do dossel pelos ventos, insetos, susceptibilidade a doenças, impactos na vida selvagem, problemas de sub-bosque e, particularmente, criação de micro-sítios apropriados para a regeneração de plantas desejáveis, tolerantes e/ou intolerantes. Também afirma que o crescimento de várias classes de diâmetro pode ser fortemente influenciado pelo engenheiro mediante tratamentos silviculturais.

Lopes et al.(2001) afirmam que um aspecto a considerar por ocasião dos tratamentos silviculturais em áreas manejadas é o conhecimento dos grupos ecológicos das espécies envolvidas e que, para tal, Swaine e Whitmore (1988) propuseram uma classificação baseada, principalmente, na germinação e estabelecimento das espécies, posicionando-as nos grupos ecológicos de espécies clímax ou pioneiras. No primeiro grupo, Whitmore (1988) subdivide as espécies em “demandantes de luz”, que seria uma fase intermediária entre os dois grupos maiores. Por isso, os tratamentos devem respeitar principalmente essas características.

Uma das limitações atuais relacionadas ao manejo das florestas naturais tropicais é que as prescrições, quando ocorrem, mesmo em pesquisa, consideram a floresta de forma homogênea, indicando rebaixamentos em área basal de forma uniforme. Essas prescrições deveriam ser precisas, buscando árvore a árvore garantir suas melhores condições de desenvolvimento.

3.2.4 Critérios básicos para a regulação de um povoamento

Para O'Hara e Gersonde (2004), os manejadores, na regulação de um povoamento, têm negligenciado estruturas significativas, como a distribuição da folhagem, estratos e situação das copas.

Schütz (2001) explica que a estrutura inequívoca (plenter) só pode ser mantida mediante constante controle do estoque em crescimento e que um estoque em excesso e acima do estoque de equilíbrio resultará em uma redução da regeneração e em recrutamento nas menores classes.

O objetivo principal do engenheiro florestal é transformar a estrutura irregular de um povoamento em uma estrutura regulada ou balanceada. A regulação de um povoamento florestal dissetâneo passa pela avaliação do estoque de crescimento e da estrutura do estoque remanescente e pela definição de um valor máximo para o DAP, no futuro.

Para Leuschner (1992), o crescimento é altamente influenciado pela magnitude do estoque reserva, não apenas em seu valor (pois há um limite para um valor máximo), como também na estrutura em si, a qual deve possibilitar ingressos entre as classes de DAP para se obterem os volumes desejados. Isso sugere que taxas de corte não podem ser definidas sem a busca de um ponto de equilíbrio com o que se deseja de recuperação e incremento da floresta para o próximo ciclo.

A forma padrão para distribuição diamétrica para povoamentos florestais heterocíclicos dissetâneos é de "J" invertido, na qual o número de árvores decresce na direção das classes de maior diâmetro. Para Smith (1986), essa curva representa a sobreposição de várias curvas normais, cada uma representando uma classe de idade.

De acordo com Speidel (1966), em 1898, o engenheiro francês Liocourt descobriu que existem muitos tipos de florestas inequívocas, em que o número de árvores decresce segundo uma progressão geométrica. Segundo Loetsch et al. (1973), a necessidade de estabelecer a normalidade e o rendimento sustentado levou Liocourt a formular um modelo de floresta balanceada para estruturas de seleção, em esquemas de regulação de cortes consistentes (SCHNEIDER; FINGER, 2000).

O estudo de Liocourt para descrever essas condições foi pioneiro e clássico para a regulação das florestas naturais, e várias estruturas criadas ou mantidas em

um povoamento dissetâneo podem ser definidas pela Lei de Liocourt (Daniel *et al.*, 1979).

Schütz (1997), baseando-se na retirada de um percentual constante de árvores, como fundamentado por Liocourt e Susmel no modelo balanceado, definiu que o número de árvores de uma classe de DAP, depois de um determinado período, é igual ao número de árvores no início do período menos as que foram exploradas (se for o caso), menos as que passaram para as novas classes, mais as que ingressaram de classes anteriores na classe analisada.

Korsgaard (1989) assume que a curva “J” invertido, definida pelo quociente de Liocourt, pode descrever adequadamente a distribuição das diferentes classes de fustes em floresta tropical. Nesse sentido, a proposta de Liocourt consistiu em descrever as características de uma floresta normal a partir do estudo dos melhores povoamentos irregulares, constatando que havia proporcionalidade entre o número de árvores em classes sucessivas, ou seja, que a frequência por classe decrescia em progressão geométrica e, fundamentalmente, que esse decréscimo era constante.

Essa relação, denominada Quociente de Liocourt, é expressa por: $N_1/N_2 = N_2/N_3 = \dots = N_{n-1}/N_n = q$ e mostra a dependência entre o número de árvores entre as classes, quando se visa uma adequada “movimentação”. Ou seja, não podem ocorrer árvores de determinado diâmetro na classe $n+1$, se não ocorreu um número compatível e superior em classes inferiores no passado (SCHNEIDER; FINGER, 2000). Dentro de um estrito número de espécies selecionadas em um povoamento e classe de diâmetro definida não surgirão unidades que não estejam dependentes de um processo anterior sujeito a crescimento, mortalidade, estagnação e exploração, fatores que definirão o quadro de distribuição atual. Portanto, espera-se que árvores que atualmente estejam em determinada classe de diâmetro, futuramente, “ingressarem” em classes superiores ou morram, ou estagnem nas classes atuais. O que o procedimento de Liocourt faz é obedecer essa dinâmica da floresta e tentar interferir nela o mínimo possível. A questão fica mais clara ao se supor um desequilíbrio ambiental temporário que ocasione decréscimos, falhas ou, mesmo, eliminação de determinadas classes de DAP iniciais ou intermediárias. A conclusão lógica é que esse povoamento terá problemas futuros de regeneração, implicando maior tempo que o normal para sua recuperação. O mesmo efeito danoso teria uma

exploração mal planejada, que não considerasse a importância da sucessão e a relação entre classes maiores e menores.

O quociente de Liocourt “q” reflete questões de qualidade de sítio; competição entre as espécies; dominância de algumas, que se refletirá em necessidades de desbastes; probabilidade de movimentação entre as classes (ingresso); recrutamento; mortalidade; situações ecológicas eventuais; dentre outras variáveis ou questões. Essa distribuição indica a necessidade de se avaliar como se processará a reposição das árvores das classes superiores depois da exploração. Qualquer recomendação que desconsidere essa questão flagrantemente está fadada ao insucesso. Isto é, Liocourt indicou que uma distribuição diamétrica sustentável poderia ser caracterizada por um quociente relativo às classes contíguas (AHRENS, 1990). Daí a importância em modelar adequadamente essa relação, visando manejar a floresta de maneira regulada.

Baseando-se em Liocourt, Meyer apud Loetsch et al. (1973) introduziu a expressão Floresta Balanceada para povoamentos inequiâneos, em que o número de árvores por classe de diâmetro decrescia em progressão geométrica, sendo representado por uma função de densidade.

Se uma floresta apresenta distribuição exponencial negativa de diâmetros, esta é considerada balanceada. Essa função admite um quociente de decréscimo proporcional e constante, de modo que os fatores ingresso, mortalidade e crescimento, atingem, em proporção constante, as frequências em todas as classes de diâmetro (FINGER, 1992).

A razão constante do quociente “q” em florestas naturais indicaria equilíbrio no balanço entre mortalidade e recrutamento, havendo balanceamento na floresta (OSMASTON, 1969). Entretanto, Harper (1977) considera que, na prática, a maioria das florestas não se apresenta perfeitamente balanceada, mas apenas possuem uma tendência a convergir para esse padrão. O seu valor depende da distribuição dos diâmetros dentro da parte regulada da distribuição diamétrica. Quanto maior o “q”, maior será o número de árvores de pequeno porte na floresta e menor o de árvores de grande porte incluídas na distribuição. Em termos de manejo, isso indica que podem estar disponíveis para corte as classe maiores.

Dentro do sistema de seleção, existem métodos como “diâmetro máximo guia”, diâmetro limite, método da área basal-máximo dap-q (BDq).

Fiedler (1995), considerando o método BDq, sistema utilizado fundamentalmente em florestas inequiâneas, com base na área basal remanescente, diâmetro máximo e quociente “q”, avaliou que a área basal remanescente é o mais importante dos três parâmetros estruturais. A seleção da área basal adequada é importante do ponto de vista do potencial da floresta e da garantia da regeneração. Para esse pesquisador, o quociente “q” e a distribuição balanceada devem ser analisados como conceitos úteis e guias para o manejo, mas nunca como uma algema em sua flexibilidade. Ele sugere incrementos ao sistema, os quais considerem, entre outros, árvores matrizes, árvores para manutenção da estrutura da floresta, avaliação das espécies manipulando densidade, estrutura e composição de espécies.

Segundo Schneider e Finger (2000), a escolha da área basal remanescente apropriada é importante do ponto de vista do aproveitamento do sítio e da promoção da regeneração depois do corte. A escolha da área basal remanescente depende muito da autoecologia das espécies principais em relação a sua condição de tolerante ou intolerante. A condução da regeneração natural das espécies de luz necessita de uma área basal remanescente que possibilite a estabilização das plantas jovens.

Buongiorno et al. (2000) veem dificuldades no método “BDq” no que tange às operações de campo e sugerem um sistema baseado apenas no “diâmetro limite de corte”, sistema este já muito aplicado na Europa. Evidentemente, essas questões ficam ultrapassadas com as facilidades atuais de sistemas de georreferenciamento, associados aos dados do inventário 100% do compartimento.

Para Baker et al. (1996), a simplificação do método “BDq” com a inobservância do quociente “q”, visando à facilitação das atividades para empresa com pessoal não capacitado, pode auxiliar. Entretanto, tem o inconveniente de tornar os rendimentos flutuantes, pois estrutura da floresta não está controlada.

Souza e Souza (2005) concluíram que o método “BDq” é viável operacionalmente e se mostrou adequado à manutenção da distribuição diamétrica balanceada das árvores na pós-colheita seletiva.

Segundo Daniel et al. (1979), o crescimento das classes de diâmetro em um povoamento inequiâneo pode ser fortemente influenciado pelos tratamentos específicos como o sistema BDq. Os autores afirmam que a estrutura da floresta pode ser modificada de maneira a adequar-se aos objetivos do manejo. Em uma

floresta inequívoca, existe um número de estágios de desenvolvimento presentes na mesma área e, por conseguinte, a estrutura da floresta dependerá da ênfase particular dada pelo manejador às classes de diâmetro nessa estrutura.

Para Leuschner (1992), o valor de “q” é função das espécies e da qualidade do sítio, mas tem também determinantes não biológicos, como os produtos e mercados desejados.

Para O’Hara e Gersonde (2004), a vantagem do quociente “q” inclui a larga experiência de sua abordagem e a fundamentação em sistema de controle de área (*area control*) e sua regulação florestal. Esses pesquisadores apontam como desvantagem, principalmente, a inflexibilidade da abordagem para estruturas que não possuem distribuição exponencial negativa e o fato de que o sistema não faria referência a qualquer componente de crescimento. Nas florestas naturais tropicais, como é o caso da analisada neste trabalho, entretanto, os compartimentos, em sua maioria, possuem essa distribuição, e fatores complementares, como incremento, podem ser acrescentados ao sistema de forma paralela.

Para Schneider e Finger (2000) o incremento desses povoamentos é a chave do manejo sob o método de seleção, que é o que se pretende utilizar aqui. Assim, o corte deve ser igual ao incremento e em uma floresta cujas densidades sejam diferentes da normal, o corte deverá ser ajustado, para que pouco a pouco se obtenha a densidade desejada.

3.2.5 O problema da taxa de corte

Um dos grandes problemas do manejo é quanto pode ser extraído da floresta de maneira sustentável. Até pouco tempo atrás não havia legislação sobre o tema definindo o quanto seria possível extrair da floresta com garantia de que ela se regenerasse, total ou parcialmente, após alguns anos do corte.

Deve estar claro que o conceito “manejo de florestas” não estará completo em qualquer plano de manejo, se não contiver uma projeção futura sobre as espécies de interesse, a estrutura da floresta e o volume no próximo ciclo.

Do ponto de vista da legislação, a questão tende a ser tratada de maneira simplificada, buscando facilitar o trabalho do produtor e também do fiscalizador.

Dessa maneira, visando sempre simplificar ao máximo os planos de manejo, a lei estimula indiretamente a formação de instrumentos burocráticos e sem uso técnico.

Nessa linha, tem se considerado que baixas taxas de extração podem dar garantia da sustentabilidade da floresta. Assim, atualmente, fixam-se taxas de corte de 20 a 40 m³/ha, esquecendo-se que estas devem estar vinculadas, no mínimo, à estrutura das classes diamétricas e à disponibilidade das espécies que compõem essa taxa de corte.

O Ministério do Meio Ambiente, mediante Instrução Normativa N^o 5, de 11 de dezembro de 2006, na seção 1, artigo 7, parágrafo primeiro determinou as intensidades máximas de corte a serem autorizadas pelo órgão ambiental competente:

I – 30 m³/ha para o PMFS Pleno com ciclo de corte inicial de 35 anos;

II – 10 m³/ha para o PMFS de Baixa Intensidade com ciclo de corte inicial de 10 anos.

Ora, se a idéia é de que a floresta regenere durante o ciclo de corte proposto, ambas as alternativas estão equivocadas, pois essas taxas de corte indicadas são arbitrárias. A recuperação depende de vários fatores e se, para Amazônia, em alguns casos, o ciclo de corte foi excessivo, em outros locais específicos, pode ter sido extremamente reduzido.

Tem sido sugerida a simplificação das limitações da intensidade de corte no manejo florestal. Uma sugestão foi baseada apenas no estoque comercial total dividindo o volume em ciclos de corte. A ideia, asseguram, esses pesquisadores, é evitar-se usar informações de crescimento, consideradas de difícil coleta e, enfim, simplificar ainda mais a legislação. Ora, com isso, retorna a questão de que mesmo a divisão em ciclos de corte, de acordo com o estoque total, pode ser insuficiente. A busca incondicional da simplificação pode acarretar danos ambientais e econômicos irreversíveis.

Sendo assim, com as responsabilidades ambientais cada vez mais definidas nos dias atuais e com a disponibilidade cada vez maior de profissionais da área, é inexplicável a busca de simplificações sem amparo técnico-científico. A questão não é complicar, mas se utilizar razoavelmente de métodos ou ferramentas já existentes.

A sentença de que nada se sabe sobre as espécies de interesse comercial já não pode mais ser levantada. Existem vários estudos baseados em parcelas permanentes que informam sobre o crescimento de grupos ecológicos de várias

espécies na Amazônia. Esse tipo de informação foi levantado por instituições de pesquisa e universidades e pode servir para a elaboração de planos de manejo.

Em muitos casos, para reduzir a variabilidade da informação, é sugerido o agrupamento das espécies que tenham características semelhantes de ritmo e distribuição do crescimento (DAWKINS, 1958; ALDER, 1983; VANCLAY, 1994; SANCHÉZ, 1998).

Para Souza et al. (2006), o conhecimento da estrutura diamétrica auxilia na condução da floresta e, com uma estrutura balanceada, na determinação da intensidade de corte e na manutenção da capacidade de sustentação da produção, bem como no estabelecimento do ciclo de corte e na colheita da madeira. Ainda, com base no estoque comercial remanescente, pode-se definir a sustentabilidade futura a curto, médio e longo prazos, desde que as prescrições de manejo não sejam violadas. Para Pulz et al. (1999), o conhecimento da distribuição diamétrica permite conhecer o passado e o futuro da floresta, além de fornecer informações auxiliares para a tomada de decisão do ponto de vista da produção. Modelos de produção em que pesem ser simplificações da realidade, permitem obter um diagnóstico da estrutura da floresta, permitindo variações diamétricas, definição de ciclos de corte, de viabilidade econômica de determinados tratamentos, entre outros.

Schaaf et al. (2006), avaliando a modificação estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista em um período de 21 anos, concluíram que, em todas as parcelas estudadas, aparecia a distribuição diamétrica decrescente na forma J-invertido, contudo, a frequência de indivíduos nas classes diamétricas superiores (acima de 50 cm) aumentou significativamente ao fim do período estudado. Essa constatação em um período tão longo indica que a tendência do crescimento da floresta natural como um todo é o “ingresso” paulatino às classes superiores, dependendo, é claro, de estratégias de competição, sobrevivência, posição sociológica, entre outras. Os autores também concluíram que se uma espécie tem poucos indivíduos nas classes inferiores, mas pequena probabilidade de morrer devido à competição, é bem provável que tal espécie se mantenha na floresta. No entanto, uma espécie na qual grande parte dos indivíduos esteja sujeita a morrer devido à competição necessita apresentar grande frequência nas classes diamétricas inferiores para ter alguma chance de sobreviver na comunidade.

O'Hara (1996) assegura que não existe uma só maneira de estrutura sustentável para determinada tipologia florestal e que combinações e arranjos

alternativos do estoque em crescimento podem ser, da mesma forma, sustentáveis, mas em diferentes níveis de produtividade. O pesquisador compara estruturas baseadas em Liocourt, área basal e SDI (Stand Density Index).

Wadsworth (2000) diz que os povoamentos naturais podem classificar-se em positivos, neutros e negativos, de acordo com como se relaciona com a curva de Liocourt o número de árvores por classe de diâmetro. Os povoamentos positivos têm excesso de árvores pequenas (excedem o das classes maiores) que se regeneram de maneira natural. Os negativos têm falta (acontece o inverso) e necessitam técnicas de regeneração.

Essas informações reforçam a importância dos tratamentos silviculturais no manejo das florestas naturais, do conhecimento da estrutura para prescrições de taxa de corte e da possibilidade de inferências futuras de posse desses conhecimentos.

3.3 Metodologia

3.3.1 Coleta dos dados

A floresta deste estudo é constituída de uma área de 4.211,67 ha, com 2000 ha destinada a manejo, sendo a pesquisa realizada em um compartimento de 547 ha.

Os dados básicos foram originados do levantamento 100% (censo) de todas as árvores do compartimento com DAP acima de 40 cm (centro de classe de 45 cm de DAP) e de seu processamento. Informações complementares (como frequência das classes de 15 a 35 de DAP) foram definidas a partir de informações obtidas em parcelas permanentes. Também o estudo de crescimento em DAP foi feito por meio das parcelas permanentes. Para esses estudos, foram alocadas 10 parcelas permanentes dentro das áreas de manejo florestal. As parcelas possuem 1ha (100 m x 100 m) e são subdivididas em 100 sub-parcelas com 100 m² (10 x10 m) cada. Todas as árvores com DAP igual e maior que 20 cm foram plaquetadas, identificadas e medidas. Em 20 sub-parcelas sorteadas, também foram medidas e identificadas todas as árvores com DAP igual e maior que 5 cm. O período de estudo foi de cinco anos.

3.3.2 Avaliação do incremento das espécies de interesse

Para este trabalho foram realizados:

- Prévia seleção das espécies com potencial econômico e de extração, considerando restrições de densidade relativa (maior ou igual a 1%) e permanência de 10% por espécie e classe de DAP, bem como restrições relativas à legislação.
- Foram identificadas as espécies com mercado local, regional ou de exportação, segundo os critérios da empresa em que foi realizado o trabalho.
- O incremento periódico anual percentual em volume (IPAv%) das espécies de interesse foi identificado pelos valores médios alcançados nas parcelas permanentes (PP) instaladas na área, obtidos no período de 5 anos, considerando apenas as árvores com DAP igual e acima do comercial. O incremento periódico anual percentual em volume foi obtido pela fórmula:

$$\text{IPAv\%} = 100 \cdot [1 - (d1/d2)^2] \quad (1)$$

Sendo:

IPA = Incremento periódico anual percentual em volume;
 d1= diâmetro à altura do peito na primeira medição;
 d2= diâmetro à altura do peito na segunda medição.

Essa fórmula desconsidera os fatores altura e forma das árvores, pois é indicada para o cálculo da taxa de incremento de árvores adultas, nas quais ocorre pouca mudança na altura formal (SCHNEIDER e SCHNEIDER, 2008).

- As espécies foram agrupadas de acordo com o ritmo semelhante de IPA. O intervalo entre as classes foi de 1%.

3.3.3 Determinação da taxa de corte sustentável em base ao IPA percentual em volume por grupos

Depois de agrupadas as espécies por IPA percentual em volume semelhante, foi calculada, para cada grupo, a intensidade de corte permitida. Esse método se baseia na teoria de que os crescimentos anuais volumétricos de uma árvore ou povoamento acumulam-se segundo a lei dos juros compostos. A ideia básica é que a floresta possa repor o volume de corte durante o período de tempo, definido pelo

ciclo de corte estabelecido, garantindo a sustentabilidade de produção da floresta (SCHNEIDER; FINGER, 2000).

A intensidade de corte é obtida pela expressão (SCHNEIDER, 1993):

$$IC = \{1 - (1/1,0i^{cc})\} \cdot 100 \quad (2)$$

Sendo:

IC = intensidade de corte, em percentagem do volume;

i = incremento periódico anual percentual em volume;

cc = ciclo de corte em anos.

A taxa de corte é então obtida por:

$$TC = \{Vr \cdot IC/100\} \quad (3)$$

Sendo:

TC = taxa de corte em volume para o ciclo de corte;

Vr = volume real da floresta disponível, em metros cúbicos.

O ciclo de corte considerado foi de 25 anos.

3.3.4 Método de regulação utilizado

A estrutura básica do método foi o sistema da área basal-máximo dap-q (BDq) mencionado anteriormente. Nesse método, quatro são seus elementos principais (FIEDLER, 1995): 1) densidade residual ou área basal pós-corte; 2) diâmetro máximo de corte; 3) estrutura da floresta ou quociente “q” (razão entre o número de árvores em classes sucessivas); 4) ciclo de corte.

Inicialmente, será utilizado o conceito de floresta balanceada, procurando-se um “q” (constante de Lioucourt) compatível para utilização das classes de maneira racional, possibilitando uma sugestão de intervenção balanceada, garantindo uma área basal remanescente definida (ALEXANDER; EDMINSTER, 1977). O valor de “q” é importante como critério para regulação, uma vez que pode orientar a decisão sobre o momento, intensidade e seleção de árvores para o corte (AHRENS, 1990).

No método de Liocourt, as classes maiores devem ser eliminadas, porque seu incremento está abaixo do ritmo das classes menores (SCHNEIDER; FINGER, 2000). Como será visto em capítulos posteriores, há um limite ideal econômico para eliminação dessas classes. A aplicação dos cortes seguirá as regras da seleção silvicultural.

3.3.5 Ajuste da taxa de corte sustentável com a área basal remanescente desejada

A taxa de extração sustentável está intimamente ligada ao método de regulação a ser utilizado na floresta. Nesse caso, o método de área basal - máximo dap-q.

A equação densidade para as classes de diâmetro foi ajustada, direcionando as classes de interesse e eliminando as classes maiores, visando otimizar o incremento e definindo o diâmetro máximo desejado.

Assim, foi realizado para cada grupo, o ajuste, segundo a equação de Meyer, a seguir:

$$N_i = K.e^{-a.d_i} \quad (4)$$

Sendo:

N_i = frequência por classe de diâmetro; d_i = centro de classe de diâmetro; k e a = coeficientes; e = base do logaritmo neperiano.

A equação de cada grupo foi processada pelo sistema Statistical Analysis System, versão 9.1 (SAS Institute Inc., 1999).

O diâmetro máximo desejado, segundo a situação e dependendo da estrutura do grupo, oscilou entre 65 e 75 de DAP. Como as classes diamétricas muito grandes devem ser eliminadas, em cada análise de grupos de espécies identificou-se a partir de qual classe se faria essa eliminação, dentro do compromisso de tentar manter o máximo de estrutura da floresta dentro da taxa de corte permitida. O diâmetro máximo desejado pode ser definido por critérios como o aproveitamento técnico e a otimização do incremento em valor (SCHNEIDER; FINGER, 2000).

Liocourt determina que a área basal remanescente desejada é que define as possibilidades de corte, assim, em cada grupo de espécies, parte-se da taxa de corte calculada em volume e subtrai-se do volume disponível. O resultado em

volume é transformado em área basal e corresponderá à “área basal remanescente desejada”. Assim, fica compatibilizada a área basal remanescente desejada ao ritmo de crescimento das espécies.

Caso o resultado não cubra a taxa de corte sustentada calculada, a equação deve ser reajustada ainda segundo os conceitos de Liocourt. Considerando o quociente b_1 da equação ajustada, será calculado o “ q ” (constante de Liocourt) para o povoamento atual:

$$q = e^{b_1 \cdot (x_i - x_{i+1})} \quad (5)$$

Sendo:

x_i = centro de classe de diâmetro; x_{i+1} = centro de classe de diâmetro $i+1$.

Imediatamente, define-se um novo quociente de Liocourt, visando direcionar o corte para os diâmetros de maior interesse. Depois de definido o novo “ q ”, calcula-se o novo b_1 :

$$b_1 = \frac{\ln q}{(x_i - x_{i+1})} \quad (6)$$

Em seguida, calcula-se o novo coeficiente b_0 pela fórmula:

$$b_0 = \ln \left[\frac{G \cdot 40000}{\left(\sum x_i^2 \cdot e^{b_1 \cdot x_i} \right)} \right] \quad (7)$$

Sendo:

G = área basal remanescente desejada.

3.3.6 Avaliação da qualidade dos fustes

Os fustes foram avaliados de acordo com a seguinte classificação (GLUFKE e al., 1994):

CÓDIGO:**DEFINIÇÃO:**

- 1** - Fuste bem formado, retilíneo, com mais de 70% de aproveitamento.
- 2** - Fuste pouco tortuoso ou apresentando alguns nós, geralmente com mais de 50% de aproveitamento.
- 3** - Fuste tortuoso ou grande números de nós, com aproveitamento limitado, abaixo de 50%.

Para o cálculo do volume dos dados de campo, foi utilizada uma equação de simples entrada desenvolvida para a floresta em estudo, relativa ao volume comercial medido em 48 árvores distribuídas nas espécies de interesse. Seu processamento também foi realizado no sistema Statistical Analysis System, versão 9.1 (SAS Institute Inc., 1999).

3.4 Resultados e discussão

3.4.1 Seleção das espécies de interesse

Entre as espécies, foram selecionadas 26 com potencial econômico e de extração. A escolha deveu-se principalmente à preferência da empresa em trabalhar com essas espécies, devido ao seu potencial imediato de comercialização e ao mercado a que se destinam.

Na Tabela 1, são indicadas as espécies com potencial encontradas no talhão e selecionadas para análise. Também são indicados seu nome científico, família e aplicação industrial. Apenas uma espécie não possui identificação científica. Deve ser enfatizado que o número utilizado é inferior ao potencial real das florestas.

Tabela 1 – Relação das espécies comerciais utilizadas com os respectivos nomes científicos e botânicos e utilização.

<i>Nome Comum</i>	<i>Nome Científico</i>	<i>Família Botânica</i>	<i>Aplicação</i>
Abiu	<i>Pouteria echinocarpa</i> , A.Rodrigues.	W Sapotaceae	S
Abobráo	NI	NI	L
Amarelão	<i>Pogonophora</i> sp.	Euphorbiaceae	S
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> , Aubl.	Meliaceae	S/ L
Bajão	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fabaceae	L
Breu	<i>Protium</i> sp.	Burseraceae	L
Caucho	<i>Castilla ulei</i> Warb.	Moraceae	L
Cedrilho	<i>Vochisia vismiifolia</i> Spruce at Warm.	Vochysiaceae	S
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	S
Cerejeira	<i>Torresea acreana</i> Ducke	Fabaceae	S
Copaíba	<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	Fabaceae	L
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae	S
Garapeira	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Fabaceae	S
Ipê	<i>Tabebuia</i> spp.	Bignoniaceae	S
Jitó	<i>Guarea trichilioides</i> L.	Meliaceae	L/S
Jutaí	<i>Hymenaea</i> sp.	Fabaceae	S
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	Sapotaceae	S
Mandiocão	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer & Frodin	Araliaceae	L
Maracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Anacardiaceae	S
Mirindiba	<i>Terminalia amazonica</i> (J.F. Gmel.) Excell	Combretaceae	S
Pinho cuiabano	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Duke	Fabaceae	L
Roxinho	<i>Peltogyne</i> sp.	Fabaceae	S
Samaúma	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth.	Malvaceae	L
Sucupira	<i>Andira</i> sp.	Fabaceae	S
Tauari / Tauari rosa	<i>Couratari</i> sp.	Lecythidaceae	S
Violeta	<i>Peltogyne</i> sp.	Fabaceae	S

Sendo: S= serraria; L= lâmina.

3.4.2 Estoque da floresta e distribuição geral

A qualidade da floresta no compartimento, identificada no inventário 100% ou censo, foi excelente, como mostra a Figura 2.

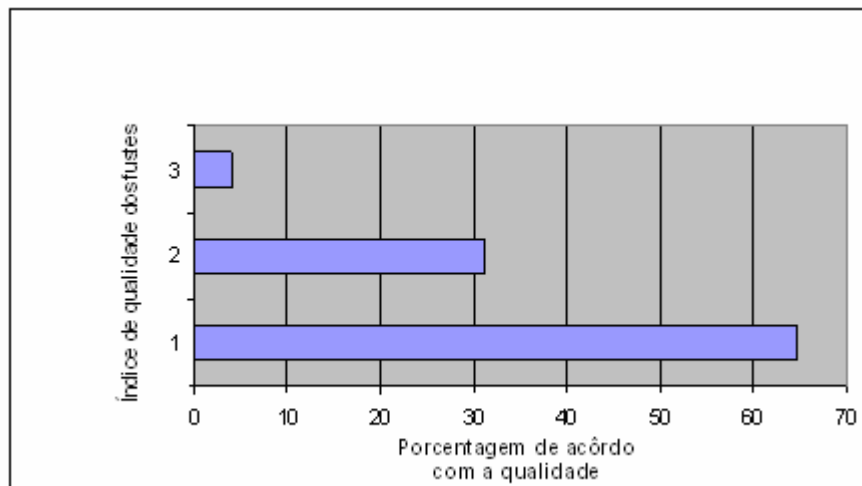


Figura 2 – Qualidade dos fustes comerciais no compartimento de 547 ha.

Os dados são comparáveis aos de Schneider e Finger (2000), que mencionam 81% de volume comercial com casca em floresta natural, em árvores com fustes de boa qualidade, 11% de média qualidade e 8% de árvores com fustes de má qualidade.

Para o volume, foi ajustada a equação desenvolvida para a floresta nativa em estudo, derivada do modelo de Hohenadl-Krenn e baseada na cubagem do volume na altura comercial (FINGER, 1992):

$$VC = -1,21685 + 0,02959 \cdot DAP + 0,000501 \cdot DAP^2$$

Sendo:

VC = volume comercial; DAP = diâmetro a altura do peito.

Esta equação apresentou um coeficiente de determinação igual a 0,8061, coeficiente de variação de 12,2% e erro padrão da estimativa igual a 0,4040.

A ideia da elaboração de uma Tabela de simples entrada (somente DAP) facilita os trabalhos de campo em floresta tropical no que tange à determinação de alturas, sejam totais, sejam comerciais. Para Silva e Carvalho (1984), a inclusão da variável altura geralmente aumenta bastante a precisão das estimativas, mas com grande aumento dos custos de levantamento, em que a precisão, em alguns casos, não é recompensada.

O intervalo de classe foi calculado segundo a fórmula de Sturges (FINGER, 1992) e indicou um intervalo de classe de 15 cm. Mesmo assim, optou-se pelo

intervalo de classe de 10 cm por ser o mais utilizado na Amazônia, além de mais restritivo e preciso.

A Tabela 2 mostra as distribuições totais (todas as classes e todas as espécies) das frequências reais e balanceadas das espécies de interesse. A equação ajustada, equação de Meyer, apresentou R^2 igual a 0,98, CV% de 8,78 e S_{yx} de 0,3923. A distribuição balanceada teve um “q” ideal balanceado de 1,65 (“q” = $e^{-0,0503 \cdot (-10)}$). O intercepto obtido foi igual a 10,0363 e o coeficiente angular foi de -0,0503. A Figura 3 mostra o ajuste da curva das frequências reais com as frequências estimadas.

Tabela 2 – Distribuição das frequências real e balanceada, área basal e volume das espécies comerciais da floresta, em 547 ha.

CC DAP (cm)	Número	Número Estimado	G (m²)	V (m³)	V (m³/ha)
25	5140	6488,40	252,18	1824,10	3,33
35	3554	3922,00	341,76	2472,09	4,52
45	2572	2370,70	408,85	2957,38	5,41
55	1868	1433,00	443,58	3464,29	6,33
65	1102	866,19	365,49	3012,34	5,51
75	480	523,58	211,95	1842,65	3,37
85	286	316,48	162,21	1439,83	2,63
95	232	191,30	164,36	1548,03	2,83
105	84	115,64	72,70	666,53	1,22
115	58	69,90	60,21	577,25	1,06
125	46	42,25	56,42	544,76	1,00
135	16	25,54	22,89	220,75	0,40
145	20	15,44	33,01	316,28	0,58
155	10	9,33	18,86	186,05	0,34
165	4	5,64	8,55	76,34	0,14
175	3	3,41	7,21	64,41	0,12
185	1	2,06	2,69	23,99	0,04
195	0	1,25	0,00	0,00	0,00
205	2	0,75	6,60	58,92	0,11
TOTAL	15.478	16.402,88	2.639,53	21.296,00	38,93
TOTAL/ha	28,30	29,99	4,83	38,93	-

Sendo: CC DAP = centro de classe de diâmetro a altura do peito;
G = área basal e V = volume.

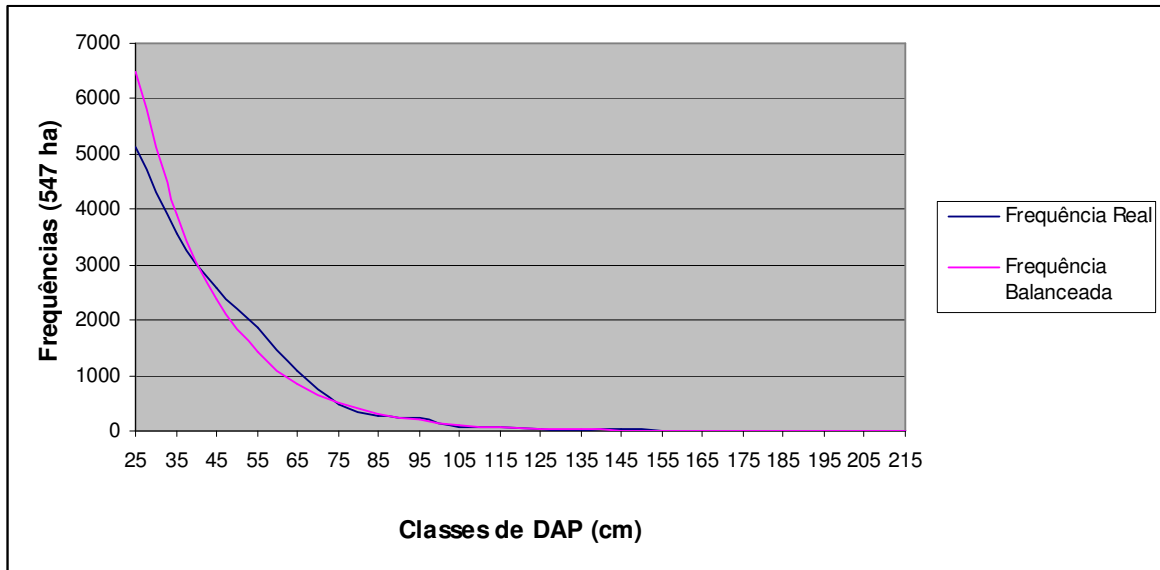


Figura 3 – Distribuição das frequências real e balanceada de todas as classes de diâmetro de toda floresta, em 547 ha.

O valor do quociente “q” está dentro do previsto para as florestas naturais tropicais, conforme mencionado por Alder (1995).

Apesar do valor de “q” estar dentro dos valores esperados, algumas classes de diâmetro apresentam “déficits”, o que provavelmente, se deve a um reestoqueamento nessas classes de diâmetro e a uma acomodação das classes em função da dinâmica da floresta. Isso mostra a importância de se considerar sempre, antes de qualquer intervenção nas florestas naturais, a constante de Liocourt para avaliar adequadamente a estrutura da floresta.

O volume total encontrado foi de 21.296,00 m³, e foi de 17.021,46 m³ o volume comercial (acima da classe de 45cm de DAP) no compartimento de 547 ha. O compartimento possui 31,11 m³/ha e para a área basal 4,8 m²/ha, considerando as espécies de interesse.

O diâmetro médio da floresta acima de 25 cm de DAP é de 42,32 cm. A classe com maior percentual de volume comercial foi a de 55 cm (16,26%), seguida pelas classes de 65 cm (14,15%) e 45 cm (13,88%). Das classes de volume comercial, as com menor volume foram as de 175 cm (0,30%), 205 cm (0,28%) e 185 cm (0,11%).

O estrato igual e acima de 65 cm de DAP possui 49% do estoque em volume, o estrato entre 45 e 55 cm de DAP possui 30% do volume total, e o estrato entre 25

e 35 cm de DAP possui 21% e. Isso confirma que essa floresta está com estoque suficiente com relação às espécies consideradas (ASSMANN, 1970).

3.4.3. Distribuição por grupo de IPAv% diferenciado

Foram identificados 3 grupos de espécies com crescimento (IPAv%) diferenciado, conforme a Tabela 3, onde é analisado cada grupo de crescimento individualmente.

Tabela 3 – Grupos de acordo com IPA percentual em volume de cada espécie.

Nome Comum	Nome Científico	Família Botânica	IPAv (%)	S
Grupo I				
Amarelão	<i>Aspidosperma vargasii</i> A. DC.	Sapotaceae	1,00	0,069
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	Sapotaceae	1,18	0,007
Jitó	<i>Guarea trichilioides</i> L.	Meliaceae	1,58	0,254
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Burceraceae	1,62	0,104
Ipê	<i>Tabebuia</i> spp.	Bignoniaceae	1,74	0,077
Sucupira	<i>Andira</i> sp.	Fabaceae	1,76	-
Abiu	<i>Pouteria echinocarpa</i> , W. A. Rodrigues	Sapotaceae	1,98	0,049
Média			1,55	-
Grupo II				
Maracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Anacardiaceae	2,38	0,239
Cerejeira	<i>Torresea acreana</i> Ducke	Leguminosae	2,40	0,040
Mirindiba	<i>Terminalia amazonica</i> (J.F.Gmel.) Excell	Combretaceae	2,55	0,435
Abobráo	NI	NI	2,60	0,050
Mandiocão	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl. Maguire, Steyerl & Frodin)	Araliaceae	2,60	0,050
Pinho cuiabano	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke	Fabaceae	2,60	0,013
Roxinho	<i>Peltogyne</i> sp.	Fabaceae	2,67	0,540
Cedrilho	<i>Vochisia vismiifolia</i> Spruce at Warm.	Vochysiaceae	2,67	0,167
Caucho	<i>Castilla ulei</i> Warb.	Moraceae	2,68	0,380
Violeta	<i>Peltogyne</i> sp.	Fabaceae	2,76	0,050
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	2,80	0,072
Garapeira	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr	Leguminosae	2,96	0,050
Média			2,64	
Grupo III				
Jutaí	<i>Hymenaea courbaril</i> .	Fabaceae	3,15	0,082
Breu	<i>Protium</i> sp.	Burseraceae	3,22	0,200
Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae	3,39	0,350
Bajão	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fabaceae	3,47	0,050
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	3,59	0,330
Tauari	<i>Couratari</i> sp.	Lecythidaceae	3,64	0,380

Nome Comum	Nome Científico	Família Botânica	IPAv (%)	S
Samaúma	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth.	Malvaceae	3,98	0,345
Média			3,49	

Sendo: IPAv (%) = incremento periódico percentual em volume; s = erro padrão da estimativa.

No grupo I (Tabela 3), a espécie com menor IPA percentual em volume no grupo I foi o amarelão (1,00 de IPA%) e a com maior foi o abiu (1,98 de IPA%), como está indicado na Tabela 3. O IPA percentual em volume médio deste grupo foi de 1,55 %.

No grupo II (Tabela 3), a espécie com menor crescimento em volume no grupo II foi a maracatiara (2,38 de IPA%) e a com maior foi a garapeira (2,96 de IPA%). O IPA percentual em volume médio do grupo II foi de 2,64 %.

No grupo III (Tabela 3), a espécie com menor crescimento em volume nesse grupo foi o jutaí (3,15 de IPA%) e a com maior foi a samaúma (3,9 de IPA%). O IPA percentual em volume médio do grupo III foi de 3,49 %.

Observe-se que nesta Tabela 3, o jutaí, em que pese ser tolerante à sombra, obteve bom ritmo de crescimento. Silva et al. (2001) encontraram também incrementos bem altos para essa espécie. Além disso, Azevedo (2006) menciona que pode haver discrepâncias com relação a grupos ecológicos e crescimento. Ele dá como exemplo a espécie *Jacaranda copaia*, considerada uma pioneira de rápido crescimento, a qual aparece em sua pesquisa como de crescimento lento e dossel inferior. Também, no trabalho mencionado, a maçaranduba apresenta desenvolvimento razoável. Isso se deve, provavelmente, às especificidades ecológicas locais, indicando mais uma vez a necessidade de mais pesquisas sobre o crescimento das florestas tropicais e sobre a importância das parcelas permanentes e outras formas de estudo do ritmo de crescimento das espécies.

3.4.3.1 Distribuição da frequência e taxa de corte sustentável para o Grupo I

O Grupo I ficou constituído de 7 espécies (Tabela 4).

A maçaranduba foi a espécie com maior amplitude diamétrica, atingindo a classe de 125 cm de DAP, seguida do jité, que atingiu a classe de 95 cm de DAP. As demais atingiram entre 75 e 85 cm de DAP.

A andiroba apresentou a maior frequência de indivíduos (1.156 no compartimento de 547 ha) e a sucupira a menor frequência de indivíduos (140 no compartimento de 547 ha).

Tabela 4 – Frequência de indivíduos por classe diamétrica de cada espécie do grupo I no compartimento, área de 547 ha.

Grupo I	Amarelão	Andiroba	Jitó	Sucupira	Maçaranduba	Abio	Ipê	Total	N/ha
Classes de DAP	N	N	N	N	N	N	N	N	
25	161	671	74	39	91	189	352	1577	2,88
35	105	305	67	36	84	118	234	949	1,73
45	63	119	61	28	81	74	147	573	1,05
55	28	41	53	21	64	22	83	312	0,57
65	13	18	17	11	3	6	45	113	0,21
75	1	2	5	4	6	0	16	34	0,06
85	1	0	0	1	7	0	5	14	0,03
95	0	0	1	0	4	0	0	5	0,01
105	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
115	0	0	0	0	3	0	0	3	0,01
125	0	0	0	0	1	0	0	1	0,00
Total	372	1.156	278	140	344	409	882	3.581	6,55

Sendo: DAP = diâmetro a altura do peito; n = número de árvores.

As espécies sucupira, jító e maçaranduba (Figura 4) apresentaram curvas mais achatadas, indicando um “q” nas classes de estoque bem menor que o das espécies andiroba, amarelão, abiu e ipê. Isso se deve a menor disponibilidade proporcional de árvores nessas classes, tornando mais achatada a inclinação da curva (Figura 4). Isso implica um fornecimento que pode ser inadequado no futuro (ingresso entre as classes) para as classes maiores, caso não haja cuidado no ajuste correto do número de árvores a cortar em cada uma.

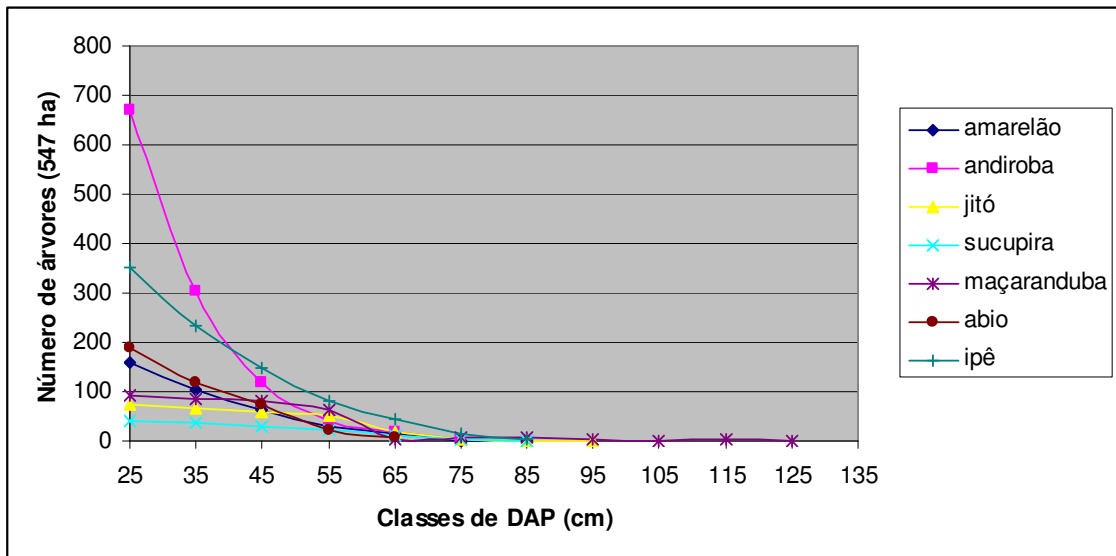


Figura 4 – Distribuição diamétrica das espécies no Grupo I, na área de 547 ha.

O ipê e a andiroba são as espécies que se destacam pela elevada abundância nas classes não comerciais (abaixo de 45 cm de DAP).

A equação de ajuste total (todas as classes) forneceu para o grupo todo R^2 de 0,98, CV% de 9,33 e Syx de 0,37. Obteve um intercepto de 9,5497 e quociente angular de -0,077. O ajuste total pode ser visto na Figura 5.

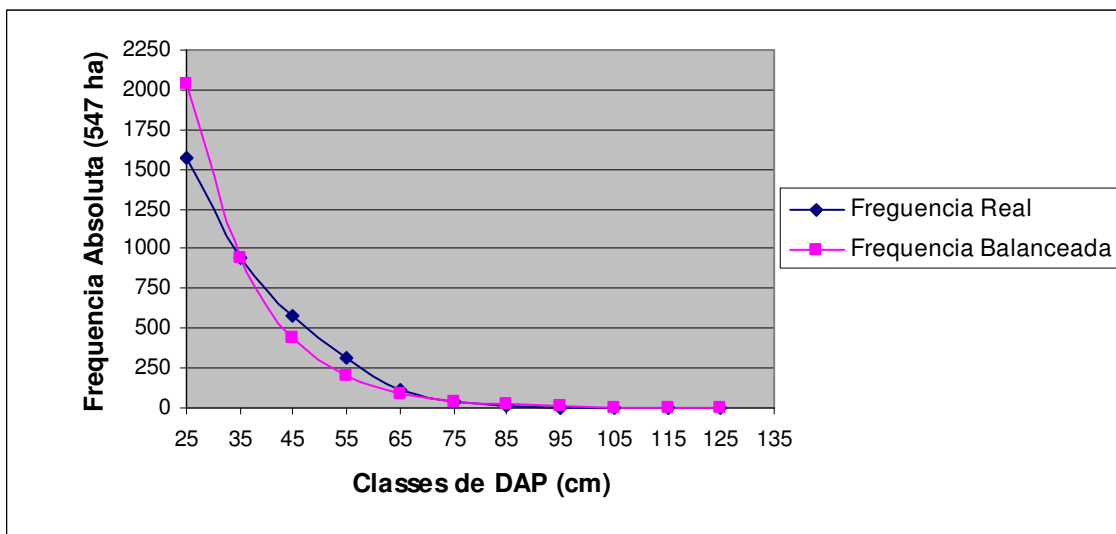


Figura 5 – Distribuição das frequências real e balanceada do grupo I, área de 547 ha.

O “q” ajustado foi de 2,05. Apesar de bem estocado nas classes comerciais, o valor alto do quociente é devido também ao grande estoque nas classes menores, principalmente da andiroba.

Na Tabela 5, descontando-se os volumes de estoque das classes 35 cm para baixo (classes não comerciais), o volume comercial atingiu 1.822,43m³.

Tabela 5 – Estoque para o grupo I, área de 547 ha

<i>Classe sde DAP</i>	Número	G (m²)	Volume (m³)	Volume (m³/ha)
25	1.577	77,37	559,66	1,02
35	949	91,26	660,10	1,21
45	573	91,09	658,86	1,20
55	312	74,09	578,62	1,06
65	113	37,48	308,89	0,56
75	34	15,01	130,52	0,24
85	14	7,94	70,48	0,13
95	5	3,54	33,36	0,06
105	0	0,00	0,00	0,00
115	3	3,11	29,86	0,05
125	1	1,23	11,84	0,02
Total	3581	402,12	3.042,19	5,56
Vol. Com. (censo)	-	-	1.822,43	3,33

Sendo: DAP = diâmetro a altura do peito; G área basal.

A estrutura do agrupamento atingiu até a classe de DAP de 125 cm, e de forma ininterrupta até a classe de 95 cm de DAP.

O DAP máximo desejado para o Grupo I, segundo o sistema BDq, foi de 65 cm, assim o volume disponível foi calculado somando-se o estoque de madeira igual e acima de 75 cm, para utilização do sistema de corte balanceado. Esses diâmetros máximos não significam limites de corte, mas sim onde se distribuirão os cálculos de ajuste da curva, ou seja, a partir do diâmetro comercial de 45 cm haverá cortes dentro do estipulado pelo sistema BDq.

Na Tabela 6, foi identificado o IPAv% ponderado de 1,59 % para o grupo I.

Tabela 6 – Determinação do incremento periódico anual percentual em volume para o Grupo I, área de 547 ha.

Espécies	Número por espécie	IPAv (%a.a)	N x IPAv%	IPAv ponderado do Grupo (%a.a)
Amarelão	372	1,00	372,00	-
Maçaranduba	344	1,18	407,51	-
Jitó	278	1,58	438,12	-
Andiroba	1.156	1,62	1.876,96	-
Ipê	882	1,74	1.532,38	-
Sucupira	140	1,76	246,40	-
Abiu	409	1,98	809,82	-
TOTAL	3.581	-	5.683,19	1,59

Sendo: N = numero de árvores; IPAv = incremento periódico anual percentual em volume.

Na Tabela 7, com base no IPAv % ponderado de 1,59 % a.a. e ciclo de 25 anos, está indicada a taxa de corte sustentada para o Grupo I. A taxa obtida foi de 593,92 m³ para o compartimento (UPA) de 547 ha. A intensidade de corte para esse grupo é de 30,59 %, segundo a Tabela 7.

Tabela 7 – Determinação da taxa de corte sustentada para o Grupo I em 547 ha.

Grupo I	IPAv%	Ciclo de corte (ano)	Intensidade de corte (%)	Volume Comercial c/casca (m³)	Taxa de corte (m³)
7 espécies	1,59	25	32,58	1.822,43	593,75

Sendo: IPAv (%) = incremento periódico percentual em volume.

O volume comercial disponível acima de 65 cm de DAP foi de 276,06 m³ para a UPA de 547 ha, faltando 317,86 m³ para completar o permitido pela taxa de corte calculada.

O volume abaixo de 75 cm de DAP para a UPA é de 2.766,12 m³. Assim, deverão restar 2.448,26 m³ aproximadamente no povoamento ou o equivalente a 318 m² de área basal. Este deverá ser o valor da área basal remanescente desejada

para compatibilizar a área basal remanescente desejada ao ritmo de crescimento das espécies.

Na Tabela 8, está indicado o ajuste, considerando diâmetro limite de 65 cm de DAP, área basal remanescente de 318 m² e quociente “q” de 1,95.

Tabela 8 – Ajuste para o estoque balanceado do Grupo I, para o quociente de Liocourt igual a 1,95.

CC DAP	N atual	N ajustado	Corte N	Corte G	Corte V	G rem. Desejada
25	1577	1.628,73	0(-51,73)	0(-2,54)	0(-18,37)	79,91
35	949	835,25	113,75	10,94	79,16	80,32
45	573	428,33	144,67	23,01	166,43	68,09
55	312	219,66	92,34	21,94	171,34	52,16
65	113	112,64	0,36	0,12	0,97	37,36
Total	3.524	3.224,61	351,12	56,01	417,91	317,84
Vol. Com.(m ³)	-	-	-	-	338,74	

Sendo: CC DAP = centro de classe de diâmetro; N = número de árvores; V = volume em m³; G = área basal; G rem. = área basal remanescente.

O volume comercial disponível foi de 338,74 m³, mantendo a área basal remanescente de 317,84 m². Assim, foi proporcionado um volume final total, somado ao volume superior a 65 de DAP, de 651,87 m³. O volume está um pouco acima da taxa calculada, mas próximo à mesma (as taxas sustentada e obtida no ajuste são compatíveis em 91%).

Há uma pequena lacuna na classe de 25 cm de DAP, entretanto, essa falta pode ser garantida pela classe de 35 que, por não ser comercial, será intocada. Por outro lado, para O'Hara (1998), alto número de pequenas árvores, devido a altos “q” fatores, são geralmente justificados devido à expectativa de alta mortalidade nessas classes menores. Contudo, mortalidade nas classes menores ocorre devido a altos níveis de competição dentro da classe. Lacunas pequenas, portanto, não significam, obrigatoriamente, irregularidade futura na estrutura final da floresta ao fim do ciclo desejado. Deve ser considerado também que a classe diamétrica de 35 cm não será tocada por não ser comercial, colaborando para cobrir a lacuna da classe anterior.

3.4.3.2 Distribuição da frequência e taxa de corte sustentável para o Grupo II

Com relação ao número de espécies, o grupo II é o maior, constituído de 12 no total (Tabela 9).

A espécie com maior amplitude diamétrica foi a garapeira, atingindo 185 cm de DAP, seguida pelo cedrilho, que atingiu a classe de 145 cm de DAP e pela mirindiba, com 125 cm de DAP.

O roxinho apresentou a maior frequência de indivíduos (3.575 no compartimento de 547 ha), seguido do caucho (518 no compartimento). O cedrilho obteve a menor frequência de indivíduos (70 no compartimento de 547 ha).

Tabela 9 – Frequência de indivíduos por classe diamétrica de cada espécie do grupo II no compartimento, área de 547 ha.

GRUPO II	cerejeira	caucho	mirindiba	abobráo	cedrilho	garapeira	mandiocão	pinho cuiabano	roxinho	violeta	copaíba	maracatiara	Total	N/ha
C.C DAP	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
25	30	110	30	58	13	18	60	12	960	166	83	68	1608	2,94
35	29	115	34	60	12	20	38	14	873	104	78	74	1451	2,65
45	25	134	31	56	12	36	19	15	728	55	73	75	1259	2,30
55	22	112	21	41	11	64	5	16	596	29	36	66	1019	1,86
65	26	36	22	15	9	98	1	5	323	22	19	43	619	1,13
75	8	11	16	4	4	84	0	6	72	1	14	13	233	0,43
85	6	0	16	0	2	77	0	4	22	2	13	7	149	0,27
95	1	0	0	4	0	47	0	3	1	1	10	2	69	0,13
105	0	0	1	0	4	24	0	1	0	0	1	2	33	0,06
115	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	1	0	14	0,03
125	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	6	0,01
135	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,00
145	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,00
155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
185	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,00
TOTAL	147	518	172	238	70	487	123	76	3.575	380	328	350	6.464	11,82

CC DAP = centro de classes de diametro a altura do peito; Sendo: N = numero de árvores.

Algumas espécies apresentam um achatamento na curva ou mesmo um decréscimo (como a garapeira) quando nas classes de estoque (menores que 45 cm de DAP), como pode ser visto na Figura 6, porém sempre com árvores de reposição. Somente o roxinho apresentou uma estrutura atípica para o conjunto, em decorrência de seu elevado número nas classes menores.

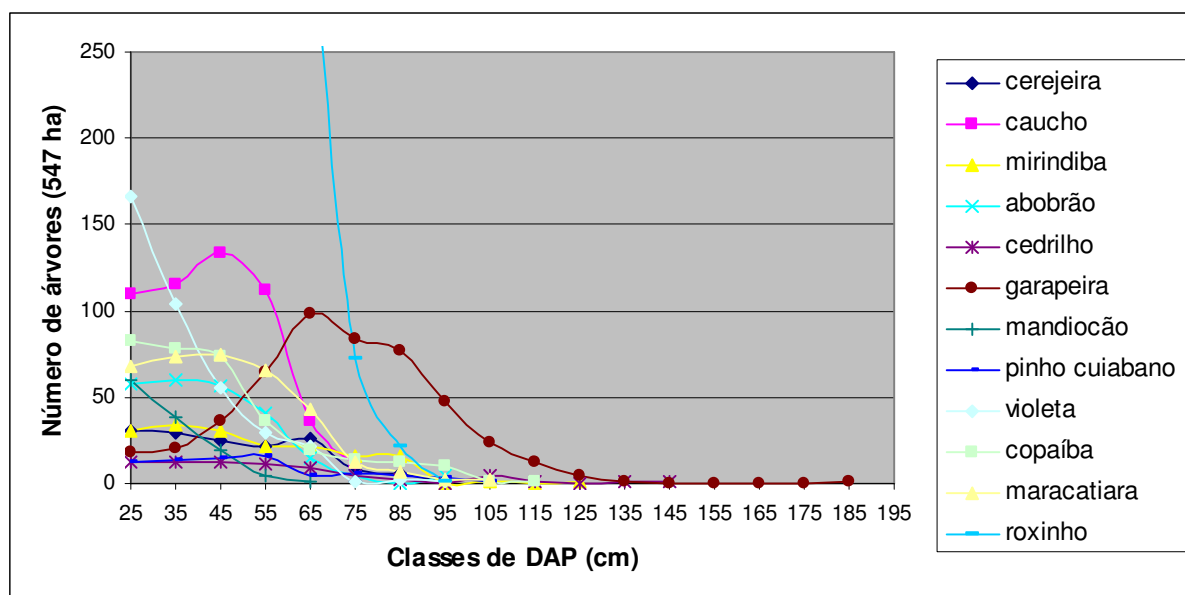


Figura 6 – Distribuição diamétrica das espécies no Grupo II, na área de 547 ha.

O ajuste total pode ser visto na Figura 7. A equação de ajuste total (todas as classes), para o grupo todo, forneceu R^2 de 0,94; CV% de 16,43 e Syx de 0,68. Também obteve um intercepto de 9,55; quociente angular de -0,0583.

O quociente “q” ajustado foi de 1,79. O valor é bem adequado para as florestas tropicais.

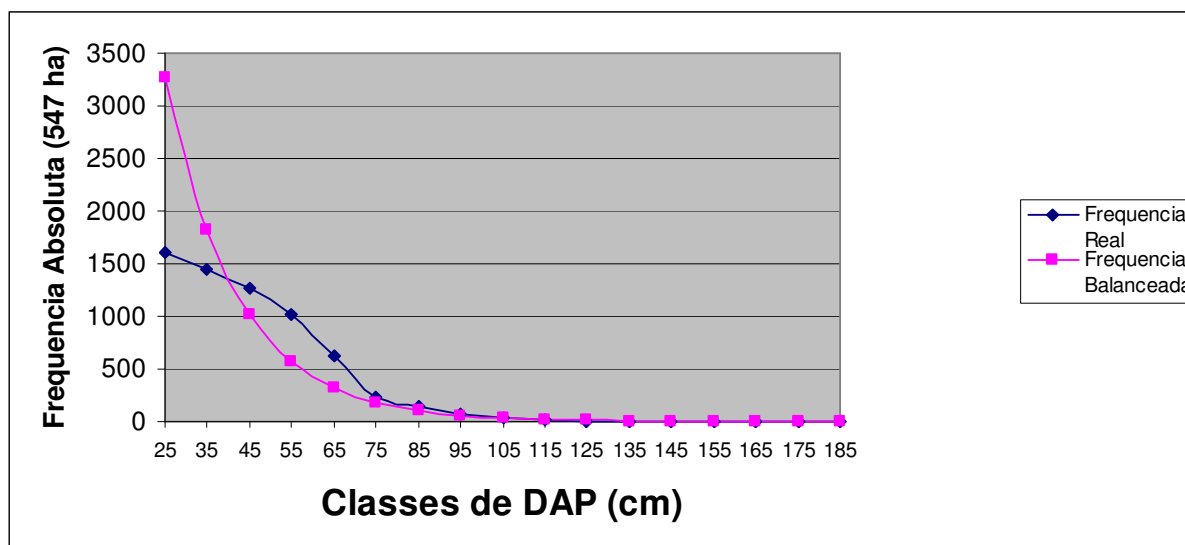


Figura 7 – Distribuição das frequências real e balanceada do grupo II, área de 547 ha.

A estrutura desse agrupamento mostrou árvores até a classe de 185 cm de DAP, e de forma ininterrupta até a classe de 145 cm de DAP (Tabela 10).

O volume disponível foi calculado somando-se o estoque de madeira da classe de 85 cm de DAP para cima. Para utilização do sistema de corte balanceado, foi definido 75 cm como diâmetro máximo desejado. O motivo do diâmetro aparentemente alto é que como os diâmetros desse grupo (e em geral em floresta natural) atingem classes muito altas e, visando não mudar radicalmente a estrutura da floresta, resolveu-se manter as classes até 75 cm de DAP. Além disso, o que é fator muito importante, essa classe ainda tem condições de fornecer crescimento em volume para os próximos ciclos. As demais, a partir desse ponto, pouca contribuição poderão dar.

O volume comercial total foi de 7.676,20 m³ (Tabela 10). O volume somando-se o estoque de madeira de 85 cm de DAP e acima foi de 1.752,27 m³.

Tabela 10 – Estoque para o grupo II, área de 547 ha

CC DAP	Número	G (m ²)	V (m ³)	V (m ³ /ha)
25	1608	78,89	570,66	1,04
35	1451	139,53	1.009,29	1,85
45	1259	200,13	1.447,64	2,65
55	1019	241,97	1.889,78	3,45
65	619	205,30	1.692,05	3,09
75	233	102,88	894,45	1,64
85	149	84,51	750,12	1,37
95	69	48,88	460,41	0,84
105	33	28,56	261,85	0,48
115	14	14,53	139,34	0,25
125	6	7,36	71,06	0,13
135	2	2,86	27,63	0,05
145	1	1,65	15,94	0,03
155	0	0,00	0,00	0,00
165	0	0,00	0,00	0,00
175	0	0,00	0,00	0,00
185	1	2,69	25,94	0,05
TOTAL	6.464	1.159,76	9.256,14	16,92
Vol.				
Com.(m ³)	-	-	7.676,20	14,03

Sendo: CC DAP = Centro de classe de diâmetro
A altura do peito; G = área basal; V = volume.

A Tabela 11 indica o IPA ponderado para o Grupo II de 2,7 % a.a.

Tabela 11 – Determinação do incremento periódico anual percentual em volume para o Grupo II, área de 547 ha.

Espécies	Número	IPAv (%a.a)	N x IPAv%	IPAv ponderado (%a.a)
Maracatiara	350	2,38	834,18	-
Cerejeira	147	2,40	352,78	-
Mirindiba	172	2,55	438,18	-
Abobráo	238	2,60	618,80	-
Mandiocão	123	2,60	319,80	-
Pinho cuiabano	76	2,60	197,60	-
Roxinho	3.575	2,67	9.532,68	-
Cedrilho	70	2,67	187,01	-
Caucho	518	2,68	1.388,20	-
Violeta	380	2,76	1.048,80	-
Copaíba	328	2,80	918,93	-
Garapeira	487	2,96	1.440,83	-
TOTAL	6.464	-	17.277,79	2,7

Sendo: N = numero de árvores; IPAv = incremento periódico anual percentual em volume.

Na Tabela 12, com base no IPAv % ponderado para o Grupo II e ciclo de corte de 25 anos, foi calculada a intensidade de corte de 48,62 % e a taxa de corte em volume de 3.732,67 m³ para o compartimento (UPA) de 547 ha.

Tabela 12 – Determinação da taxa de corte sustentada para o Grupo II, em área de 547 ha.

Grupo II	IPAv%	Ciclo de corte (ano)	Intensidade de corte (%)	Volume Comercial c/casca (m ³)	Taxa de corte (m ³)
12 espécies	2,7	25	48,62	7.676,20 m ³	3.732,67

Sendo: IPAv (%) = incremento periódico percentual em volume

Faltaram 1.980,40 m³ para completar o permitido pela a taxa de corte. O volume entre as classes de 25 cm e 75 cm foi de 7.503,865 m³ para a área de 547 ha. Sendo assim, a área basal remanescente desejada foi de 717 m².

Na Tabela 13, está indicado o ajuste considerando diâmetro limite de 75 cm de DAP, área basal remanescente de 717 m² e quociente “q” de 1,55.

Tabela 13 – Ajuste para o estoque balanceado do Grupo II, para o quociente de Liocourt igual a 1,55.

DAP	N atual	N ajustado	Corte N	Corte G	Corte V	G rem. Desejada
25	1.608	2.060,17	0(-452,17)	0(-22,20)	0(-160,55)	101,08
35	1.451	1329,14	121,86	11,72	84,80	127,81
45	1.259	857,51	401,49	63,85	461,88	136,31
55	1.019	553,23	465,77	110,66	864,22	131,37
65	619	356,93	262,07	86,96	716,75	118,38
75	233	230,27	2,73	1,20	10,47	101,68
Total	6.189	5.387,26	1.253,91	274,41	2.138,13	716,63
Vol. Com.(m ³)	-	-	-	-	2.053,32	-

Sendo: DAP = diâmetro a altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume; G rem = área basal remanescente.

O volume comercial disponível pelo ajuste foi de 2.053,32 m³, mantendo a área basal remanescente desejada de 716,63 m². Assim, foi proporcionado um volume final, somado ao volume superior a 75 de DAP, total de 3.805,598 m³. O volume obtido no ajuste bem próximo da taxa sustentável calculada (as taxas sustentada e obtida no ajuste são compatíveis em 98%).

3.4.3.3 Distribuição da frequência e taxa de corte sustentável para o Grupo III.

As espécies tauri e bajião obtiveram diâmetros até a classe de 205 cm de DAP. A seguir, destacam-se o cumaru e a sumaúma, atingindo a classe de 175 cm de DAP, seguidos pelo cedro, que atinge a classe de 115 cm de DAP.

O Grupo III é constituído de 7 espécies (Tabela 14). O breu foi a espécie com maior frequência (2.782 árvores em 547 ha), enquanto o cedro apresentou a menor frequência (275 árvores em 547 ha), conforme a Tabela 14 e a Figura 8.

Tabela 14 – Frequência de indivíduos por classe diamétrica de cada espécie do Grupo III, no compartimento de 547 ha.

Grupo III	cedro	jutaí	breu	tauari	bajião	cumarú	sumaúma	Total	N/ha
C.C DAP	N	N	N	N	N	N	N	N	
25	40	221	1480	48	43	49	74	1955	3,57
35	39	162	740	53	38	60	62	1154	2,11
45	46	119	355	51	40	78	51	740	1,35
55	53	87	150	59	41	109	38	537	0,98
65	49	46	47	56	48	101	23	370	0,68
75	26	12	7	55	26	70	17	213	0,39
85	11	4	3	41	19	36	9	123	0,22
95	8	1	0	56	16	63	14	158	0,29
105	1	0	0	28	4	17	1	51	0,09
115	2	0	0	14	7	17	1	41	0,07
125	0	0	0	19	1	12	7	39	0,07
135	0	0	0	10	0	1	3	14	0,03
145	0	0	0	13	0	3	3	19	0,03
155	0	0	0	3	0	1	6	10	0,02
165	0	0	0	3	0	0	1	4	0,01
175	0	0	0	1	0	1	1	3	0,01
185	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
195	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
205	0	0	0	1	1	0	0	2	0,00
Total	275	652	2.782	511	284	618	311	5.433	9,93

Sendo: CC DAP = centro de classe de DAP; N = número de árvores.

Algumas espécies, como tauari, bajião e cedro, mostram um achatamento na curva com relação aos menores diâmetros, e o cumaru um pequeno decréscimo (Figura 7). Isso sugere maiores cuidados de monitoramento no futuro. O breu e o jutaí, ao contrário, apresentam grande suprimento nas classes menores (Figura 8).

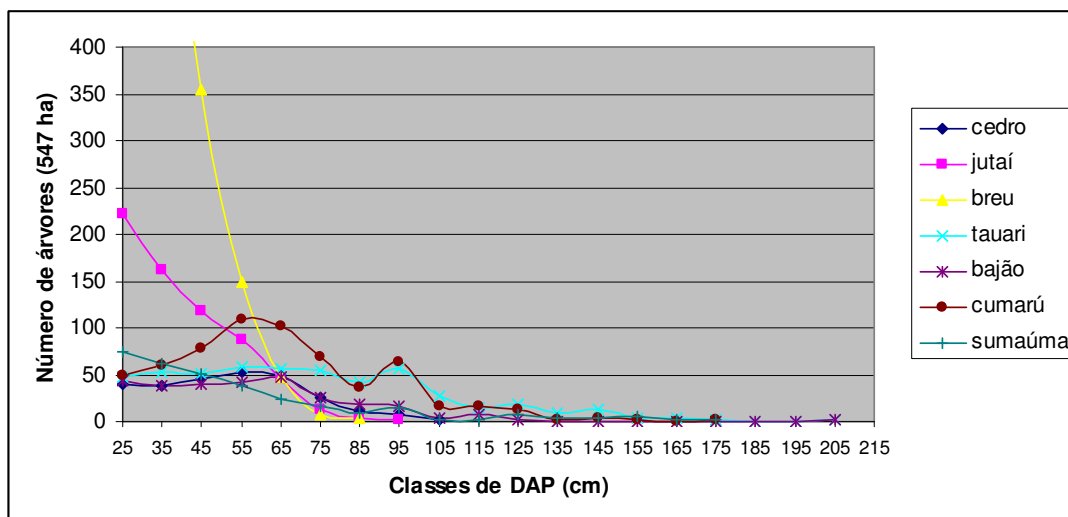


Figura 8 – Distribuição diamétrica das espécies no Grupo III, na área de 547ha.

Considerando todas as classes o breu destaca-se com a maior frequência. Tauari, cumaru e samaúma apresentaram a maior amplitude de diâmetros.

A equação de ajuste total (todas as classes), para o grupo todo, forneceu R^2 de 0,98; CV% de 6,78 e Syx de 0,28. Obteve um intercepto de 8,45 e quociente angular de -0,0403. O ajuste total pode ser visto na Figura 9.

O quociente “q” ajustado foi de 1,49. O valor é adequado para as florestas naturais tropicais indicando bom estoque.

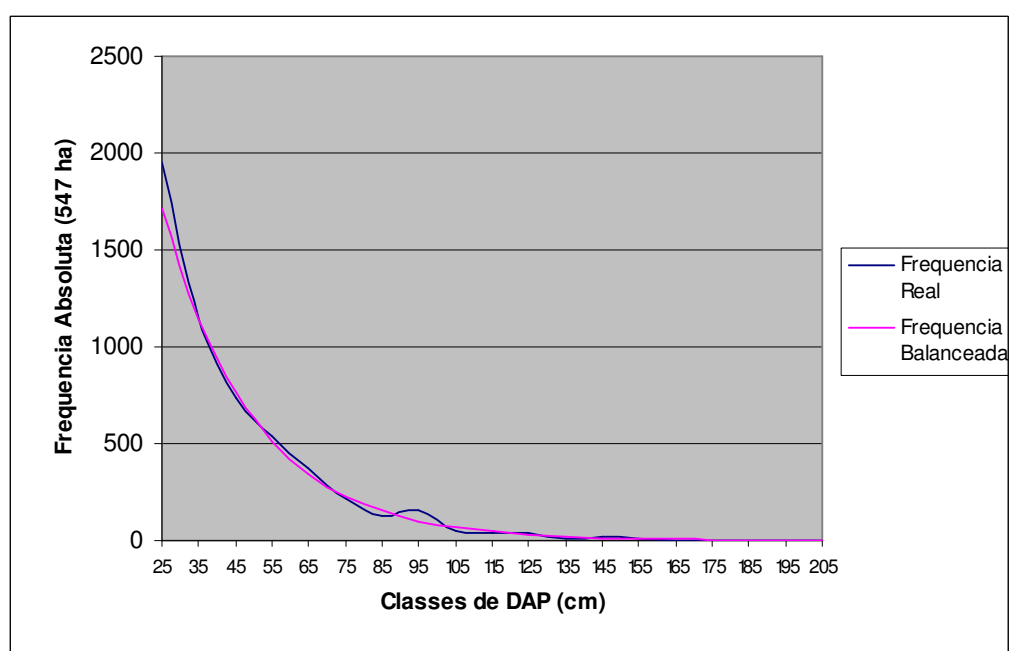


Figura 9 – Distribuição das frequências real e balanceada do grupo III, área de 547 ha.

Tabela 15 – Estoque para o grupo III, área de 547 ha

DAP	N	G	V	V (m ³ /ha)
25	1955	95,92	693,80	1,27
35	1154	110,97	802,70	1,47
45	740	117,63	850,88	1,56
55	537	127,52	995,89	1,82
65	370	122,72	1011,40	1,85
75	213	94,05	817,68	1,49
85	123	69,76	619,23	1,13
95	158	111,94	1054,26	1,93
105	51	44,14	404,68	0,74
115	41	42,56	408,06	0,75
125	39	47,84	461,86	0,84
135	14	20,03	193,39	0,35
145	19	31,36	302,77	0,55
155	10	18,86	182,09	0,33
165	4	8,55	82,54	0,15
175	3	7,21	72,12	0,13
185	0	0,00	0,00	0,00
195	0	0,00	0,00	0,00
205	2	6,60	65,98	0,12
TOTAL	5.433	1.077,65	9.019,33	16,49
Vol.	-	-	7.522,83	
Com(m ³)				13,75

Sendo: DAP = diâmetro a altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume.

O volume total do grupo foi de 9.019,33 m³, sendo o volume comercial de 7.522,83 m³ (Tabela 15).

O IPAv% ponderado para o grupo inteiro foi de 3,36 (Tabela 16).

Tabela 16 – Determinação do incremento periódico anual percentual em volume para o Grupo III, área de 547 ha.

Espécies	N	IPAv (%a.a)	N x IPAv	IPAv ponderado (%a.a)
Jutaí	652	3,15	2053,80	-
Breu	2782	3,22	8958,04	-
Cumarú	618	3,39	2095,02	-
Bajão	284	3,47	985,79	-
Cedro rosa	275	3,59	987,87	-
Tauari	511	3,74	1912,75	-
Samaúma	311	3,90	1275,10	-
TOTAL	5433	-	1.8268,36	3,36

Sendo: N = número de árvores; IPAv = incremento periódico anual percentual em volume.

Na Tabela 17, com base no IPA ponderado para o Grupo III e ciclo de corte, está indicada a intensidade de corte calculada de 56,23 % e taxa de corte em volume de 4.230,08 m³.

Tabela 17 – Determinação da taxa de corte sustentada para o Grupo III.

Grupo I	IPAv (a.a%)	Ciclo de corte (ano)	Intensidade de corte (%)	Volume Comercial c/casca (m ³)	Taxa de corte (m ³)
7 espécies	3,36	25	56,23	7.522,83	4.230,08

Sendo: IPAv (%) = incremento periódico percentual em volume

Pelo mesmo motivo utilizado no Grupo II e baseado principalmente no fato de que o Grupo III também atinge grandes diâmetros, o diâmetro limite foi de 75 cm de DAP.

Sendo o valor da taxa calculada de 4.230,08 m³ e o volume obtido acima do diâmetro limite no valor de 3.846,98 m³, faltam 383,1 m³.

Sendo o somatório do volume até o diâmetro limite no valor de 5.172,35 m³, a área basal remanescente desejada será de 622 m². Assim, a área basal remanescente está ligada ao ritmo de crescimento da floresta.

Na Tabela 18, está indicado o ajuste considerando diâmetro limite de 75 cm de DAP, área basal remanescente de 622 m² e com o novo quociente “q” no valor de 1,56.

Tabela 18 – Ajuste para o estoque balanceado do Grupo III, para o quociente de Liocourt igual a 1,56.

C.C DAP	Número atual	Número ajustado	Corte N	Corte G	Corte V	G rem. Desej.
25	1955	1.815,83	139,17	6,83	49,42	89,09
35	1154	1.163,99	0(-9,99)	0(-0,96)	0(-6,95)	111,93
45	740	746,15	0(-6,15)	0(-0,98)	0(-7,07)	118,61
55	537	478,30	58,70	13,95	108,92	113,58
65	370	306,60	63,40	21,04	173,39	101,69
75	213	196,54	16,46	7,27	63,22	86,78
Total	4.969	4.707,41	261,59	47,15	380,91	621,68
Vol.	-	-	-	-	345,52	-
Com.(m ³)						

Sendo: CC DAP = centro de classe de diâmetro a altura do peito; N = numero de árvores; G = área basal; V = volume em m³; G rem = área basal remanescente; V = volume.

O volume comercial proporcionado pelo ajuste foi de 345,52 m³, o qual somado ao superior à classe de DAP de 75 cm, atinge, no total, 4.192,50 m³, mantendo a área basal remanescente desejada de 622 m².

3.4.3.4 Taxas de corte calculadas

A Tabela 19 apresenta a consolidação das taxas de corte sustentáveis calculadas e a compatibilização ao sistema BDq.

A intensidade de corte sustentável ajustada aos grupos pelo sistema BDq foi perfeitamente compatível.

Foram definidas intensidades de corte de 32,58% para o grupo I; 48,62% para o grupo II e 56,23% para o grupo III para o ciclo de 25 anos. Estes valores estão compatíveis com Schneider e Finger (2000) que obtiveram intensidade de corte de 43,3% para folhosas em floresta situada no Rio Grande do Sul. Provavelmente em regiões mais quentes o incremento periódico anual em volume pode ser maior para determinadas espécies.

Ciclos maiores implicam maiores intensidades. No caso de um ciclo de 30 anos, por exemplo, as intensidades subiriam para 38 %, 55% e 63%, para os grupos I,II, e III, respectivamente. Isso sugere que extrações abaixo da taxa sustentável calculada implicariam ciclos menores tecnicamente.

Tabela 19 – Taxas de corte dos grupos reunidos para a área de 547 ha.

Grupos	Volume comercial c/casca (m³)	Taxa de corte sustentável calculada permitida aos grupos (m³)	Taxa de corte ajustada aos grupos (m³) pelo sistema BDq
I	1.822,43	593,75	651,87
II	7.676,20	3.732,67	3.805,60
III	7.522,83	4.230,08	4.192,50
Total	17.021,46	8.556,67	8.649,97
Intensidade total de corte(%)	-	50,2	50,8

Sendo: BDq = 'área basal – máximo dap-q'.

Considerando-se o incremento periódico anual percentual em volume calculado para todos os grupos em conjunto (Tabela 20), o IPA percentual em

volume resultou levemente menor (2,67 %), implicando uma intensidade de corte de 48,30 % ou o equivalente a 8.221,36 m³.

Entretanto, aplicar uma taxa igual para o conjunto dos grupos implicaria corte excessivo para algumas espécies e escasso para outras, pois as taxas de corte diferenciadas tem relação direta com o ritmo de crescimento das espécies. Isso se refletiria na dificuldade de recuperação de algumas espécies e na sustentabilidade como um todo, pois seria pesado para as espécies de lento crescimento e leve para as espécies de rápido crescimento.

Tabela 20 – Determinação do incremento periódico anual percentual em volume calculado para todos os grupos em conjunto, área de 547 ha.

Grupos	N por grupo	IPAv%	N x IPAv%	Intensidade de Corte para os grupos em conjunto (%)
I	3581	1,59	5.693,79	-
II	6464	2,7	1.7452,8	-
III	5433	3,36	18.254,88	-
SOMA	15478		41.401,47	-
MÉDIA		2,674859		48,30

Sendo: IPAv (%) = incremento periódico percentual em volume.

A Figura 10 mostra a distribuição das árvores remanescentes dos grupos individuais e total.

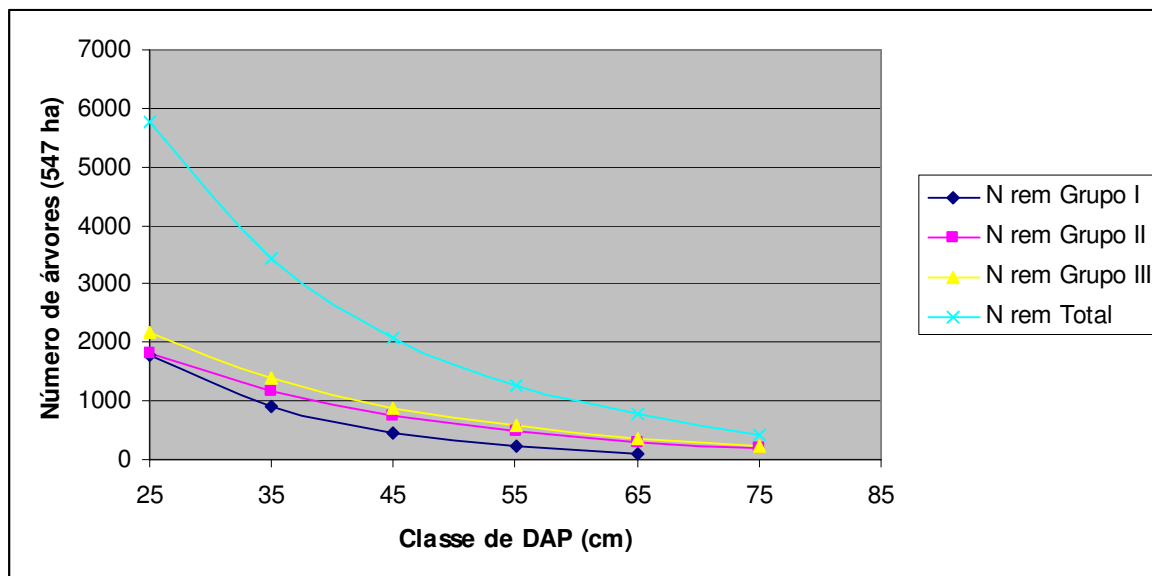


Figura 10 – Número de árvores remanescentes por grupo e total.

A extração, considerando quaisquer dos sistemas, esteve sempre abaixo de 51% do volume comercial disponível das espécies selecionadas. Essa intensidade parece bastante conservadora com relação às extrações sem nenhuma previsão e, muitas vezes, exorbitantes.

Nesse caso específico, para a reposição ou retorno ao estoque inicial (e no mesmo ritmo do IPA de cada grupo), o incremento médio anual por hectare deve ser de, no mínimo, 0,63 m³ (considerando as 26 espécies comerciais). O resultado é compatível com estudos locais relativos à dinâmica de florestas. Oliveira e Braz (1998) identificaram 1,3 m³/ha/ano de incremento em área sob manejo (considerando 39 espécies comerciais). Também mencionam que esse incremento foi 0,75 m³/ha superior à testemunha, sem extrações de manejo. Comparando-se proporcionalmente (ao mesmo número de espécies), o resultado talvez pudesse ser um pouco maior. Deve-se enfatizar que essa comparação pode ser arbitrária e aquém do potencial, pois existem espécies com grande abundância que podem não estar incluídas em um ou outro grupo. Observe-se que, nesse exemplo de Oliveira e Braz (1998), não houve tratamentos silviculturais de refinamento (apenas corte de cipós e as extrações previstas). Assim, podem-se estimar resultados locais ainda melhores se forem aplicadas essas atividades.

Com relação a todo cálculo desenvolvido no capítulo, o somatório das áreas basais que devem ser mantidas foi de 1.656,15 m² ou o equivalente ao volume de

12.255,50 m³. Somando-se o saldo do volume comercial menos a taxa de corte, obtêm-se 8.372,03 m³. Para completar o faltante, devem ser acrescentados os volumes correspondentes às classes não comerciais de 25 e 35 de DAP, os quais atingem 1.824,12 m³ e 2.472,09 m³, respectivamente. Assim, o volume final remanescente total será de 12.667,24 m³. Esse volume correspondeu, aproximadamente, à área basal remanescente desejada no compartimento de 547 ha.

3.5 Conclusões

A separação dos dados em grupos de espécies pela semelhança de crescimento permitiu ajustar a equação de Meyer com precisão, satisfatoriamente, mesmo quando essa combinação envolvia poucas espécies. Isso confirmou, mais uma vez, a indicação da exponencial negativa, como tem sido identificado em inúmeros trabalhos relacionados às florestas naturais tropicais, para a avaliação das frequências das classes de DAP e planejamento do estoque das florestas “dissetâneas tropicais.

Foram definidas 3 intensidades para o ciclo de 25 anos e ritmo de crescimento das espécies. Extrações específicas por grupo possibilitam diferenças substanciais de acréscimo ou decréscimo entre um e outro com um mínimo de 49% e um máximo de 72%, o que mostra a significancia da diferença entre grupos.

Ciclos maiores permitirão que essas intensidades sejam maiores. Por outro lado, extrações abaixo do permitido pela taxa poderão sugerir uma redução no ciclo.

A taxa de corte sustentável tem relação direta com o potencial do volume comercial disponível e com o número de espécies e seu ritmo de crescimento. As estimativas sugerem uma taxa de extração não superior a 50,8% do volume comercial disponível para o conjunto todo das 26 espécies consideradas no talhão de 547 hectares.

Mesmo que o cálculo conjunto da taxa para todas as espécies tenha sido semelhante, é preferível a utilização das taxas dentro dos grupos individuais de espécies, pois cada um tem um ritmo diferente de recuperação, sendo mais uma garantia para a sustentabilidade do sistema.

Deve ser enfatizado que as taxas calculadas foram sobre apenas 26 espécies, sendo que atualmente mais 60 espécies das florestas tropicais brasileiras podem ser comercializadas.

Em metros cúbicos, a taxa de corte equivale a 8.649,97 m³ para todo o compartimento de 547 ha, o equivalente a 15,81 m³/ha, para o grupo de interesse de 26 espécies comerciais.

Os ajustes dos cálculos foram compatíveis, inclusive, a relação entre área basal a ser mantida e o volume comercial de madeira correspondente.

Para recompor essa extração, a floresta (onde foi levado em consideração somente as 26 espécies estudadas) deverá regenerar com um incremento de 0,63 m³/ha/ano.

O sistema BDq mostrou flexibilidade na compatibilização com a taxa de corte sustentável.

CAPÍTULO IV – PLANEJAMENTO DA EXPLORAÇÃO EM UM TALHÃO DE FLORESTA TROPICAL

4.1 Introdução

O planejamento da exploração florestal é peça fundamental no manejo das florestas tropicais. O bom planejamento, além de reduzir os custos de exploração, pode reduzir o dano ao povoamento remanescente, garantindo novas extrações econômicas no futuro.

O planejamento adequado deve ir além da chamada exploração de impacto reduzido e definir pontos ótimos para as atividades que compõem o manejo florestal.

As técnicas relativas ao abate e toragem, principalmente em florestas tropicais, devido ao seu grande volume e sapopemas, têm papel especial na redução de danos aos demais fustes remanescentes; redução de danos ao toro que será extraído para ser comercializado; e principalmente segurança no trabalho dos operadores.

Por outro lado as técnicas relativas a extração também tem importância na redução de danos ao compartimento e na otimização destas atividades.

Existem várias técnicas adequadas para a otimização das atividades relativas ao manejo, entretanto, raramente são utilizadas.

4.1.1 Objetivos

O objetivo geral deste capítulo é abordar o planejamento da exploração em florestas naturais como um todo, considerando desde as fases de planejamento da densidade da rede de estradas florestais necessárias até a extração final.

Os objetivos específicos deste capítulo são:

- a) Calcular a densidade ideal de estradas secundárias e o número otimizado de pátios de estocagem para o compartimento de 547 ha.
- b) Projetar as performances dos equipamentos e equipes.
- c) Dimensionar número de equipamentos e equipes adequados para exploração do compartimento de 547 ha.

4.2 Revisão bibliográfica

4.2.1 Situação atual do planejamento da exploração

Segundo Ewel e Conde (1976), a extração de toras causa grande dano à floresta remanescente. Esse dano não só atinge os fustes das árvores que permanecem como também compromete a sua futura regeneração. Os mesmos autores salientam que a revisão de estudos indica que a exploração florestal danifica aproximadamente 50% da vegetação residual. Com o aumento da dimensão dos equipamentos nos últimos anos, o dano devido à extração tem aumentado proporcionalmente.

No Pará, trabalho conduzido por Uhl e Vieira (1989), mostra que 2% das árvores extraídas promovem a morte ou danos a 26% das árvores remanescentes.

Independentemente da questão ambiental, que por si mesma já alertaria para maiores cuidados, esses danos influem imediatamente na perspectiva desse talhão ser utilizado no próximo ciclo. Seu reaproveitamento significa menores custos futuros, pois não será necessária a aquisição (ou arrendamento) de novas áreas.

Poore et al. (1989) sugerem que práticas adequadas na exploração florestal podem reduzir o dano no povoamento para 6 a 15%. Também, informam que se utilizadas as técnicas adequadas, a regeneração é satisfatória e os danos no povoamento remanescente podem ser reduzidos para em torno de 12%, em média.

Essas práticas devem iniciar com um inventário a 100%, o qual permitirá um traçado adequado de estradas secundárias, eliminando-se previamente as desnecessárias. Também, o planejamento das picadas de arraste evitará o trânsito repetido dos equipamentos dos mesmos pontos. O abate e o arraste devem ser coordenados. O operador de trator deve saber onde encontrar as toras com auxílio dos mapas de exploração.

É necessário o planejamento adequado dos caminhos de arraste, dos pátios de estocagem, das limitações da capacidade de suporte do solo ao trânsito de máquinas pesadas, das responsabilidades do pessoal de campo e do equipamento de extração permitido. Normalmente, deve-se, dentro do possível, não cruzar igarapés de largura significativa. As estradas devem estar localizadas visando facilitar a drenagem e a redução dos movimentos de terra. O calendário de

exploração deve ser obedecido. Deve-se prever o sistema de drenagem adequadamente e avaliar previamente o impacto na área. As pendentes do traçado devem adequar-se aos parâmetros técnicos indicados para estradas florestais (ITTO,1990).

Jonkers (1987 apud BUSCHBACHER, 1990) comenta que o dano durante a exploração florestal pode ser minimizado com corte de cipós que ligam as árvores, manutenção das árvores não comerciais, uso de tratores de arraste, utilização de tratores florestais com esteiras preferencialmente aos com pneus, elevação da tora antes do arraste e cuidadoso plano de rede de estradas e picadas. Esses cuidados levam à diminuição do dano à regeneração natural.

Costa Filho (1991) identificou os seguintes percentuais de danos ao povoamento após os trabalhos de exploração sem cuidados especiais: 29,9% causado pelas operações de exploração; 16,51% devido às picadas de arraste e 1,94% por danos no estoque de madeira em pé.

Graaf (1986), no modelo “Celos Harvesting System”, considera importantes a determinação de queda das árvores com base em necessidades ecológicas e silviculturais, a organização do abate e da trilha de arraste, a utilização do guincho de arraste, o pré-estabelecimento das trilhas, o registro das toras e a rotação no trabalho para promover a responsabilidade em toda a operação.

Um outro fator, já mencionado e que deve ser também considerado, é a falta de utilização dos sistemas de Seleção de Equipamentos e de Análise de Modelos. As características das diferentes tipologias florestais não são levadas em consideração. Opta-se, normalmente, pelos equipamentos mais pesados, sem bases técnicas.

Oliveira e Braz (1995) encontraram para uma intensidade de exploração de 20 m³/ha (4,4 árvores/ha) e técnicas de exploração planejada, o dano a 26,93 árvores/ha com DAP (diâmetro à altura do peito) maior ou igual 10 cm, correspondendo a 6,33 árvore por árvore extraída. Com relação aos danos por volume, o valor foi de 0,2487 m³ por metro cúbico extraído. Os danos promovidos pela abertura de estradas, trilhas de arraste e pátios de estocagem foram de 380m²/ha, e os danos por abertura de dossel, de 15%.

O arraste deve ser planejado com antecedência com auxílio do mapa do inventário 100% (censo), derivado do Inventário Florestal Prospectivo, e do balizamento inicial no terreno em trilhas de arraste ideais, para ganhos em rapidez

de extração, reduzindo substancialmente os custos, assim como os danos à floresta (OLIVEIRA; BRAZ, 1995). Então, os fatores econômicos e ambientais caminham juntos.

4.2.2 Planejamento da exploração

O planejamento é a elaboração por etapas com bases técnicas, de planos e programas com objetivos definidos, sendo imperativo para a sobrevivência em longo prazo de qualquer organização empresarial, porque ajuda a determinar a forma ótima de alocar os recursos escassos entre as oportunidades de lucro (LOPES; MACHADO, 2003).

4.2.1.1 Planejamento: visão geral

Existem basicamente três níveis ou abordagens de planejamento (LOPES; MACHADO, 2003): estratégico; gerencial ou tático e operacional.

O planejamento estratégico é feito para longo prazo, relacionado à demanda de madeira estabelecida pela empresa. Assim, ficam definidas as áreas que serão exploradas e a necessidade de aquisição de novas áreas, se for o caso, ou a compra de madeira do mercado disponível. Nesse momento, o inventário florestal tem papel importante, bem como os regimes de manejo a serem utilizados.

O planejamento gerencial ou tático pode ser dividido em macroplanejamento e microplanejamento (LOPES; MACHADO, 2003):

a) O macro-planejamento refere-se ao planejamento que abrange todos os projetos e talhões. Serve para dimensionar os recursos humanos e máquinas necessárias, determinar os custos e rendimentos das máquinas, identificar as condições topográficas das áreas, estabelecer as rotas de transporte, definir áreas críticas para escoamento de madeira nos períodos chuvosos, localizar obras necessárias (estradas, pontes, bueiros, etc.) e necessidades de máquinas de apoio, programas de manutenção, de apoio logístico, de treinamento e reciclagens e de orçamento anual.

b) O microplanejamento refere-se ao planejamento em nível de talhão. Visa à identificação da forma de retirada de madeira do talhão, das rotas para operação de

extração, distâncias de extração, áreas de preservação permanente, hidrografia e relevo.

O planejamento operacional visa antecipar os problemas e estabelecer rotinas e alternativas operacionais que levem ao cumprimento das metas estabelecidas.

Nele, os fatores principais são:

- Área do projeto e área individual de cada compartimento;
- volume a ser extraído;
- características da floresta: espécies, volume por hectare, estrutura das populações manejadas e diâmetro mínimo de corte por espécies ou grupo de espécies;
- topografia;
- capacidade de suporte dos solos;
- distância média da rede de estradas;
- informações pluviométricas e variações climáticas;
- disponibilidades de máquinas, equipamento e pessoal (quantidade e qualidade);
- exigências de mercado.

O planejamento deve considerar a heterogeneidade das florestas naturais, expressada não só por seu padrão de distribuição de espécies e tipologias florestais, como, também, pela variedade de sítios, capacidade de suporte do solo (cargas, peso específico da espécie que será extraída), relevo e hidrografia (BRAZ et al., 2005 a,b). Essa heterogeneidade ou seus efeitos nas atividades de campo podem ser ampliadas considerando-se que o engenheiro responsável pelo planejamento terá que se deparar com determinados problemas, como a seleção do sistema de exploração que será utilizado; a escolha de equipamento adequado ao sistema; elaboração do planejamento da infraestrutura de exploração (estradas primárias, estradas secundárias, pátios de estocagem e trilhas de arraste) compatível com os custos de construção e com o potencial da floresta; e finalmente, cumprimento do cronograma de exploração anual considerando as limitações do calendário florestal.

Somente buscando a otimização dessas ações, poderá ser alcançada a decisão mais acertada, com base em ferramentas matemáticas conhecidas, técnicas de planejamento e pesquisa operacional (PO) aplicadas às informações florestais (obtidas em campo), biológicas e econômicas, associadas a Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Essas ferramentas têm sido eventualmente usadas

na exploração de florestas plantadas (LOPES; MACHADO, 2003), porém, quase sempre negligenciadas em florestas naturais (BRAZ, 1994). O uso correto dessas ferramentas promove:

- a identificação do padrão de distribuição das espécies florestais;
- densidade de estradas ideal;
- lançamento de rede de arraste adequada (menor necessidade de manutenção de estradas);
- planejamento adequado dos pátios de estocagem e trilhas de arraste adequadas;
- escolha e uso corretos dos sistemas de exploração e equipamentos;
- desenvolvimento das operações de manejo executadas dentro do cronograma previsto;
- redução de custos e impactos ambientais;
- aplicação correta de tratamentos silviculturais.

4.2.1.2 Planejamento gerencial

O controle de todas as operações requer planejamento adequado das atividades de extração, lançamento da rede de estradas, controle de produção e custos, controle de estoque e danos na floresta.

Mediante o planejamento adequado, o manejo ficará capacitado a (PESONEN, 1979):

- fazer o melhor uso dos recursos florestais;
- selecionar o melhor método de exploração, o qual garanta máxima produção, mínimos danos ambientais e menores custos;
- prever o tempo preciso de cada atividade garantindo fluxo fluente na extração e manejo;
- preparar alternativas no caso de fatores inesperados;
- identificar potenciais diminuições ou “estrangulamentos” na produção.

4.2.1.3 Considerações básicas

Para alcançar as metas, devem-se, primeiramente, avaliar algumas considerações básicas, baseado em Pesonen (1979):

a) Formulação dos objetivos: Atendimento das demandas das indústrias e das possibilidades adjacentes de fornecimento de matéria-prima para outras indústrias:

- número de hectares a ser explorado por ano;
- volume por espécie;
- volume considerando o aproveitamento industrial da matéria-prima (laminação, faqueamento ou madeira serrada);

b) Revisão dos recursos disponíveis:

- mão de obra;
- maquinaria;
- madeira (produto disponível);
- serviços de apoio à produção.

c) Avaliação de requerimentos emergenciais:

- necessidades para aumentar a produção;
- sistemas para baixar os custos;
- programa de construção de estradas;
- programa de investimento (se for o caso);

d) Identificação de possíveis alternativas:

- análise de modelos (sistemas).

Essas fases antecedem a implementação propriamente dita, que será abordada mais adiante no planejamento operacional.

O planejamento gerencial deve se valer de enfoques e/ou ferramentas de, a seguir especificadas, para facilitar suas análises.

4.2.1.4 Medidas mitigadoras sobre a base genética

Atualmente, tem sido discutida a questão do manejo madeireiro e seu impacto sobre a base genética da floresta. A grande preocupação é a possível perda genética das espécies de floresta tropical. Entretanto, muitos estudos desenvolvidos

até o momento têm afirmado principalmente o seguinte: as espécies florestais da floresta tropical possuem alto nível de diversidade genética; mantêm maior variação genética dentro das populações do que entre populações e possuem altos níveis de fluxo gênico. Isso tem sugerido que as espécies florestais da floresta tropical não passam por imediato perigo de extinção devido a *fatores genéticos* (ALVAREZ-BUYLLA et al., 1996). Porém, os mesmos pesquisadores consideram que os processos de fragmentação ou exploração seletiva podem causar forte impacto nas espécies florestais devido, principalmente, à alta carga genética mantida pelas estruturas genéticas das populações.

Sugestões têm sido elaboradas visando eliminar ou reduzir ao máximo essa possibilidade.

Para Schneider e Finger (2000), a seleção das árvores com os diâmetros máximos e clareiras pequenas podem reduzir o potencial genético da floresta. Como em florestas heterogêneas é trabalhoso determinar a idade das árvores, sendo assim, impossível identificar de antemão se não se está extraíndo uma árvore jovem com um bom potencial de crescimento e com genótipos superiores.

Assim, como recomendam Howe (1995) e Schneider e Finger (2000), isso pode ser reduzido se for evitado o corte de árvores jovens de bom potencial de crescimento com o diâmetro limite e consideradas (inclusive como tratamento silvicultural) as árvores de pouco crescimento e de má qualidade.

4.2.1.5 Medidas para mitigar danos ambientais nas florestas manejadas

Três categorias de ações, como estrutura para incentivar a biodiversidade em florestas tropicais, podem ser adotadas, segundo Sayer apud Carpanezzi (1997):

a) Áreas protegidas

São áreas de florestas naturais colocadas à parte do manejo produtivo com o fim de conservar ecossistemas inteiros.

Uma empresa dedicada ao manejo de florestas tropicais anualmente interfere em grandes áreas. A instalação de uma rede de unidades de conservação constitui

a solução técnica para proteger espécies (inclusive seu potencial genético) e outros valores da floresta como possíveis produtos não madeireiros.

Essas áreas podem ser identificadas dentro da propriedade utilizando-se técnicas de pesquisa operacional que maximizem as áreas produtivas, tendo como restrições principais as áreas necessárias à conservação.

b) Refúgios

Trata-se de áreas pequenas, mantidas intocadas dentro de florestas em exploração, para favorecer espécies típicas da floresta primária, as quais, futuramente, poderiam dar suporte à recolonização de áreas exploradas limítrofes. Por outro lado, esses refúgios podem dar suporte à fauna existente.

c) Espécies-chave

Pode ser recomendável que se busquem informações bibliográficas de espécies-chave para alimentação da fauna para identificação dos pontos de refúgio ou mesmo para influência no cálculo da taxa de extração.

4.2.1.6 Procedimentos e técnicas de execução sugeridas

4.2.1.6.1 Corte

O corte inclui todas as atividades efetuadas para abater as árvores, incluindo a preparação para essa atividade. Essas atividades incluem a derruba propriamente dita, remoção da copa e traçamento em toras (DYKSTRA; HEINRICH, 1995). Esses pesquisadores informam que a derruba está entre as atividades de maior risco nas ocupações industriais. As árvores são objetos grandes e pesados e, quando caem, têm tremenda inércia, que pode esmagar ou danificar as árvores vizinhas. Os galhos, por sua vez, podem quebrar-se e ser lançados em direções imprevistas.

A existência de cipós ligados às copas dificulta bastante os cortes direcionados, causando danos ao povoamento remanescente e à regeneração. Além do dano ao povoamento, deve ser acrescentado o provável dano à árvore que

se quer extrair, prejudicando seu traçamento, bem como o risco para o operador da motosserra.

Com estes 3 fatores principais- dano ao povoamento remanescente, dano à árvore que se extrai e grande risco ao operador-, seria de se esperar que as equipes de derruba fossem bem treinadas e capacitadas. Não é o que acontece nas florestas brasileiras de maneira corrente.

Por outro lado, agravando a situação, na maior parte das vezes, é exigida uma produtividade mínima aos abatedores. De todas as atividades relativas à exploração de florestas naturais tropicais, essa é flagrantemente a única em que não deve ser exigida velocidade nas atividades, devido aos riscos envolvidos, principalmente porque os maiores custos não residem na derruba. Então, isso reforça que se deve planejar a derruba privilegiando segurança no trabalho e cuidado com as árvores remanescentes e não rapidez no abate.

Análise das regras técnicas de derruba junto a conceitos ergonômicos:

Os abatedores devem estar já treinados por equipe especializada.

Devem ser definidos os blocos de abate diário, aproximadamente de 2 a 3 ha/dia/equipe, com uma ordem previamente estabelecida. Normalmente, o abate deve ser realizado subindo a declividade em terreno acidentado, para evitar trabalhar-se com toras abatidas terreno acima devido à possibilidade de rolarem (CONWAY, 1982).

É obrigatório abater dentro dos critérios técnicos indicados, tais como utilização de boca de corte adequada ao diâmetro da árvore; corte de queda correto com degrau de queda e técnicas indicadas para árvores com sapopemas (quando for o caso) e situações específicas derivadas de inclinação da árvore, podridão do tronco, etc.

Principais técnicas a serem utilizadas:

- Boca de corte:

A boca de corte deve ter aproximadamente $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ do diâmetro (largura máxima) da árvore.

O corte superior (inclinado, 1 na Figura 11) deve ser feito em primeiro lugar, e o inferior (horizontal, 2 na Figura 11), em segundo. Isso facilitará o encaixe dos dois cortes, evitando (devido ao maior controle do operador) que um ultrapasse o outro e possa ocasionar dano no abate.

O ângulo da boca de corte é de 45° . A empunhadura da motosserra é utilizada para a checagem desse ângulo.

As finalidades básicas da boca de corte são três: (a) direcionar a árvore na direção de queda desejada, (b) ajudar a controlar a árvore para que ela escorregue do cepo e não pule (perigo para o operador); e (c) facilitar a ruptura da dobradiça no momento adequado e fazer com que a árvore evite um movimento brusco para trás (CONWAY, 1978).

- Dobradiça:

Faixa de madeira deixada sem cortar entre a boca e o corte de queda. Evita que a árvore caia inesperadamente. Deve ter uma espessura adequada. Como o próprio nome diz, ela funciona como uma dobradiça, “segurando” a árvore para que ela caia corretamente. A dobradiça é fundamental para se evitar erros e acidentes quando da queda da árvore.

A largura ideal da dobradiça é $1/10$ do diâmetro (Figura 11), exatamente, como na proporção do desenho. É uma barreira invisível que proíbe o operador de cortar com o sabre aquela área.

- Orelhas de corte:

São pequenas bocas de corte laterais à dobradiça (3 na Figura 11). Devem ser utilizadas quando as árvores tiverem possibilidade de lascar no momento do abate.

- Corte de queda:

Corte de queda é o corte final (4 na Figura 11), o qual fará a árvore deslocar-se de seu eixo pela força da gravidade.

Dependendo do tamanho da árvore, o corte de queda variará sua altura com o corte horizontal da boca de corte. Normalmente, estará entre 5 e, no máximo, 20 cm acima do corte horizontal, criando o degrau de queda.

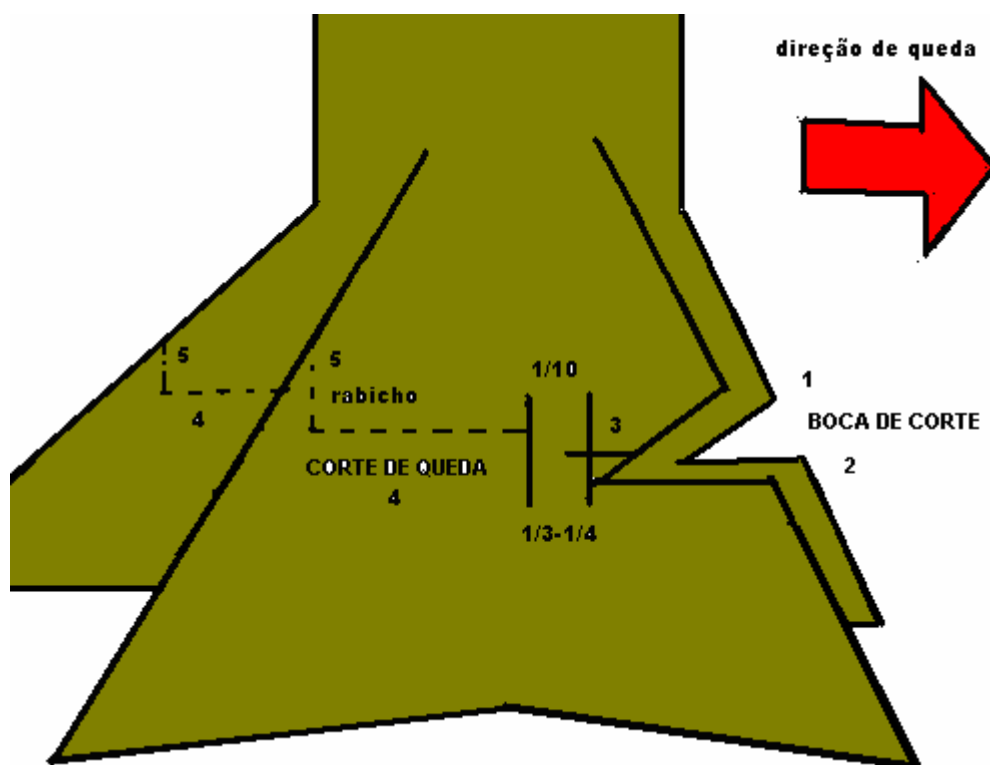


Figura 11 – Técnicas de corte.

Salienta-se que em que pese o fato de as técnicas de abate serem as mesmas tanto para casos gerais como para árvores de florestas plantadas, a engenharia de derruba de florestas tropicais tem complicadores, que são as grandes dimensões das árvores e as sapopemas.

Como pode ser visto nas Figuras 11 e 12, os cortes são desenvolvidos nas sapopemas, que são as estruturas de apoio das grandes árvores das florestas tropicais. Assim, o corte requer grande habilidade, pois pode ser necessário abrir mais de uma sapopema para boca de corte ou corte de queda, e isso requer um bom estudo da distribuição do peso da árvore.

A Figura 12 salienta um acréscimo importante para o abate de grandes árvores de florestas tropicais: o “rabicho”, o qual consiste em não executar o corte de queda de uma vez só, mas deixar uma pequena parte para o final, para maior segurança do operador da motosserra.



Figura 12 – Corte de grandes árvores

- Mudança na direção de queda (da natural para a desejada):

A *direção de queda natural* é aquela direção de queda que se verifica que a árvore tem por causa da sua forma, peso dos galhos, inclinação natural e outras causas naturais.

Entretanto, para proteger outras árvores da floresta que estão por perto e podem crescer e ter valor mais tarde ou por outros motivos de segurança, pode-se desejar outra direção de queda da árvore (*direção desejada*).

A regra mais útil é deixar mais larga a dobradiça do lado que se quer direcionar a queda da árvore. Como essa parte da dobradiça está mais resistente, forçará a queda nessa direção, pois resistirá mais a romper-se.

Também auxiliará a mudança de queda a colocação de uma cunha do lado oposto ao lado em que a dobradiça está mais fina.

4.2.1.6.2 Regras técnicas de arraste mecanizado

Para o seu planejamento, a atividade de arraste deve considerar os seguintes pontos:

Os operadores dos tratores e *chokers* (estropeiros) devem ser treinados.

Definir uma zona de atuação do trator de arraste para evitar problemas no movimento das máquinas. Essa zona terá uma área de 1 a 3 ha.

Definir plano operacional adequado para o trator de arraste, visando reduzir o tempo de ciclo e aumentar a capacidade de arraste.

Deve ser conhecido o 'tempo ciclo/ideal' de cada trator e carga/ideal (BRAZ; OLIVEIRA, 1997).

Visando um aumento na capacidade de arraste, a direção escolhida deve ser *descendo a declividade*.

A atividade arraste só deve iniciar no bloco a ser explorado, após a finalização completa do abate no mesmo, normalmente já realizada com um dia de antecedência.

Em condições de terrenos muito inclinados, quando se planeja o arraste, é recomendado por Sedlack (1985) que os limites da zona de arraste devam ficar em $b/3$, subindo determinada inclinação, e $2b/3$ (sendo b a distância entre duas estradas onde passa o transporte secundário), para o sentido de descendo a inclinação do terreno, resultando em distâncias médias teóricas de arraste de, respectivamente, $b/6$ e $b/3$ (Figura 13). Deve-se buscar para o arraste, normalmente, o sentido *descendo a declividade*, sempre que possível.

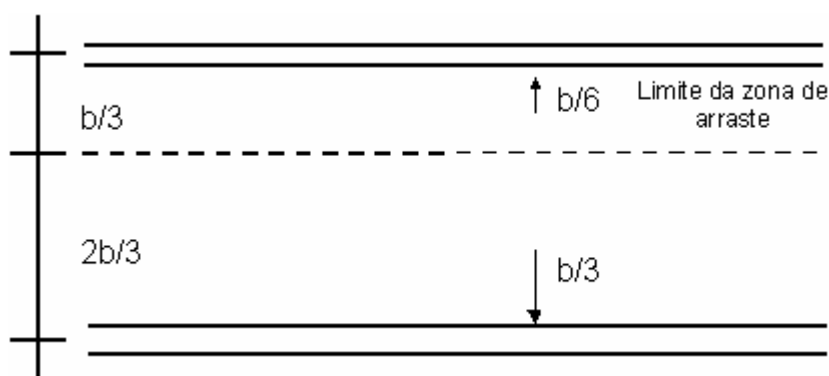


Figura 13 – Limite de arraste em áreas inclinadas

Fonte: Sedlack (1982)

4.2.1.6.3 Regras para garantia do baixo impacto no povoamento remanescente

É fundamental a “exploração cuidadosa” (DYKSTRA; HEINRICH, 1995). Essa expressão significa que se vão abater as árvores tomando muito cuidado para danificar o menos possível o povoamento.

Deve-se abater corretamente, podendo direcionar melhor a árvore, protegendo as árvores de menor valor, que são a poupança futura.

Devem-se cortar os cipós que prendem as copas das árvores para evitar danos a estas no momento do abate, preferencialmente no ano anterior a essa atividade.

Devem-se também planejar os caminhos e picadas para alcançar tais troncos, evitando danos a outras árvores menores de regeneração. É importante a utilização do mapa da área oriundo do inventário 100%, principalmente se os toros forem extraídos com maquinaria pesada.

Abater somente as árvores que se tem certeza que serão utilizadas. Tentar identificar se o tronco das árvores está podre por dentro (ou ocados) antes de abatê-la (KLASSON; CEDERGREN, 1996). Ela pode não ter utilidade abatida, mas ter utilidade em pé, pois diminui o efeito das clareiras, produz sementes, frutos para a fauna, etc.

Serão selecionadas e mantidas algumas árvores de grande porte a intervalos regulares com vista ao favorecimento da manutenção da regeneração natural.

Devem-se respeitar as regras de não abater em áreas de preservação permanente do Código Florestal (áreas muito inclinadas, cabeceiras e margens de rios e igarapés, etc.).

Dividir a área em compartimentos, considerando o acesso das estradas, divisões naturais do terreno, volume médio, considerações de caráter silvicultural.

As árvores devem ser abatidas de modo a evitar danos ao povoamento. Isso pode ser feito com técnicas de abate direcionado, que pode também facilitar o arraste. A orientação do abate (abate direcionado) pode diminuir a distância de arraste e diminuir significativamente o nível de dano na população florestal remanescente. A direção de queda deve estar entre 30 e 60 graus com relação à trilha de arraste.

Deve-se evitar abater árvores muito juntas umas das outras. Quando a clareira fica muito grande, a regeneração é composta normalmente por espécies “pioneiras” e, por conseguinte, de pouco valor econômico ou utilidade (BRAZ; OLIVEIRA, 1997).

4.2.1.6.4 Traçamento

Como o abate, o traçamento requer cuidados técnicos, pois trata da aplicação de diferentes forças e pressões, que serão tanto maiores quanto maior for o tronco abatido.

O traçamento é, também, uma atividade de risco, como o abate.

Antes de começar o trabalho de toragem, o operador deve considerar, no mínimo, os seguintes pontos (CONWAY, 1978):

- (a) o terreno ao redor e o possível efeito na tora a ser traçada;
- (b) as árvores e toras ao redor da abatida e como elas irão influir no trabalho que irá ser feito;
- (c) o tronco que vai ser cortado e o que vai acontecer com ele quando o corte for terminado;
- (d) o trabalho deve ser feito sem ameaçar, ferir ou machucar outras pessoas presentes no local.

4.2.1.6.4.1 Considerações gerais sobre o traçamento

Antes de se descrever as técnicas de traçamento, é preciso analisar primeiro o objetivo que terão as futuras toras da árvore tombada, a fim de evitar-se prejudicar o valor da madeira.

O possível comprador da madeira as exigirá dentro de certas especificações. Isto é, as toras deverão ter determinados aspectos: o comprimento mínimo, o diâmetro mínimo e a qualidade desejada.

Pode-se, por exemplo, reduzindo-se um pouco o comprimento da tora para se evitar um defeito, estar ganhando em valor junto ao comprador. Isso tudo tem de

estar bem claro antes da toragem e antes do abate, evitando-se, assim, o desperdício da madeira da floresta que está sendo manejada.

Para auxiliar a medição dos comprimentos, pode ser utilizada uma vara cortada no comprimento de 2 metros.

Sempre ter em conta que o custo de toragem não é muito alto, por isso, o que interessa nessa operação é a qualidade e não a velocidade.

4.2.1.6.4.2 Traçamento em condições normais

Condição normal significa que a árvore não está apertada, comprimida ou sob qualquer tipo de pressão exercida pelo terreno, por troncos ou qualquer outra condição anormal.

Quando o sabre é bem mais comprido do que a tora, um único e contínuo movimento com o sabre conclui o corte.

Quando o diâmetro do tronco de árvores grandes é maior que o comprimento do sabre da motosserra, o corte é feito em vários movimentos, primeiro de um lado (ou seja, a lâmina da motosserra é mudada de lugar várias vezes), para, depois, concluir-se do outro.

4.2.1.6.4.3 Traçamento em pequenas árvores sob pressão

Como regra geral, em árvores de pequeno diâmetro, inicia-se o corte primeiro do lado que está em compressão (Figura 14:1). A profundidade do entalhe não deve ultrapassar 1/3 do diâmetro. Nota-se que as flechas claras, que indicam as forças a que está submetida a tora, apontam para o corte. Termina-se a toragem com um corte na parte que está sob tensão (Figura 14:2).

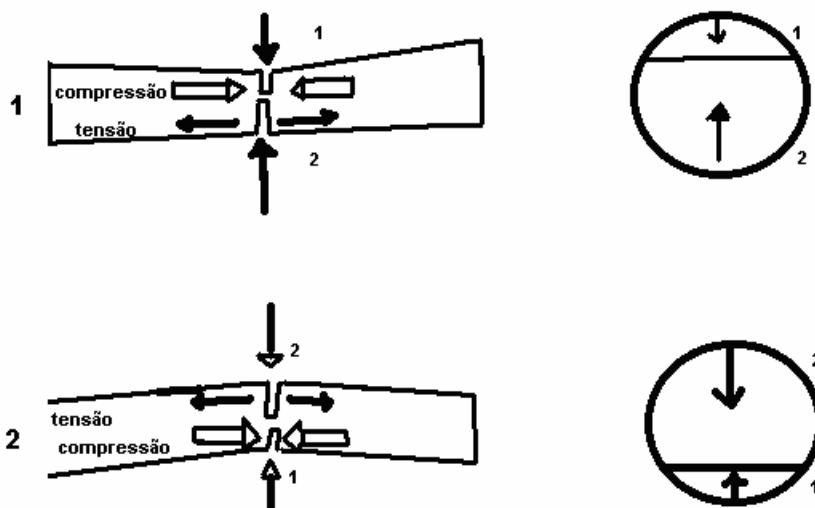


Figura 14 – Compressão e tensão no traçamento

4.2.1.6.4.4 Traçamento de grandes árvores sob pressão

a) Compressão na parte superior

Quando o tronco inteiro está em compressão na parte superior (árvore suspensa nas duas extremidades, por exemplo.), conforme Figura 15, 1) inicia-se o corte pelo lado oposto ao operador; 2) o passo seguinte é mover o corte para o topo da tora, para liberar a parte em compressão; 3) caso a tora seja muito larga, faz-se um pouco do corte do lado do operador (nem sempre necessário) e, 4) termina-se de *baixo para cima* e em direção ao operador.

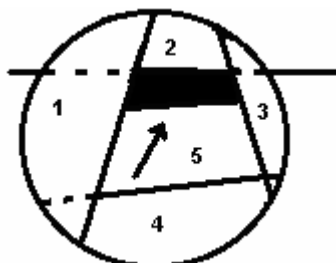


Figura 15 – Compressão na parte superior.

Fonte: Conway (1978)

b) Compressão na parte inferior

Quando o tronco está em tensão na parte superior e em compressão na parte inferior (metade da tora está apoiada e metade suspensa, por exemplo), conforme Figura 16, o procedimento é o mesmo do caso anterior, mas em ordem contrária, ou seja, 1) inicia-se no lado oposto (corte 1); depois é liberada a parte inferior em compressão (corte 2); 3) caso a tora seja muito larga faz-se um pouco do corte do lado do operador (nem sempre necessário); e o corte finaliza (4 e 5) de *cima para baixo* (o contrário do caso anterior) em direção também ao operador (sentido da seta interna).

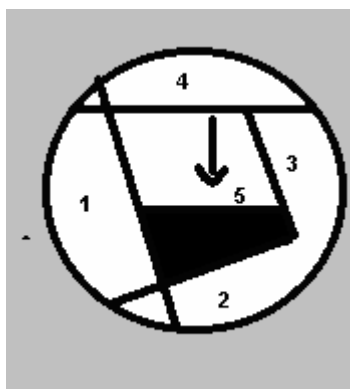


Figura 16 – Compressão na parte inferior.
Fonte: Conway (1978)

c) Compressão lateral

Nesse corte, as duas extremidades estão constrangidas e, no meio do tronco, está uma árvore ou um cepo pressionando (Figura 17).

O corte inicia liberando a compressão (1). O operador deve estar desse lado (por segurança), pois o toro rolará depois para o lado oposto. O corte continua na parte superior (2), depois na parte oposta (3), na parte inferior (4) e finaliza cortando para cima em direção ao operador.

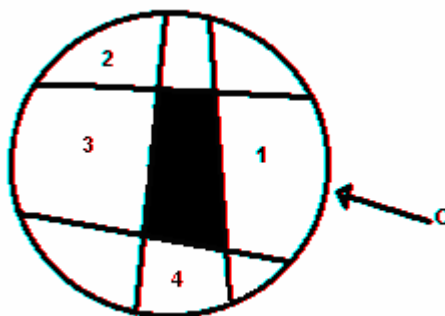


Figura 17 – Compressão lateral.

Fonte: Conway (1978)

d) Tronco com pressão final

Ocorre quando o tronco que vai ser torado está apoiado diretamente sobre o solo em um terreno inclinado e o toro está nessa direção. A pressão que a tora superior exerce sobre a inferior pode apertar o sabre da motosserra. Existe a necessidade de cunhar o corte tão logo ele se inicie (CONWAY, 1978).

e) Corte em bisel (uma extremidade continuará apoiada e a outra tombará).

Nesse caso, o corte deve ser em bisel (corte inclinado) para facilitar o deslizamento da parte que não ficará apoiada (Figura 18).



Figura 18 – Corte em bisel.

Fonte: Conway (1978)

4.2.1.6.4.5 Regras gerais de toragem

As regras que devem ser observadas na toragem são:

- 1) ver o lado que está em compressão;
- 2) posicionar-se no lado oposto à direção de rolamento dos toros;
- 3) o corte deve finalizar (via de regra) do lado do operador que é o lado em compressão.

4.2.1.7 Arraste

Os tratores skidders são preferíveis aos tratores de esteira. Seus pneus e fácil manobrabilidade podem reduzir em muito o dano ao povoamento (pequenas árvores e regeneração natural) e ao solo.

Os tratores de arraste modernos podem operar em inclinações severas. Entretanto, produzem dano ao solo, perdem em eficiência e conduzem à rápida depreciação da máquina (DYKSTRA; HEINRICH, 1995). Por isso, áreas muito inclinadas devem ser evitadas nas operações de arraste. O limite de inclinação do terreno deve andar à volta de 30%.

Outro fator importante é o dano que podem causar as trilhas de arraste. Como, normalmente, o arraste é feito ao acaso (sem planejamento), e devido ao denso sub-bosque da floresta tropical, o dano pode atingir entre 60 a 80% da área.

Para evitar essa situação, deve ser planejado e desenhado um “sistema de trilhas de arraste” junto ao plano de exploração e indicado no terreno, no período ideal, por sinais como bandeirolas, baseando-se em estudos de mapas e terreno. Sem dúvida, isso pode reduzir não somente danos como custos de operação.

Os tratores devem se manter normalmente dentro do sistema previsto de arraste e, se necessário, utilizar o guincho para puxar as toras a partir de um determinado ponto, significando redução no distúrbio ao solo, compactação, dano às árvores residuais e proporcionando, sem dúvida, um menor custo de operação.

A abertura das trilhas de arraste deve ser limitada ao máximo, para redução do dano ao povoamento. É preferível cortar o sub-bosque com facões e aparar com motosserra os tocos para evitar danos aos pneus do que utilizar a lâmina do trator de arraste. Essa deve ser utilizada o mínimo possível para diminuir o dano ao povoamento. Com relação também à lâmina, deve-se evitar andar com ela descuidadamente abaixada, quando em deslocamentos no povoamento, pois isso produz severos danos à vegetação.

As trilhas de arraste devem ser desenvolvidas da maneira mais retilínea possível, mudando a direção quando necessário para evitar terrenos instáveis ou muito inclinados. Nesse caso, deve-se fugir da inclinação, andando diagonalmente.

A largura da trilha deve ser a menor possível (em média 3,5m). No máximo 4,5m para tratores pesados.

Preferencialmente os tratores nunca devem cruzar igarapés.

Como foi mencionado anteriormente, em *descendo a declividade*, obtém-se maior capacidade no trator, quando necessária. Entretanto, sempre que possível (e isso pode se processar de forma natural), é preferível o sentido de *subindo a declividade* no que se refere ao dano ambiental (DYKSTRA; HEINRICH, 1995). Isso tende a dispersar o escoamento superficial da água na vegetação circundante (o contrário faz o sentido contrário que tende a concentrar a água no ponto de carregamento inicial das toras).

4.2.1.8 Planejamento ótimo da rede de estradas

O planejamento das estradas da rede, sejam secundárias ou picadas de arraste, deve buscar uma combinação entre distância ótima, densidade, forma fundamental da rede, classes de estradas, disposição dos estaleiros, tal que os custos de arraste, transporte sobre estradas, construção das estradas, sejam mínimos sobre específicas condições.

O primeiro conceito é o relativo à densidade de estradas. Esse conceito é fundamental para que se obtenha o ponto de equilíbrio entre custos das estradas e custos de arraste. Saliente-se que tais custos são os que oneram mais as operações de manejo.

Na Figura 19, observa-se que nem sempre a redução de custos passa apenas pela diminuição da construção de estradas, aumentando a distância de arraste. A curva superior mostra o custo total que é mínimo somente na estreita faixa central. A partir daí, mesmo diminuindo o custo em construção de estradas, o custo de arraste torna-se tão alto que influencia muito nos custos totais, tornando muito onerosa a operação (BRAZ, 1997).

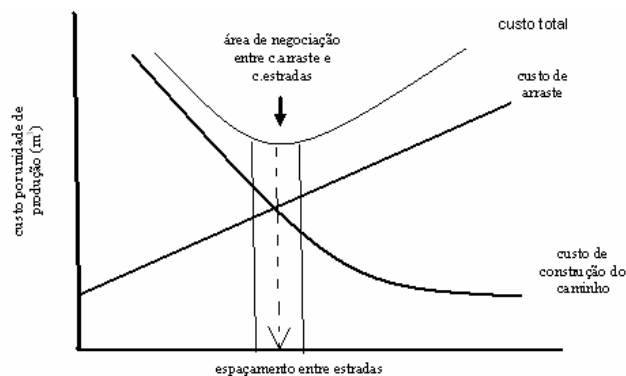


Figura 19 – Ponto ótimo entre estradas e arraste

Fonte: Heinrich (1973)

Conceitualmente, densidade de estradas é a relação entre o comprimento total de estradas a ser construída e a área total a ser abastecida pela rede. Normalmente, se expressa em m/ha.

A densidade ótima de estradas tem importância fundamental para caracterizar a intensidade necessária à construção de estradas nessa área, indicando, à primeira vista, a viabilidade da rede que está sendo planejada. Por exemplo: 20 m/ha significam que, teoricamente, são construídos 20 m lineares de estrada por cada hectare da área total.

Para determinação do traçado definitivo da estrada, o reconhecimento geral da área é fundamental, além de uma série de dados iniciais como: dados hidrológicos e geológicos; locação e tamanho da área; clima; recursos florestais; custos de exploração; experiências anteriores sobre a área, etc.

4.2.1.9 Distribuição ótima dos estaleiros

A distribuição dos pátios de estocagem ou estaleiros deverá ser também otimizada, concorrendo para facilitar o arraste e também não exceder o ideal, evitando maior dano ao povoamento e custos desnecessários. O tamanho do pátio também deve ser otimizado, de acordo com o potencial da área. Como regra geral, o seu dimensionamento estará em 25x30m, com faixas de circulação laterais para entrada e saída do skidder. O pátio deve ser localizado em lugar seco e plano. A distância entre 2 pátios, teoricamente, não deve ser menor que a distância ótima entre estradas. Isso será, evidentemente, um balizador para o lançamento dos

mesmos, uma vez que a concentração de madeira poderá descartar determinados pontos ou incrementar outros. Entretanto, essa orientação, auxiliará a manutenção da otimização do arraste e, portanto, a redução desses custos. Isso não deve ser confundido de maneira nenhuma com distribuição de pátios sistemáticos. Tem havido confusão, aliás, sobre o tema, e muitos técnicos na Amazônia têm cometido esse engano, ou seja, planejado redes de estradas desconsiderando a rede de drenagem, lançando estradas retas e sistemáticas e localizando pátios também de forma sistemática, mesmo em áreas sem potencial. O engano tem atingido órgãos licenciadores, fato este imperdoável.

Seu tamanho deve permitir o trabalho sistemático das atividades de carregamento, traçamento (se realizada no estaleiro) e movimentação do trator de arraste. A disposição paralela das toras é fundamental para facilitar o carregamento e funcionamento geral do estaleiro.

Amaral et al. (1998) calcularam a necessidade, para a área do pátio, de $1,26\text{m}^2/\text{m}^3$ para caminhão curto e de $1,57\text{m}^2/\text{m}^3$ para caminhão de carroceria longa.

A construção do estaleiro será realizada com o trator de esteira ou do próprio skidder.

Esse item será visto em maior detalhe posteriormente, quando da análise do arraste.

4.2.1.10 Sequência de planejamento

É necessária uma sequência de planejamento que considere, inicialmente, a distribuição das árvores comerciais passíveis de corte, seguida da inclusão da área de preservação permanente e inclusão das curvas de nível e zonas restritas, devido à inclinação do terreno. Também o lançamento dos pátios e trilhas respeitando essas declividades-limite e, finalmente, o planejamento das trilhas de arraste visando ao menor dano. A Figura 20 mostra essa combinação final segundo o sistema MODEFLORA (FIGUEIREDO et al., 2008).

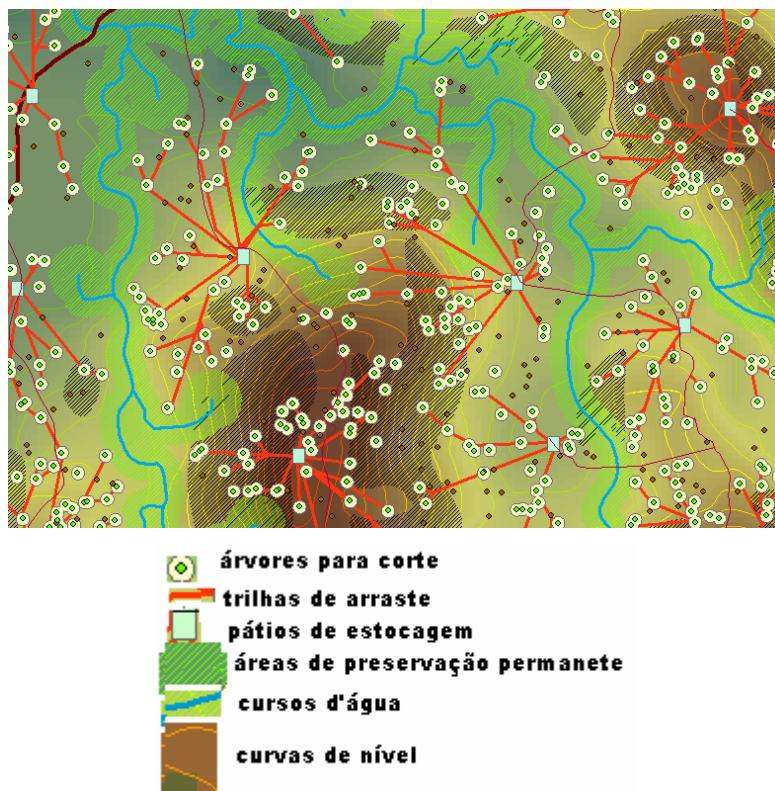


Figura 20 – Planejamento final de extração.
 Fonte: Figueiredo et. al. (2007)

4.2.1.11 Arraste e seleção de carga

As características de carga e de terreno influirão grandemente na produtividade, por isso, devem ser levantadas *a priori*, para que facilitem avaliações de possíveis pré-projetos ou, mesmo, de planejamento operacional. As informações de inventários florestais estatísticos ou de censos fornecem os dados básicos, e informações de solo e relevo fornecem os dados secundários.

Análise das condições de terreno e floresta

O conhecimento das condições do terreno é fundamental para o manejo da floresta tropical. A topografia e características da floresta influenciam os procedimentos e rendimento das máquinas, assim como a utilização do sistema escolhido (MALINOVSKI, 1981).

A topografia influencia na viabilidade da floresta para sua exploração, principalmente no caso da implementação de estradas que apoiarão a exploração, podendo tornar-se limitada em muitos casos (JOHNSTON et al., 1967).

Um compartimento, muitas vezes, tem sua topografia fragmentada em diferentes formas. Assim, como um local pode ser plano, o outro pode ser bem acidentado e com acentuado declive. Isso deve ser avaliado antes. Assim, essa análise, feita com bastante antecedência, servirá também como excelente auxiliar do manejo de precisão, para localizar no mapa de exploração as direções de arraste decorrentes da inclinação do terreno e carga. Assim, o mapa sugerirá o tamanho das cargas (se deverão ser traçadas ou não) e a direção de arraste, subindo (descendo a declividade). O agrupamento das informações de terreno pode ser feito pelo sistema MODEFLORA.

Para possibilitar essa visão e garantir a utilização dos equipamentos mais adequados, estes devem ser selecionados dentro dos critérios acima apresentados e com métodos adequados, como o que será mostrado a seguir.

Antes do planejamento da extração das toras, devem-se considerar algumas variáveis que terão influência no layout final a ser definido.

a) Densidade de árvores no talhão

A densidade de árvores de interesse comercial é um fator crítico para o arraste. Em florestas (ou pontos de arraste) com baixa densidade, o tempo de ciclo e, conseqüentemente, os custos aumentam.

b) Inclinação do terreno

Subindo a declividade, perde-se força de arraste e, descendo a declividade, a força de arraste recebe um ganho. Dessa forma, sempre que possível, deve-se arrastar a tora declividade abaixo. O ganho (ou perda) equivale a aproximadamente 10 kg por ton do peso do veículo acrescido da carga por 1% de inclinação do terreno (CATERPILLAR, 1990).

A percentagem de inclinação do terreno considerada como limite dentro de normas de segurança e trabalho produtivo é de 30% para o skidder de pneus (CONWAY, 1976).

c) Condições do solo

A *resistência ao rolamento*, causada pela penetração dos pneus no solo, subtrai a força tratora usável em aproximadamente 6kg em cada cm de penetração no solo multiplicado pelo peso de operação do trator. Assim, um trator com 12 toneladas de peso de operação e com 3,5cm de penetração no solo pode ter diminuída sua capacidade de tração de 250 kg, o que influirá, sem dúvida, no ciclo final (CONWAY, 1976). O terreno argiloso úmido, por esse fator, diminui a força tratora usável do trator em aproximadamente 20% com relação à terra firme. Já o terreno arenoso seco ocasiona a redução em 60% da força tratora em relação a que seria possível na terra firme.

Com condições ruins de terreno (pouca *capacidade suporte do solo*), o operador deve procurar outra rota com condições topográficas favoráveis para evitar aumento do tempo de ciclo. Além dessa mudança de caminho, pode ser indicada também uma redução na carga. Em muitos casos, um pequeno decréscimo na carga diminui danos aos pneus, assim como reduz o ciclo.

d) Volume por árvore

A regra básica é: maiores toros significam menores custos de arraste e vice-versa. Mas isso naturalmente deve ser compatível com a capacidade do trator de arraste. Daí a importância de se ter uma ideia da carga ideal segundo a potência do trator e as condições locais do terreno. A experiência do operador pode facilitar a decisão sobre as dimensões da tora.

Mas deve haver cuidado para que a tora de grandes dimensões não influa negativamente no ciclo, criando assim maiores custos.

d) Cálculo da capacidade de carga de acordo com equipamento e condições do terreno.

O controle de custos significa bons registros e, principalmente, confiáveis padrões de produção (CONWAY, 1976). Para se definir o padrão de produção, ou seja, produção ideal por equipe e/ou equipamento por período considerado (hora, dia, etc.) pode-se ter, *a priori*, um valor médio regional como base. Entretanto, no

caso do arraste é importante considerar influências locais que podem ocasionar fatores como resistência ao arraste da carga provocado pela inclinação do terreno, resistência ao movimento do equipamento na interação pneu/solo e, finalmente, resistência ao arraste na relação carga/terreno (BRAZ, 1997).

Cargas excessivas podem tornar inviável determinado arraste, prejudicando e danificando o maquinário e causando problemas ambientais, como erosão.

4.2.1.12 Estudo do tempo de arraste

Estudo de tempo e racionalização do trabalho (ajuste do sistema):

Supondo-se agora que as operações estão em andamento, torna-se necessária a cronometragem das atividades para estudos de tempo e racionalização das atividades. Isso é importante para se ter uma ideia dos pontos ideais de produção de cada atividade. Não se pode basear-se apenas em suposições. Afinal, um trator com determinada produção para um local específico pode ter resultados completamente diferente para outro.

Métodos adaptados utilizando o GPS (Geographical Position System) poderão futuramente facilitar essas avaliações, tornando-as mais precisas, como o método proposto no MODEFLORA. Entretanto, é necessário um entendimento dos conceitos que fazem parte dessas análises.

Esses estudos também podem ajudar na elaboração de equações que facilitem a elaboração de projetos.

O estudo de tempo considera métodos e consumo de tempo fracionando uma atividade em suas várias fases. Tais estudos servem para os cálculos econômicos e, principalmente, para a racionalização dos sistemas de exploração florestal (ANAYA; CHRISTIANSEN, 1986).

O estudo de tempo é essencial para acompanhar o sistema presente de exploração e colheita e para determinar falhas na sistematização do mesmo e sugerir as correções.

O estudo do trabalho tem como objetivo, segundo Stöhr e Leinart (1978), três aspectos básicos:

- aperfeiçoamento da relação gasto-receita com relação ao rendimento;

- humanização do trabalho, manutenção da capacidade de rendimento e satisfação laboral;

- remuneração justa de acordo com incremento da produtividade e, por conseguinte, da receita.

O estudo de tempo tem importância na compreensão da atividade como um todo.

Tipos de tempo, segundo Mayer (1992), são: tempo real: decorre durante a tarefa; tempo normal: eficiência 100% sem nenhum tipo de interrupção ou atraso; tempo padrão: eficiência 100% mas sofre atrasos inevitáveis.

Speidel (1966) menciona o *tempo ideal*. Para seu cálculo seriam necessários estudos especiais, como descrição do processo atual de trabalho e análise crítica do processo atual principalmente. Esse tempo ideal está diretamente relacionado ao tempo padrão do item anterior.

Subdivisão do trabalho em atividades parciais:

A subdivisão do trabalho em atividades parciais é a condição prévia para a realização do estudo de tempo do trabalho. Só com o estudo dos gastos e rendimentos das seções do decurso do trabalho será possível uma análise profunda sobre as falhas na atividade.

Quanto mais detalhada a subdivisão do decurso do trabalho, maiores serão as possibilidades de avaliação. Essa intensidade deve ser ajustada cuidadosamente, pois, em excesso, torna-se onerosa e difícil.

Tipos de atividades parciais:

Os tipos de trabalho são separados principalmente para :

- o homem;
- o meio de produção;
- o objeto de trabalho (alvo da observação).

Tipo de atividade para o *homem* (STÖHR; LEINART, 1978):

Dividem-se em duas:

- atividade composta de atividade principal, atividade secundária e atividade adicional;

- interrupção da atividade- composta de interrupção devida à característica do trabalho, à perturbação e às necessidades pessoais.

Também se deve acrescentar a atividade que não se pode avaliar (busca de uma ferramenta por exemplo).

Tipo de atividade para o *meio de produção*:

A semelhança da anterior, também se divide em duas:

- em uso composta por uso principal, uso secundário e uso adicional;
- interrupção de uso, composta de interrupção devida ao trabalho ou a uma perturbação.

Tempo de ciclo ideal:

Outro fator importante para estudar, junto à capacidade de carga, é o tempo gasto nas operações. Esse tempo chama-se de “tempo de ciclo” e reflete a eficiência do “plano de operação” preparado para o equipamento. O “plano de operação” dos equipamentos florestais, como o skidder, devido a seu custo diário, tem tanta importância como as “linhas de montagem” das indústrias.

O tempo de ciclo do arraste pode ser avaliado por amostragem (como será visto mais tarde), mediante modelos especiais, fórmulas, Tabelas (fornecidas pelo fabricante do equipamento) ou equações desenvolvidas para condições semelhantes.

Em atividades iniciais de planejamento, pode-se ter uma ideia geral do “tempo de ciclo”, com tempos médios encontrados em outros trabalhos realizados em florestas tropicais ou, mesmo, com equações regionais na busca de tempo de ciclos ideais.

Cada equipamento terá sua estrutura de “tempo de ciclo”.

4.2.1.13 Balanceamento do equipamento e pessoal

De acordo com o definido no plano de manejo florestal e com os sistemas escolhidos, a realização da produção desejada dependerá agora do ajuste desses fatores com os módulos de trabalho desejados. O processo do balanceamento é o nivelamento, em termos de tempo e custo, de determinada linha de produção, no

caso, a exploração florestal, eliminando-se demoras improdutivas e mantendo-se um ritmo de trabalho constante (MACHADO, 1984).

Basicamente, dois enfoques poderão ser dados, balanceamento por número de equipamento ou balanceamento por períodos de trabalho diário. Ou, preferencialmente, um ajuste entre os dois sistemas. No primeiro caso, a produção desejada será atingida calculando-se o número de equipamentos necessários para atingir a mesma. Já no segundo, o equilíbrio se dará com o aumento de horas trabalhadas ou turnos de trabalho. A interface entre as atividades corte, arraste, carregamento e transporte secundário deve estar perfeitamente balanceada.

A previsão e cálculo dos equipamentos necessários devem ser os mais exatos possível. Os custos são altos e devem ser reduzidos sem comprometer a segurança no trabalho, o ambiente e a data de entrega do produto, no caso, a madeira. O conceito matemático “otimização” começa já aí a ser empreendido, ou seja, o melhor uso dos recursos disponíveis.

Nesse cálculo, para o adequado balanceamento, a primeira condição é tornar viável a diferente fase de exploração nos períodos considerados. Esses períodos, distribuídos por grupos de meses, são importantes devido, principalmente, à influência climática.

Atrasos nas atividades de campo, chuvas não previstas, relevo e solo desconhecidos previamente podem acarretar mudanças drásticas na produtividade e influir em todo o balanceamento previsto.

Os parâmetros técnicos podem, inicialmente, ser originários de trabalhos publicados, informações de campo e outras fontes de pesquisa. Posteriormente, deverão ser aperfeiçoados para as condições locais.

Essa informação sobre a produtividade de cada fator envolvido (pessoal ou equipamento) não dependerá apenas de uma medida casual, mas da utilização de aferimentos embasados em métodos técnico-científicos (informações do fabricante, aferimento local, estudos de tempo, etc.).

4.3 Metodologia

O estudo foi realizado em uma área da empresa ST Manejo de Florestas, no compartimento Iracema II. Os cálculos necessários ao planejamento e execução foram baseados nas condições de relevo, solo e estrutura florestal desse compartimento, já detalhadas no Capítulo I.

4.3.1 Cálculo da densidade ótima de estradas (doe)

Esse é um parâmetro importante para se visualizar o quanto de estradas se poderão construir de maneira econômica na área e se complementar o conceito de distância entre estradas.

$$DOE = 50 \sqrt{C.T.V.q/R} \quad (9)$$

Sendo:

C = c.t.1000/L;

C=custo de extração em R\$ por m³/km;

c=custo da operação de arraste em R\$/min;

t= tempo em minutos gasto pela extração, em viagem, com ou sem carga, na distância de 1 m;

L=capacidade de carga média em m³ do trator de arraste;

T= fator de correção para os casos em que a extração não é feita em linha reta e perpendicular à estrada e não termina no ponto mais próximo ao de origem. Esse fator é normalmente estimado entre 1 e 1,5;

V=fator de correção quando as estradas não são paralelas e são tortuosas com espaçamentos desiguais entre si. Estima-se o fator normalmente em 1,0 – 2,0;

q= volume de madeira a ser explorado em m³/ha;

R= custo de construção da estrada em R\$/km.

O valor 1,0 para T e V indica que a extração é realizada em linha reta, perpendicular às estradas que são perfeitamente paralelas. Isso nunca acontecerá na prática (SUDAM, 1978)

4.3.2 Cálculo da separação ótima entre estradas (soe)

Complementarmente, foi calculada a separação ótima entre estradas. Separação ótima entre estradas é a separação ótima teórica entre as estradas da rede, que permitirá obter distâncias de arraste ideais para determinado equipamento

de extração, como, por exemplo, o trator de arraste, com menores custos de utilização e de construção das estradas. Como foi visto, o equilíbrio entre o custo de arraste e o custo da estrada com um custo total mínimo dará o espaçamento ideal ou ótimo entre as estradas secundárias

O cálculo utilizado para a distância ótima entre estradas nos explica o ponto ótimo de equilíbrio entre os custos de arraste e construção de estradas. Esse cálculo teórico serve de base para análise de ponto de equilíbrio comparativo com as distâncias reais obtidas:

$$b = 2 \sqrt{10C/V.tr} \quad (10)$$

Sendo:

C = Custo de construção da estrada em R\$/Km; V = volume explorável em m³/ha;
tr = custo de arraste em R\$/m/m³; b = distância média entre estradas.

A rede se desenvolverá de acordo com a topografia (obedecendo aos divisores de água). Equivocadamente, muitas empresas e, mesmo, manuais técnicos apresentam a sugestão de estradas traçadas em linha reta rígida (traçado sistemático). Fazem uma confusão entre distâncias ótimas entre estradas e obrigatoriedade de traçado reto, desconsiderando o terreno. Pior que isso, alguns manuais fixaram uma distância, esquecendo os potenciais de cada tipologia florestal. Isso é um erro que ocasionará sérios problemas de transporte, no período de chuvas, quebra de equipamento, erosão, dano ambiental, etc.

Na verdade, tal cálculo é apenas um artifício, o qual nos proporcionará um parâmetro indicativo de quanto deverá custar o arraste para ser o mais econômico possível. Esse valor médio é dado pela separação ótima dividida por 4 (b/4).

Resumidamente, o planejamento de estradas deverá considerar a relação entre custo de arraste e custo de construção de estradas. O ponto de equilíbrio será atingido quando o somatório dos custos dessas duas operações for o menor possível.

Como norma geral, se evitará cruzar igarapés ou outros cursos, visando reduzir dano ambiental (ITTO, 1993) e custos de manutenção na construção de estradas. Sempre que for possível, o planejamento deve ser feito dentro da microbacia. Devem-se identificar os pontos com maior concentração de árvores.

Não ultrapassar a intensidade máxima de lançamento de estradas permitida pelo IBAMA e procurar o equilíbrio entre os custos operacionais e modificação ambiental são também fatores importantes.

4.3.3 Cálculo da capacidade de carga

O cálculo da capacidade de carga foi feito utilizando-se o sistema indicado pela Performance Handbook (CATERPILLAR, 1990), onde se considera resistência de rampa, resistência ao rolamento e resistência de arraste.

a) Resistência de rampa (Rrp):

Resistência de rampa é a força que a inclinação obriga o trator de arraste a fazer na tentativa de ultrapassá-la com determinada carga.

$$Rrp = (DMS).(10kg/t).(PMA) \quad (11)$$

Sendo:

DMS = Declividade máxima de subida em %;

PMA = Peso médio de arraste (em kg) = GVW + CMT;

GVW= Peso de operação do equipamento considerado em kg;

CMT= Carga média transferida (Carga média * 0,5) em kg;

b) Resistência ao rolamento (RR):

Resistência ao rolamento é a resistência causada pela penetração dos pneus no solo, causando oposição ao movimento do equipamento, devido à interação pneu/solo, causando subtração da força de arraste total.

$$Rr = (0,02.GVW).+ (0,006.GVW.TP) \quad (12)$$

Sendo TP – penetração do pneu em centímetros

c) Resistência de arraste (RA):

Resistência de arraste é a resistência causada no esforço de mover determinada carga colocada sobre determinado solo, ou seja, é a oposição ao arraste decorrente da relação carga/terreno.

RA = Determinada por meio de Tabela da CATERPILLAR (anexo 1)

A Resistência total (RT) será:

$$RT = R_{rp} + R_R + RA \quad (13)$$

d) Força tratora usável (FTU):

Força tratora usável é a força realmente disponível na barra de tração sob condição de todos os esforços anteriores. Corresponde ao esforço que realmente pode ser realizado naquelas condições de terreno.

FTU = Determinada com auxílio de Tabela (anexo 2), com base na declividade e condições de solo.

Quando a RT for maior que a FTU, a carga não pode ser transportada.

e) Estudos de tempo e racionalização do trabalho:

Dizem respeito às seguintes variáveis: tempo para executar os elementos, ciclos e trabalho como um todo e quantidade do produto do trabalho (m^3 de madeira produzida por exemplo); e às seguintes condições: características do equipamento, inclinação do terreno, características das árvores, etc.

4.3.4 Cálculo do tempo de ciclo de arraste

O cálculo do tempo de ciclo de arraste com o trator skidder decomporá todas as atividades do arraste, utilizando o método “tempo contínuo”, segundo

(MALINOVSKI, 1981). O tempo de ciclo compreende desde a preparação da carga até a conclusão da viagem descarregada.

4.3.5 Rendimentos dos equipamentos e atividades

Para o balanceamento, previamente se devem ter informações do rendimento dos equipamentos ou pessoal envolvido.

A fórmula básica é (da SILVA; MIRANDA, 2002):

$$R/m^3 = \frac{N \cdot He / A}{V}$$

(14)

Sendo:

R = rendimento ou quociente técnico ou padrão;

N = número de fatores de produção envolvidos;

He = horas efetivas de trabalho;

A = área trabalhada em hectare.

4.4 Resultados e discussão

4.4.1 Planejamento ótimo da rede de estradas

A densidade ótima calculada foi de 18,49m/ha (Tabela 21). A densidade obtida em campo foi de 21m/ha. A densidade real é de apenas 13,50% menor que a densidade ideal. Isso está dentro dos 20% de variação que pode ocorrer devido à topografia e aos acidentes do terreno. O planejamento buscou, portanto, o ponto ótimo que equilibra custos de estradas secundárias e custos de arraste. A fórmula deve ser considerada como um meio para determinar o intervalo econômico de intensidade de estradas a serem desenvolvidas no compartimento e não como um parâmetro inflexível (ANAYA; CHRISTIANSEN, 1986).

Tabela 21 – Densidade ótima de estradas calculadas e seus índices, área de 547 ha.

Variáveis	Indicadores
Densidade ótima de estradas calculada (DOE)	18,49
DRE real / ha	21,00
Número de equipes	2
Metros lineares de estrada / h	100,00
Número de dias trabalhados / mês	26,00
Número de horas trabalhadas / dia	8,00
Relação DOE calculada/ DREI	0,88
Total de estradas abertas	10.940,00
Tempo abertura de estrada (h)	54,70
Tempo abertura de estrada (mês)	0,26

Sendo: DOE = densidade ótima de estradas;
DER = densidade real de estradas.

4.4.2 Distribuição ótima dos estaleiros

Teoricamente, a relação $10.000/DOE$ é igual à distância entre estradas. Como o valor de DOE calculado foi de 18,49 m/ha, a distância entre estradas é de 540 metros. Sabe-se que, se colocados idealmente nos vértices dos cruzamentos entre estradas, a distância ideal entre os pátios será igual à distância ótima entre estradas. Assim, mediante esse artifício (simulando que as distâncias entre estradas são regulares), a distribuição ótima deverá buscar cobrir raios para arraste de 270 metros. Enfatiza-se que todas as necessidades já mencionadas de relevo, lançamento das estradas de acordo com limites de inclinação do terreno (preferencialmente divisores), topografia, drenagem, potencial madeireiro da área acrescentado desse parâmetro, devem ser consideradas para uma boa localização do pátio. Esse fator relacionado a um posicionamento ótimo é ponto a mais a colaborar na eficiência e, portanto, não deve ser tratado de maneira rígida. Nessas condições, a distância média de arraste calculada será de 135 metros (b/4).

A Figura 21 mostra as relações entre distância ótima entre caminhos, distância média teórica de arraste e zona de localização dos pátios.

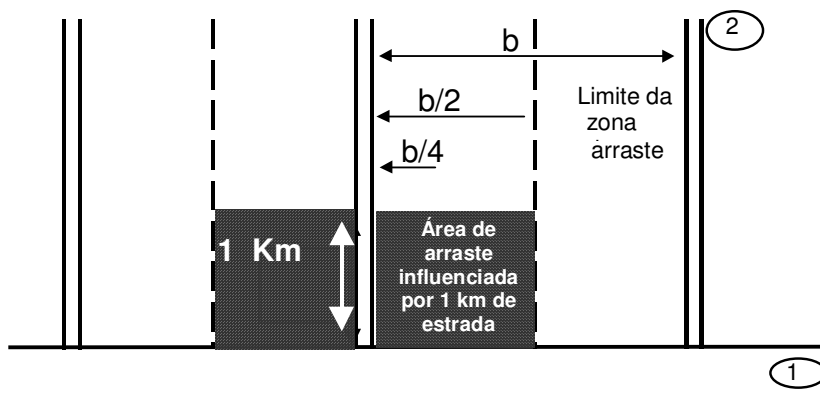


Figura 21 – Separação ótima entre estradas

Sendo:

- 1 : estrada principal;
- 2 : estradas secundárias para os quais quer se calcular a distância ótima;
- b : distância ótima entre caminhos em metros;
- $b/2$: redução econômica da distância da estrada;
- $b/4$: distância média teórica de arraste;
- V : volume explorável em m^3/ha ;
- C : custo da construção do caminho em $R\$/Km$;
- tr : custo do arraste em $R\$/m/m^3$;
- CC : custo do caminho por m^3 de madeira transportada;
- CA : custo do arraste por m^3 de madeira transportada;
- $b/2$: indica o limite da área de arraste, ou seja, é a máxima distância de arraste a ser considerada.
- $b/4$: nem sempre indica a real distância média teórica de arraste. Esta é normalmente, 20 a 30% mais longa, mesmo em terrenos planos.

De acordo com a distância entre estaleiros calculada, a área de atuação de cada um será de $228.906m^2$. Transformando em hectares, seriam 22,89 hectares. Ou seja, cada pátio de $20 \times 25m$ cobriria aproximadamente 23 hectares ou o equivalente a $368 m^3$ de madeira. O número de pátios necessários de forma otimizada seria de 24 pátios para os 547 hectares do compartimento. A área dos 24 pátios é de $12.000m^2$, que significam 0,22% do compartimento. Sendo assim, ainda existe uma folga de mais de 0,48% (caso precise um melhor arranjo devido à topografia muito acidentada) sobre o compartimento, pois o IBAMA permite 0,7% da área do compartimento em pátios (IBAMA, 2002).

4.4.3 Corte

O corte é uma operação de alto risco e requer cuidados de técnicas de segurança no trabalho. Com os devidos cuidados de planejamento, a produção tende a ser um pouco mais baixa do que a sem planejamento, ao contrário das outras atividades. Entretanto, isso não é limitante, pois não residem aí os custos mais altos do manejo. Por outro lado, a segurança do operador da motosserra e seu auxiliar fica assegurada.

A projeção (Tabela 22) foi de corte de, em média, 3 árvores por ha, no ritmo de 4 árvores por hora, sendo necessárias 3 equipes com um trabalho inferior a 1 (um) mês (0,65 do mês) para o compartimento de 547 ha.

Tabela 22 – Índices de produção estimados para o corte em área de 547 ha

Atividades	Índices de Produção
Número de árvores cortadas / ha	3,00
Volume médio / árvore	5,40
Número de equipes	3
Número de árvores cortadas / h	4,00
Número de dias trabalhados / mês	26,00
Número de horas trabalhadas / dia	8,00
Tempo previsto para o corte (h)	134,93
Tempo previsto para o corte (mês)	0,65

4.4.4 Seleção de carga

Foram identificadas 2 áreas: uma com argila predominantemente e outra com influência de areia na sua estrutura.

Como pode ser visto na Tabela 23, perto de oito toneladas podem ser usadas sem problemas segundo as projeções, quando se trata das inclinações perto de 5%, de argila seca, sem estruturação, penetração no solo de 5 cm. Com carga de 9 ton, a força tratora usável é ainda superior à resistência total (RT), entretanto, a resistência total atinge 83% da força usável. Na coluna de relação entre R Total e F T usável, o número fica sempre bem abaixo de 1.

Tabela 23 – Força tratora usável, inclinação 5%, argila seca, sem estruturação, penetração no solo de 5 cm.

Carga (ton)	Resistência total (RT)	Força tratora usável (FTu)	Relação (RT/FTu)
5	3.017,96	6.000,00	0,50
6	3.354,76	6.200,00	0,54
7	3.689,14	6.400,00	0,58
8	4.700,45	6.600,00	0,61
9	5.651,97	6.800,00	0,83

Na Tabela 24, em inclinação 10%, argila seca, sem estruturação, penetração no solo de 5 cm, a relação Rel/Ftu fica, a partir da carga de 8 ton (a resistência total atinge 82% da força usável), muito perto de 1. Isso significa que são desaconselháveis cargas acima desse valor, pois resistência e força usável são iguais.

Tabela 24 – Força tratora usável, inclinação 10%, argila seca, sem estruturação.

Carga (ton)	Resistência total (RT)	Força tratora usável (FTu)	Relação (RT/FTu)
5	4.116,98	6.000,00	0,67
6	4.544,72	6.200,00	0,73
7	4.969,49	6.400,00	0,78
8	5.391,71	6.600,00	0,82
9	5.811,73	6.800,00	0,93

Com a inclinação de 15% (Tabela 25), ainda em argila, com carga de 7 toneladas ocorre o equilíbrio, indicando que a carga não poderá ultrapassar esse valor. Cargas de 8 ton e acima não são passíveis de arraste, pois a relação Rel/Ftu está entre o valor 1 e acima. Como mostra a Figura 22, 7 ton seria a carga máxima, mas sobrecarregaria a máquina.

Tabela 25 – Força tratora usável, inclinação 15%, argila seca, sem estruturação.

Carga (ton)	Resistência total (RT)	Força tratora usável (FTu)	Relação (RT/FTu)
5	5.296,24	6.000,00	0,88
6	5.830,10	6.200,00	0,94
7	6.360,28	6.400,00	0,99
8	6.887,34	6.600,00	1,04
9	7.411,69	6.800,00	1,08

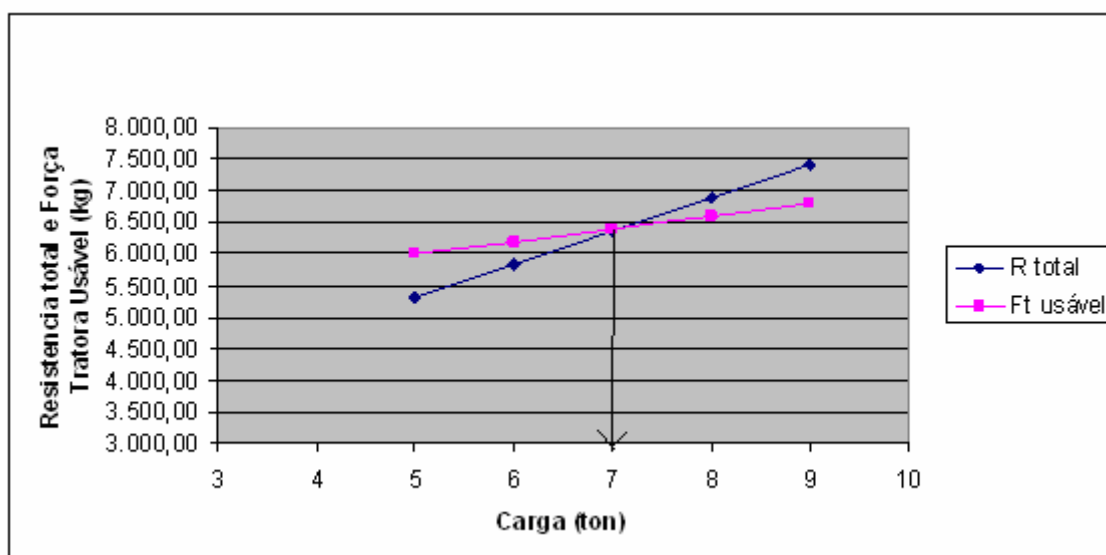


Figura 22 – Carga máxima para terreno argiloso, seco, 15% de inclinação.

Em área de areia solta, já em 5% de inclinação (Tabela 26), a relação Rt para FTu é semelhante para algumas cargas de 15% de inclinação em argila. O ideal seriam cargas abaixo de 6 tons, podendo atingir 7 tons.

Tabela 26 – Força tratora usável inclinação 5%, areia solta.

Carga (ton)	Resistência total (RT)	Força tratora usável (FTu)	Relação (RT/FTu)
5	3.467,96	4.500,00	0,77
6	3.819,76	4.650,00	0,82

Carga (ton)	Resistência total (RT)	Força tratora usável (FTu)	Relação (RT/FTu)
7	4.169,14	4.800,00	0,87
8	4.516,45	4.950,00	0,91
9	4.861,97	5100,00	0,95

Em 10% de inclinação, área de areia solta (Tabela 27), as cargas deverão estar abaixo de cinco toneladas. Como mostra a Figura 23, mesmo 4 tons ainda seria uma carga que acarretaria muito esforço ao trator de arraste.

Tabela 27 – Força tratora usável, inclinação 10%, areia solta.

Carga (ton)	Resistência total (RT)	Força tratora usável (FTu)	Relação (RT/FTu)
3	3.669,63	4200,00	0,87
4	4.120,60	4350,00	0,97
5	4.566,98	4.500,00	1,01
6	5.009,72	4.650,00	1,08
7	5.449,49	4.800,00	1,13
8	5.886,71	4.950,00	1,19
9	6.321,73	5.100,00	1,24

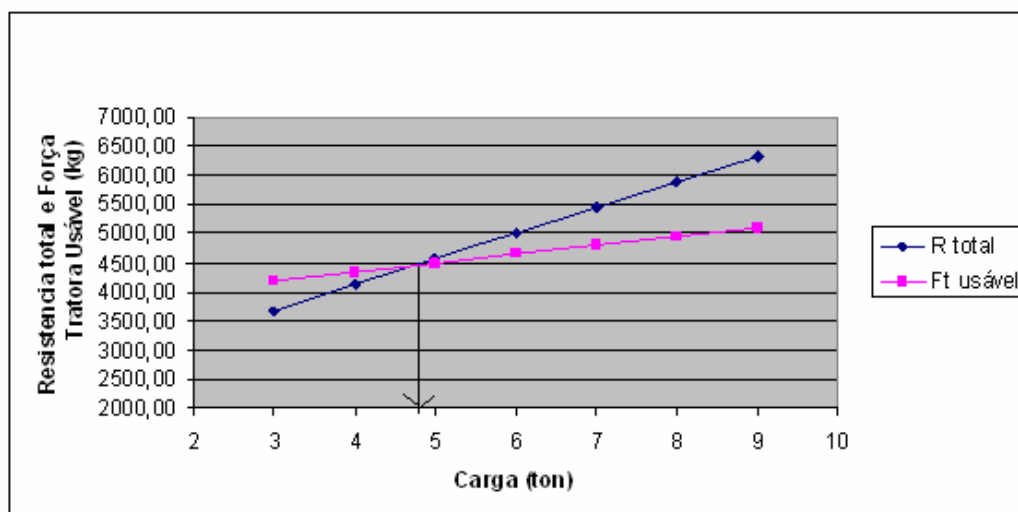


Figura 23 – Carga máxima para terreno arenoso, solto, 10% de inclinação.

O compartimento tem inclinações variadas, então, para evitar a sobrecarga do equipamento, trabalha-se com a carga ligeiramente abaixo da máxima calculada de acordo com as situações de solo.

4.4.5 Estudos de tempo arraste

Como pode ser observado na Figura 24, o tempo de ciclo obtido foi de 11' e 6". Esse tempo, comparado a tempos anteriores obtidos em outros trabalhos de pesquisa, indica um excelente resultado. Esse resultado, salientando-se a produtividade por hora (33,02 m³/hora), somente pode ser obtido com o adequado planejamento já indicado anteriormente.

A correlação entre tempo de viagem sem carga e viagem com carga foi de 68%, o que indica que houve retorno pela trilha inicial, reduzindo assim grandemente os danos ambientais.

Foi possível definir uma equação para o tempo de ciclo para condições locais ou semelhantes com um R² razoável de 0,6046:

$$TC = 3,0285 + 0,0437.d \quad (15)$$

Sendo:

TC = tempo de ciclo do arraste;

d = distância média de arraste no compartimento ou subcompartimento.

A carga média do skidder, por ciclo de arraste, foi de 6,11 m³. O valor alto é devido ao planejamento preferencial de arraste descendo a declividade sempre que possível. Esse procedimento eleva a capacidade de carga.

A distância média de arraste medida em campo foi de 176,49 m. A distância foi compatível 77% com a distancia média de arraste teórica calculada (135 m).

Com essa equação e tendo com o planejamento definido as distâncias médias de arraste nos subcompartimentos, podem-se prever os tempos de ciclo da atividade de arraste com antecipação. Isso facilitará o planejamento do ponto de vista de cálculo de custos (essa atividade é a mais cara no manejo de florestas

tropicais) e também na previsão do tempo necessário para concluir a atividade no tempo previsto.

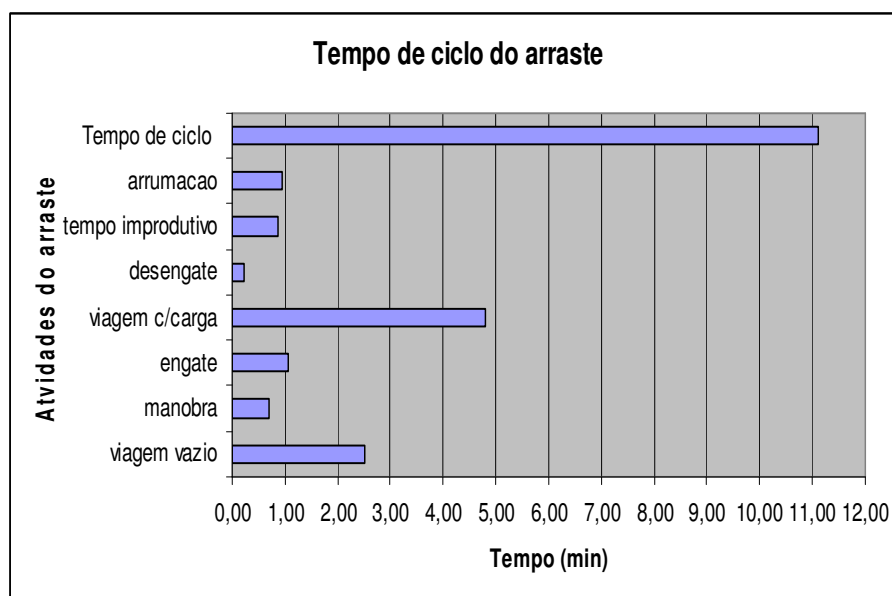


Figura 24 – Tempo de ciclo do trator de arraste e tempo gasto por atividade.

Pelos dados da Tabela 28, pode-se verificar que os dados maiores do tempo de ciclo ocorrem nas viagens vazio e carregado. A única melhoria aí seria checar se as trilhas estão sendo obedecidas. Pela análise da correlação entre tempo de viagem vazio e viagem carregada, pode ser avaliado que isso está ocorrendo segundo o planejado. Sendo assim, nada pode ser melhorado nestes parâmetros. O tempo improdutivo possui um CV% muito alto, o que pode comprometer produções diárias, então a recomendação é checar esses pontos.

Tabela 28 – Parâmetros do tempo de ciclo

Atividades/parâmetros	Tempo (seg.)/dist. (m)/vol.(m ³)	%	CV%
Viagem vazio	150,74	22,62	73,81
Manobra	42,55	6,38	68,63
Engate	62,87	9,43	50,06
Viagem c/carga	288,60	43,31	71,89
Desengate	13,08	1,96	90,10
Improdutivo	51,17	7,68	155,59

Atividades/parâmetros	Tempo (seg.)/dist. (m)/vol.(m³)	%	CV%
Arrumação da pilha	57,39	8,61	89,89
Tempo total de ciclo	666,42	100,00	53,53
Distância média	176,49	-	65,23
Volume médio	6,11	-	36,21
Produção m ³ /hora	33,02	-	-

A carga mostrou uma variação equilibrada. Os demais CV% encontram-se adequados a esse tipo de atividade e análise.

Obtidas essas informações, a meta agora do Engenheiro Florestal é manter esses padrões ou melhorá-los quando possível ou indicado.

Essas informações facilitam o planejamento e os cálculos de produtividade e custos.

4.4.6 Balanceamento de equipamento e pessoal

A Figura 24 indica o rendimento das atividades de manejo em hectares por dia, onde: marcação dos compartimentos e Inventário 100% (censo) relacionam-se ao rendimento efetivo por área levantada ou marcada; balizamento de trilhas e abertura de estradas relacionam-se ao número de hectares que servirão para facilitar a exploração. Com relação aos pátios de estocagem, o rendimento associa-se ao somatório de suas superfícies possíveis de abrir em um dia, e o corte de árvores, arraste, carregamento, transporte, correspondem às áreas do talhão possíveis de explorar por dia. Esses índices, assinalados na Figura 25, relacionam-se às condições de exploração já especificadas, podendo variar de acordo com o potencial da floresta, treinamento e equipamento do pessoal de campo, entre outros fatores.

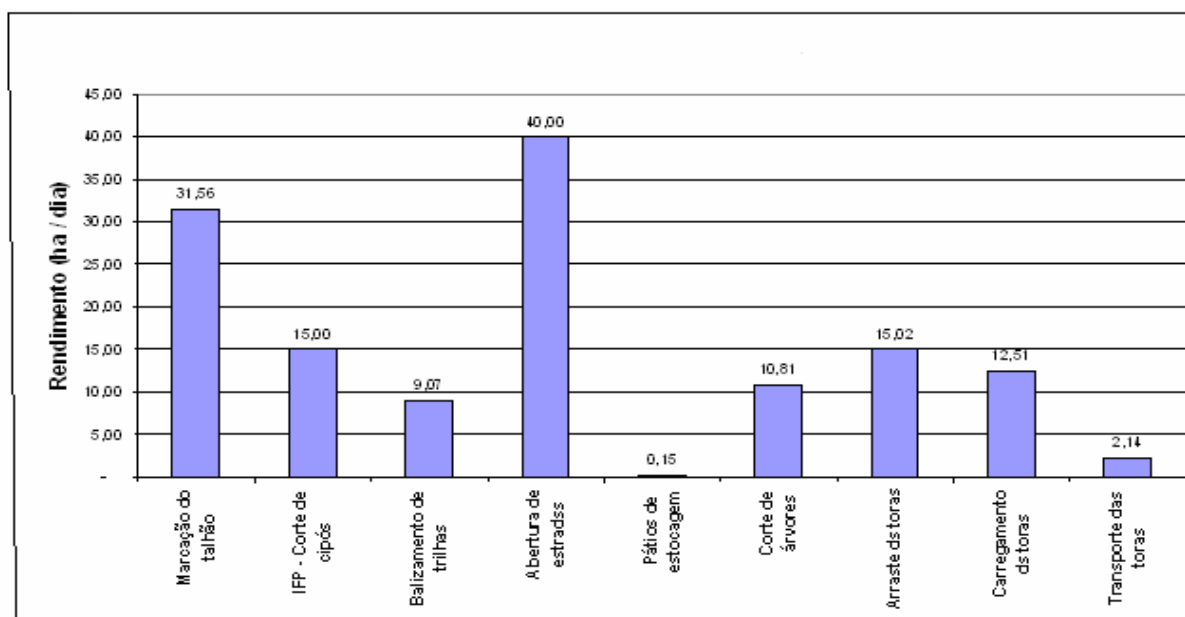


Figura 25 – Rendimento das atividades de manejo em hectares por dia.

A Tabela 29 mostra a distribuição de pessoal de acordo com as necessidades por atividade e por mês. A coluna Eq/p indica o número de pessoal por equipe. A coluna P/at indica somatório total de pessoal necessário por atividade. Em cada coluna mensal aparece o somatório de pessoal de acordo com o número de equipes determinadas para aquele mês. A Tabela 29 facilita a visão e planejamento de campo, prevendo em que meses haverá maior necessidade de pessoal ou maior folga, evitando estrangulamentos.

Tabela 29 – Planejamento das necessidades mensais de pessoal e equipamento

Atividade Pré-Exploratória: Ano 0

Atividades/pessoal e equipamentos	Eq/p	Jan	Fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	P/at
Compartimentalização	1eq/5								5	5				10
Inventário 100%/Mapa logístico	1eq/4									4	4	4		12
Preparo da área (corte cipós)	1eq/2									2	2	2		6
TOTAL de pessoal/mês por Atividade									5	11	6	6		28
Atividade Exploratória: Ano 1														
Atividades/pessoal e equipamentos	Eq/p	Jan	Fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	Nov	dez	P/at
Marcação de árvores p/corte	1eq/2				2	2								4
Estudo do traçado da estrada no terreno	1eq/5						5	5	5					15
Construção de estradas Esteira, motosserra, motoniveladora, carregadora frontal	1eq/8						8	8	8					24
Construção de pátios de	1eq/4						4	4	4					12

Atividades/pessoal e equipamentos	Eq/p	Jan	Fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	P/at
estocagem														
Derrubada e traçamento	11eq/ 2						3	3	3					9
Arraste	1eq/2							2	2	2				6
Skidder 180hp + 1operador e auxiliar														
Carregamento	1eq/2								2	2	2	2		8
Carregadora frontal 85hp														
Controle do sistema	2				2	2	2	2	2	2	2	2		16
TOTAL de pessoal/mês por Atividade					4	4	22	24	26	6	4	4		94

Por outro lado, a Tabela 29 é importante para, com base no conhecimento do período mais intenso de chuva, evitar-se trabalhar nessas ocasiões. Nessa Tabela, pode-se ver que o tempo disponível para o arraste reduz-se a três meses no ano em condições ideais.

4.5 Conclusões

Todas as atividades relacionadas ao plano de manejo, principalmente as ligadas à exploração, devem partir de estimativas e projeções que facilitem seu planejamento, para que não haja falhas ou estrangulamentos em períodos críticos (período de chuvas por exemplo).

Preferencialmente, estudos de tempo devem ser utilizados como fortes ferramentas de planejamento. A equação de ciclo do trator de arraste (skidder) apresentada pode ser usada regionalmente em condições semelhantes de estrada e floresta. O cálculo da capacidade de carga ideal para situações diferenciadas de topografia facilita as operações de campo e fornece ganho em produtividade.

Além do dimensionamento das demais equipes, este capítulo determinou principalmente a densidade ótima de estradas para o compartimento, evitando gastos, danos ao ambiente e ciclos ótimos de arraste. Esses dois pontos são fundamentais para a redução de custos da empresa. Os procedimentos podem ser utilizados para cada situação. Por outro lado, o capítulo enfatizou as normas de exploração de impacto reduzido, direcionada para florestas naturais tropicais.

CAPÍTULO V – PROJEÇÃO DO PRÓXIMO CICLO DE CORTE DE UM COMPARTIMENTO EXPLORADO DE FLORESTA TROPICAL

5.1 Introdução

Um fator importante a se considerar em um plano de manejo é a estrutura prevista ou estimada para o próximo ciclo de corte. Uma vez que se façam cálculos de taxas de corte, intervenções balanceadas na estrutura, tratamentos silviculturais localizados, extração visando à redução ao máximo de dano ao povoamento remanescente, entre outros cuidados, deve-se supor o “direcionamento” de desenvolvimento desse povoamento. Isso tem importância para previsões econômicas da viabilidade dos tratamentos e seu peso como comparativo com o real desenvolvimento da floresta. Também será suporte aos monitoramentos silviculturais e ambientais.

Teoricamente, haveria um estado estável da floresta. Nesse momento, ela estaria em clímax. Entretanto, mesmo em estado de clímax, mortalidade, recrutamento e ingresso (por conseguinte, aumento em diâmetro) continuam a acontecer. Isso sugere que uma leve modificação periódica de ingresso na direção das classes maiores ocorra, ocasionando uma modificação na estrutura. No estudo de inventários florestais, ao observarem-se as estruturas de espécies, em determinada região, verifica-se que elas variam sensivelmente ao longo do tempo.

Posteriormente, o equilíbrio voltará a se restabelecer com a morte de árvores das maiores classes, nova fase de concorrência, etc. Mas essa modificação na estrutura ao longo de um ciclo corresponderá ao esperado retorno da floresta ao seu potencial produtivo anterior ao manejo.

A inferência de elementos, como distribuição diamétrica no próximo ciclo e seu potencial volumétrico e de incremento, favorecerá a análise, se o cálculo da taxa de corte foi correto e se as correções de manejo tiverem sido efetuadas.

5.1.1 Objetivos

O objetivo geral deste capítulo é avaliar a situação do compartimento explorado, no próximo ciclo, com relação a sua recuperação pós-corte.

Os objetivos específicos deste capítulo são:

- a) estimar o número de árvores aproximado no novo ciclo, por classe de diâmetro, para estimativas de volume, de acordo com a floresta remanescente definida;
- b) identificar o IMA da floresta com relação às espécies de interesse, no compartimento estudado;
- c) verificar se a taxa de extração calculada no capítulo III esteve adequada e de acordo com a recuperação do compartimento;
- d) identificar a classe de diâmetro com máxima produção.

5.2 Revisão bibliográfica

5.2.1 A Mortalidade

De acordo com Lewis et al. (2004), as estimativas de recrutamento e mortalidade são descritoras fundamentais das populações de árvores em florestas. Comparações entre estudos são importantes tanto para entender a dinâmica das florestas quanto para fazer generalizações sobre o padrão no tempo e espaço, bem como para inferir sobre as causas fundamentais da dinâmica (ROSSI et al., 2007).

Para Rossi et al. (2007), a floresta é um ecossistema complexo, cuja estrutura e desenvolvimento envolve muitos fatores. No dossel, a árvore compete com as plantas adjacentes por espaço, nutrientes e água, cercada da influência de insetos, doenças e intempéries. As árvores que sobrevivem durante um ano repetem esse processo até que cada uma sucumba à competição, à senilidade ou a fatores externos.

Para Vanclay (1992), a questão da mortalidade é fundamental e não pode ser descartada no manejo das florestas tropicais.

Rossi et al. (2007) fizeram uma coletânea de trabalhos sobre mortalidade: Köhler et al. (2001); Phillips et al. (1994); Manokaran e Kochummen (1987); Lieberman e Lieberman (1987); Pulz (1998); Spathelf e Durlo (2001); Sanquetta et al. (2003); Castro Marín et al. (2005); Finegan e Camacho (1999); Manokaran e Kochummen (1987). Nessa coletânea, ficou indicado que os valores-padrão das taxas médias de mortalidade de árvores em florestas tropicais primárias são de 1 % a 2 % ao ano, com uma taxa bem mais elevada para espécies pioneiras (KÖHLER *et al.*, 2001).

Em floresta primária tropical úmida em La Selva, Costa Rica, Lieberman e Lieberman (1987) encontraram, em 14 anos de observações, uma taxa média de mortalidade anual de 2,03 %. Também na Costa Rica, em floresta explorada, Finegan e Camacho (1999) observaram taxas entre 1,6 % e 2,3 % ao ano, sendo que foi identificada uma relação entre estagnação e mortalidade.

A mortalidade encontrada em uma floresta decidual estacional localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul foi de 4,8 % em três anos (1,6 % a.a) de observações. As árvores pequenas do estrato inferior mostraram uma taxa de mortalidade maior do que as emergentes, causada, provavelmente, pela competição, não sendo encontrada nenhuma mortalidade de árvores acima de 52,5 cm de DAP. Os autores também obtiveram grande diferença de mortalidade entre as espécies (SPATHELF; DURLO, 2001).

Sanquetta et al. (2003) compararam a dinâmica em duas florestas com araucária (Ombrófila Mista) localizadas no Sul e Sudeste do estado do Paraná (municípios de General Carneiro e São João do Triunfo). As observações realizadas durante um período de quatro e seis anos mostraram, respectivamente, taxas de mortalidade 1,01 % e de 1,9 %, sendo que a maior taxa foi atribuída à competição das árvores pela maior densidade da floresta.

Silva (2004) encontrou taxa anual de mortalidade nas áreas testemunha de 1,82% ao ano e com exploração de impacto reduzido de 1,40% ao ano no total, sendo de 1,3 % para as espécies comerciais. Na exploração convencional, o recrutamento foi 4% superior à mortalidade. Já na exploração de impacto reduzido, o superávit do recrutamento em relação à mortalidade foi muito alto (44% superior à mortalidade).

A taxa de eliminação natural em povoamentos florestais oferece um dos mais complexos problemas na mensuração florestal, ou seja, o conhecimento de quantas

árvores em dada classe de DAP, em um determinado tempo, podem sobreviver durante um período de duração definida (DEEN, 1933).

A mortalidade permanece como um dos menos compreendidos componentes das estimativas de crescimento de produção, principalmente por causa da complexidade do processo de mortalidade e da incerteza do tempo de ocorrência da morte das árvores (HAMILTON JR., 1986 apud ROSSI et al., 2007; YANG et al., 2003).

Segundo Moser (1972), a mortalidade em povoamentos inequiâneos é largamente dependente da estrutura da floresta. Povoamentos com grande número de árvores pequenas e com, proporcionalmente, menor número de árvores de grandes dimensões terão taxas de mortalidade mais altas do que povoamentos com poucas árvores e com uma pequena razão numérica entre o número de árvores nas sucessivas classes de diâmetro. Como o povoamento inequiâneo é caracterizado por um decréscimo na frequência de árvores à medida que os diâmetros das árvores aumentam, é esperado que as frequências de mortalidade sejam maiores nas classes de diâmetro inferiores. Biologicamente, tal relacionamento é esperado, pois a mortalidade relacionada com a supressão aumenta com o aumento da frequência de árvores (ROSSI et al., 2007).

Sheil (1995) afirma que existem diversos problemas em estimar a mortalidade das populações de árvores em inventários em parcelas permanentes. Normalmente, leva um longo tempo para o estabelecimento de parcelas grandes, bem como para as remedições, tornando variável o intervalo de retorno para a remedição de cada árvore em cada espécie (ROSSI et al., 2007). Afirma ainda que nesses casos não se pode aplicar, por exemplo, uma estimativa de taxa de mortalidade instantânea (número de mortes por ano) entre dois inventários sequenciais. Sheil et al. (1995) afirmam que formulações mais complexas são necessárias para permitir a comparação de taxas de mortalidade obtidas em intervalos de tempo variados, porque essas medidas necessitam de conhecimento ou suposição de como as probabilidades de mortalidade variam com o tempo.

Os métodos padrão de estimativas da taxa de mortalidade usados em florestas tropicais são baseados em suposições de que, em uma população, cada membro tem uma probabilidade igual e constante de morrer em uma unidade de tempo, gerando, assim, uma função exponencial negativa (SHEIL; MAY, 1996). As questões surgidas, por tratar de populações heterogêneas, dessa maneira, não têm

sido amplamente aceitas. O autor afirma que esses erros não são causados pelo método de coleta de dados, nem pelo impacto sobre a área amostrada, mas pelas ocasiões em que os dados são inapropriadamente manipulados, analisados e/ou avaliados. O uso desses artifícios surge da limitada compreensão dos dados e dos sistemas sob estudo e da necessidade de se fazer simplificações irreais e não comprovadas (SHEIL; MAY, 1996).

5.2.2 O recrutamento

Aqui é necessário fazer uma separação entre recrutamento e ingresso. O *ingresso* corresponde à quantidade de árvores (em número, volume ou área basal) que são menores que um determinado diâmetro mínimo ou tenham um limite de altura no início de um período de crescimento, atingindo, durante esse período, o tamanho prescrito. O ingresso é, frequentemente, restrito, quando se refere à regeneração, mas somente empregado em modelos de distribuição baseados em matrizes. Sendo assim, o termo “recrutamento” parece mais adequado para referir-se ao processo de instalação de novas plântulas no povoamento (ROSSI et al., 2007).

A obtenção de estimativas de recrutamento em um tamanho mínimo de indivíduo é mais difícil do que estimar mortalidade de árvores, visto que o número de plantas recrutadas irá variar largamente dependendo do tamanho do intervalo de tempo do inventário e do tamanho da parcela.

Para Vanclay (1992), uma das dificuldades na modelagem do recrutamento é a grande variabilidade na regeneração. Ao contrário do relativamente crescimento regular das árvores individuais, a regeneração tende a ser esporádica, com pouca ou nenhuma regeneração por vários anos e, frequentemente, grandes quantidades nos anos em que ocorre. As condições da floresta contribuem para algumas dessas variações, como a periodicidade de anos mais produtivos e o clima predominante, mas a regeneração permanece um processo estocástico, gerando dificuldades para uma eficiente estimativa do modelo. Boa parte da variabilidade associada com a regeneração é devida ao fato de que, durante certo período, alguma regeneração pode ou não ocorrer. Tais dados, conclui o pesquisador, violam as suposições inerentes em análise de regressão e, se os dados estão repartidos em dois sistemas

de estado, a habilidade de prever a quantidade de regeneração é bastante melhorada.

Porté e Bartelink (2002), em extensivo trabalho de revisão de modelos, afirmam que a modelagem do recrutamento é insatisfatória na maioria dos modelos, qualquer que seja o tipo.

5.2.3 O incremento em diâmetro

Segundo Schneider e Schneider (2008), o crescimento diametral de árvore individual é afetado pela densidade populacional, sendo sensível a mudanças causadas por desbaste. O crescimento diametral indicará o grau de aproveitamento da madeira e a sua importância. Segundo os pesquisadores, árvores dominantes respondem melhor às mudanças de densidade, uma vez que estão em posição mais favorável para competir com as demais pela luz, umidade e outros elementos.

Com relação ao incremento em diâmetro, Oliveira e Braz (2006) comentam que a exposição das copas à luz do sol apresentou uma forte influência no incremento em diâmetro. Nas parcelas permanentes, essa variação foi de 0,57 cm.ano⁻¹, para árvores com copas completamente expostas à luz do sol, a 0,28 cm.ano⁻¹, para plantas completamente sombreadas. Árvores que receberam alguma luz solar sobre a copa apresentaram incremento médio anual em diâmetro de 0,49 cm (Figura 26).

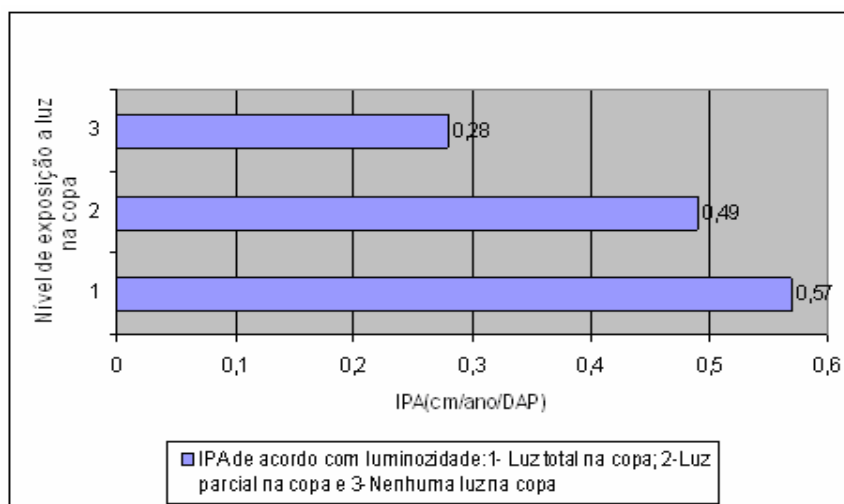


Figura 26 – Incremento Médio Anual em diâmetro dependente da exposição da luz solar.
Fonte: Oliveira e Braz. (2006)

De acordo com a Figura 27, pode-se concluir que, mesmo com pouca intensidade de manejo e sem tratamentos silviculturais, foi possível a exposição à luz total de 17,12% da floresta e de luz parcial de 16,95%. Assim, com adequados tratamentos e refinamentos, esses dados podem ser incrementados, respondendo em maior incremento em diâmetro. Sobre esse ponto, Alves Lopes et al. (2001) determinaram, em estudo no Pará, que 29% de um grupo de espécies comerciais e não comerciais eram demandantes por luz: das tolerantes à sombra havia 7%; e das pioneiras comerciais havia 6,25%. As outras eram não comerciais. Esse percentual total na floresta (42,25%), guardadas as diferenças para outras regiões da Amazônia, informa que é possível direcionar parte do dossel da floresta para maior luminosidade, com intenções de manejo.

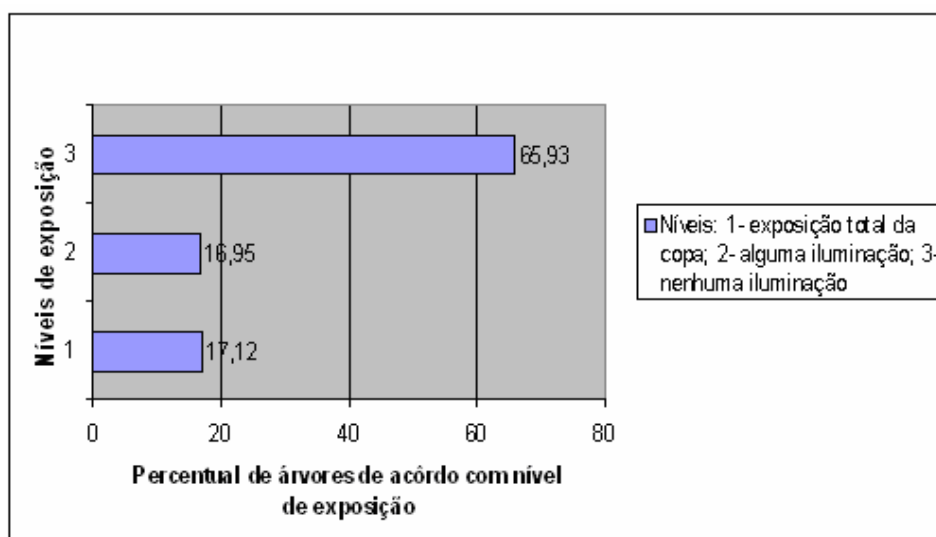


Figura 27 – Distribuição das árvores de acordo com exposição à luz solar.

Fonte: Oliveira et al. (2006).

Assmann (1970) menciona que as florestas naturais possuem três típicos estágios: “reestocqueamento” (restocking), “produção completa” (full production) e “mudança da cobertura” (canopy change). Na fase “reestocqueamento”, à qual ele se refere como fase de construção, os estratos superior, médio e inferior contribuem com um terço cada na cobertura. Nessa fase, o estrato superior não está totalmente estocado. Nela, informa o cientista, o estoque seria ainda moderado para o potencial da floresta. A tendência é que estágios intermediário e superior aumentem. No

estágio “produção completa”, o estágio superior ocupa 50% do teto de cobertura. O povoamento está próximo de atingir seu estoque máximo e o incremento alcança seu máximo valor. No estágio de “mudança de cobertura”, depois de alcançar seu estoque máximo, acontece uma diminuição pesada da cobertura (seja por calamidade ou exploração). Outra vez, condições favoráveis de luminosidade ocorrem, favorecendo inúmeros pontos de regeneração. O crescimento é moderado, o incremento pequeno. Essas características de sucessão estão entrelaçadas com as características estruturais da floresta e podem ocorrer sem uma ordem exata. São importantes para se pensar o tratamento (uma vez que reafirmam a importância da luminosidade) e auxiliam quando se pretende elaborar previsões sobre o desenvolvimento e prognóstico do crescimento e distribuição diamétrica futura, baixo normas de manejo.

Graaf (1986) informa que as florestas naturais tropicais atingem 0,80cm/ano de incremento se corretamente manejadas.

Em povoamento no Rio Grande do Sul, segundo Longhi et al. (2006), povoamentos de florestas naturais, em clima com menor exposição à luz, obtiveram os incrementos médios anuais (IMA) em diâmetro para florestas secundárias (floresta com vegetação em estágio secundário) e florestas primárias (Floresta Ombrófila Mista) de 0,74 e 0,70cm/ano, respectivamente. Esses dados confirmam o potencial de crescimento das florestas naturais e são forte suporte a estudos de projeção de seu crescimento e estrutura futura das mesmas quando manejadas.

Amaral et al. (1998) consideram 0,30 cm/ano sem tratamentos silviculturais e 0,60 cm/ano com tratamentos.

Ferreira et al. (1999) consideram que, com corretos tratamentos e EIR, os incrementos diamétricos médios alcancem entre 0,7 e 1,0 cm/ano, com uma produtividade volumétrica de 2m³/ha/ano.

Azevedo (2006) recomenda a importância de se procurar fazer intervenções pós-colheita (desbastes), visando à manutenção da abertura do dossel, assim mantendo a reação positiva da floresta à luminosidade. Essa opinião enfatiza a importância dos tratamentos silviculturais nas florestas remanescentes a planos de manejo.

Scolforo (1998) menciona o aumento aproximado de 80% de ingressos por classes comerciais em floresta semidecídua montana em Macaia, MG. O mesmo pesquisador identificou incrementos periódicos anuais (IPA) nas classes menores

que 27,5 cm (valor central de classe) de 0,324cm, e nas classes de 32,5 a 47,5 cm o valor atingiu 0,57 cm. Nas classes de 52,5 a 67,5 cm foi de 0,624 cm e nas classes maiores que 67,5cm, o crescimento foi de 0,498 cm.

Schaaf et al. (2006) observaram a tendência desse ingresso nas classes maiores, em um povoamento de Floresta Ombrófila Mista localizada no Município de São João do Triunfo, estado do Paraná, com observações de 21 anos. Nesse trabalho, nas classes de 55, 65, 75, 85 e 95, aparecem aumentos percentuais de árvores de, respectivamente, 86,77%, 114%, 100%, 66,66% e 66,66%, além do ingresso de uma árvore da classe de 105 para a classe de 115.

Com relação ao balanço mortalidade e ingresso, Scolforo (1996) identificou um ganho positivo com relação ao ingresso, superando 2,5 vezes a mortalidade.

5.2.4 Projetando o crescimento

Vários são os modelos de crescimento desenvolvidos para a floresta ineqüiânea. A floresta tropical, principalmente, tem várias espécies com idades indeterminadas e uma ampla gama de padrões de crescimento e tamanhos de caule. Segundo Vanclay (1994), vários modelos existentes podem ser calibrados para a floresta tropical, se dados adequados estão disponíveis, e este é um dos pontos sensíveis dos modelos. De qualquer maneira, para modelos que utilizem crescimento e dinâmica da floresta, devem ser consideradas questões como ingresso das árvores nas classes de corte previamente estabelecidas, passagem de uma para outra classe e mortalidade.

Para Alder (1992), tem aumentado o interesse no uso de complexos modelos de simulação para planejar e manejar a floresta tropical.

Considerando a lacuna em dados e dificuldades de controle do manejo da floresta, o pesquisador sugere que sistemas clássicos para cálculo do rendimento da floresta devam ser usados. Eles devem ser usados pelo menos de forma inicial, formando uma ponte entre a situação atual e modelos mais sofisticados, conclui o autor. O sistema sugerido pelo pesquisador considera ciclo, incremento em diâmetro, passagem de tempo (diferença entre as classes divididas pelo incremento em centímetros) e mortalidade. A

fraqueza desse modelo, comenta, é que existem interações entre a taxa de crescimento e de densidade da floresta e, ainda, mortalidade com os danos de exploração. Isso, conclui, tem pouca influência em níveis moderados de extração e em uma matriz de espécies não comerciais, servindo de tampão nas variações da densidade da floresta e peso de extração.

O modelo SYMFOR (Silviculture and Yield Management for Tropical Forests), como implementado na análise de Azevedo (2006), é útil para a avaliação da dinâmica da floresta sem interferência, mas quando usado para examinar diferentes cenários de manejo, resulta em valores discrepantes como observados na floresta real.

Buongiorno e Gilles (1987) apresentam um modelo de crescimento para povoamento inequiano utilizando a PL (programação linear). Esse modelo é posteriormente inserido em um modelo final que maximiza o volume a ser produzido. Nele, é buscada a clássica meta do manejo sustentado, que consiste em maximizar o volume produzido por unidade de tempo enquanto mantém a floresta em um crescimento constante para repor o extraído. O modelo considera, matricialmente, além do crescimento por classe diamétrica, os fatores, inerentes a todos os modelos, de recrutamento, mortalidade e ingresso.

Para Scolforo (1998), no tocante a modelos de prognose e em que pesem a impossibilidade de se efetuar classificação pelo método de índice de sítio e a dificuldade de se obter controle da idade dessas populações, é possível desenvolver ou aplicar a teoria de projeção de Tabelas de povoamento às florestas nativas. O autor cita vários trabalhos sobre modelos, como os de Linch e Mosar Jr. (1986), Bolton e Meldahl (1989) e, no Brasil, Silva (1989), mediante o Stanpro (Stand Projection Model for Sarawak). O modelo Stanpro baseou-se no tempo de passagem e no quociente de “Liocourt” e foi utilizado para projeções na Floresta Nacional de Tapajós, simulando efeitos dos tratamentos nos parâmetros da floresta (crescimento, mortalidade, recrutamento e ingressos).

Freitas e Higuchi (1993) utilizam a cadeia de Markov, na qual se parte de um estado inicial, sequência de estados e uma transição dependente de probabilidade. Vanclay (1994) considera que, pela propriedade Markoviana, a probabilidade de movimento de uma árvore de uma classe para outra não

poderia depender de outras árvores ou da área basal da floresta. Mas, na verdade, isso não acontece, conclui. O crescimento da floresta remanescente é alterado pelo aumento do espaço após a colheita, por diminuição da concorrência, mortalidade ou mesmo pela eliminação da árvore. Assim, a propriedade estacionária indica que os parâmetros da matriz deveriam permanecer constantes no tempo, trazendo dificuldades para reduzir a taxa de crescimento, enquanto que, por outro lado, a área basal aumenta. Assim, o mesmo autor afirma serem essas suposições insustentáveis na modelagem da dinâmica florestal, podendo a prognose ser irreal se as condições da floresta futura apresentarem grande diferença em relação às condições em que os dados foram observados.

Scolforo et al. (1996) utilizaram o método de “razão de movimentação” dos diâmetros, para gerar as Tabelas de produção para floresta natural.

Vanclay (1994) considera que modelos de “Tabela de projeção da floresta” podem ser úteis onde os dados são escassos. Esse pesquisador, reportando Monserud (1979), informa que, na comparação de um modelo determinístico de Tabela de povoamento (deterministic stand class model) com um modelo estocástico espacial de árvore isolada (stochastic single tree spatial model), ambos se mostraram compatíveis com a realidade para períodos de previsões de curto prazo (5 a 25 anos).

Pulz et al. (1999) avaliaram a prognose da estrutura diamétrica de um povoamento de floresta natural utilizando a matriz de transição a partir de três diferentes períodos de medição da floresta. Neste trabalho, também foi realizada a análise comparativa das prognoses geradas pelo método da matriz de transição com as prognoses obtidas do método da razão de movimentação dos diâmetros e do “método de Wahlenberg”. Os pesquisadores consideraram que os métodos da “matriz de transição”, “razão de movimentação de diâmetro” e “Wahlenberg” apresentaram mesmo grau de eficiência para fins de prognose do número total de árvores.

Vanclay (1994) comenta que Tabelas de projeção do povoamento ou aproximações por matrizes podem permitir que algumas árvores sejam projetadas “n” classes em “n” intervalos, superestimando rendimentos. Menciona que duas soluções são possíveis: diminuir as classes ou suavizar a Tabela de projeção da floresta.

5.3 Metodologia

O estudo foi realizado em uma área da empresa ST Manejo de Florestas, no compartimento Iracema II, já detalhado no capítulo I.

Neste trabalho, se utiliza a prognose baseando-se na elaboração de uma Tabela de projeção do povoamento (stand table projection). Os dados principais são oriundos da estrutura real da floresta.

Considerando-se que a floresta estava sob tratamentos silviculturais, resultando, portanto, entre alguma exposição e exposição total à luz, e sofrendo a combinação desses efeitos em ciclos e em diferentes classes de DAP.

Para a simulação, foi identificado o incremento periódico anual (IPA), em centímetros, por classe de DAP, das 26 espécies comerciais em conjunto.

Para simulação, utilizou-se o método do incremento diamétrico médio na projeção de Tabela do povoamento, reconhecendo a dispersão dentro da classe de diâmetro, segundo o apresentado por Scolforo (1998) e similarmente ao descrito por Alder (1992). Assim, as árvores que avançam do lado direito da classe podem ser definidas como a razão de movimento.

$$M = IP / \Delta D \cdot 100 \quad (16)$$

Sendo:

M = razão de movimentação;

IP = incremento periódico do DAP;

ΔD = intervalo de classe de diâmetro.

Após ser implementada a movimentação, complementou-se com o desconto de mortalidade ocorrido em área similar.

Considerou-se 1% de mortalidade ao ano, em conformidade com Scolforo (1998), Silva (1989), Graaf (1986) e Jonkers (1988), distribuída em todas as classes de diâmetro até 85 cm de DAP e 1,2% ao ano a partir deste, de forma cumulativa ao longo de todo ciclo. Utilizou-se-se a fórmula $(1-0,0i)^n \cdot N$, sendo i a taxa de mortalidade, e n o ciclo de corte em anos, resultando na nova projeção de árvores para a classe considerada. O cálculo é adaptado de Alder (1992). Inseriu-se um pequeno recrutamento (0,50 %/ano). Quase todos os estudos determinam que o

recrutamento total ao longo do ciclo é muito superior à mortalidade. Aqui, entretanto, o recrutamento está bem menor que a mortalidade para evitar superestimação da projeção e devido à dificuldade de informação sobre essa variável.

Os dados de crescimento em diâmetro foram baseados nas informações da Tabela 30 de Oliveira (2000), de região próxima, em dados de parcelas permanentes cedidos pela Embrapa Acre, relativos ao projeto (Monitoramento de Florestas Tropicais EMBRAPA / CIFOR /Projeto ITTO: PD 57/99), e em parcelas na área sob manejo obtido dentro do trabalho da pesquisa, visando atingir uma média adequada para o crescimento do talhão. Sempre foram consideradas somente as espécies comerciais selecionadas.

Tabela 30 – Incremento periódico anual em diâmetro por classe de DAP e iluminação de copa em nove PP no CPAF-ACRE e Projeto de Colonização Pedro Peixoto.

Classes de diâmetro	Luz total na copa		Luz parcial		Não recebe luz	
	Taxa de crescimento (cm ano ⁻¹)	Erro padrão	Taxa de crescimento (cm ano ⁻¹)	Erro padrão	Taxa de crescimento (cm ano ⁻¹)	Erro padrão
5-10	0.42	0.05	0.29	0.06	0.20	0.02
10-19.9	0.57	0.11	0.43	0.04	0.21	0.01
20-29.9	0.38	0.03	0.32	0.02	0.25	0.02
30-39.9	0.50	0.05	0.30	0.02	0.32	0.04
40-49.9	0.40	0.06	0.37	0.05	0.36	0.10
50-59.9	0.55	0.07	0.34	0.01	0.22	0.08
> 60.0	0.45	0.04	-	-	-	-
Média p/todas as plantas*	0.47	0.06	0.34	0.06	0.25	0.03

*Médias seguidas por letras diferentes são significativamente diferentes (teste Tukey , p < 0.05).
Fonte: d'Oliveira (2000).

O incremento periódico baseado em informações de 5 anos foi obtido pela expressão (SCOLFORO, 1998):

$$IP_d = DAP2_i - DAP1_i \quad (17)$$

Sendo:

IP_d = incremento periódico em diâmetro;

$DAP1_i$ = DAP da i ésima árvore na 1ª medição;

$DAP2_i$ = DAP da i ésima árvore na 2ª medição.

O incremento periódico médio, por classe diamétrica, foi obtido pela expressão:

$$IPM_d = \frac{\sum_{i=1}^n (DAP2_i - DAP1_i)}{N} \quad (18)$$

Sendo:

IPM_d = incremento periódico médio em diâmetro na classe diamétrica;

N = número total de árvores em cada classe diamétrica;

$DAP1$ e $DAP2$, i = já definidos.

As projeções que foram elaboradas consideraram que, na média de crescimento das classes de DAP, estão embutidas questões como a estagnação das árvores. As projeções consideraram as informações obtidas com relação ao crescimento em diâmetro por classe de diâmetro no compartimento.

Foram considerados três ciclos (2 ciclos de 8 anos e um de 9 anos para completar o ciclo final de 25 anos), uma vez que, depois de determinado crescimento, as árvores podem mudar eventualmente de classe. Isso visou reduzir a possibilidade de erro de projeção de crescimento, uma vez que cada classe pode ter um ritmo de crescimento diferente. Os incrementos foram organizados supondo-se que estivessem sob adequados refinamentos e tratamentos silviculturais, propiciando, a partir de certo diâmetro, maior dominância das árvores consideradas e, portanto, recebendo pelo menos uma quantidade parcial de luz em média, para todo período. No ciclo intermediário, foi considerado um incremento menor como fator redutor, devido à maior densidade ocasionada pelo crescimento. Assim, pretendeu-se amenizar a interação mencionada por Alder (1992) e Vancley (1994), entre taxa de crescimento e densidade da floresta. Também é assumido que, de acordo com as normas de EIR, o dano ao povoamento e, especialmente, às espécies de interesse são reduzidos.

O IMA do compartimento foi calculado segundo a fórmula proposta por Alder (1992):

$$IMA = \frac{V2 - V1}{(\text{Área} / \text{ciclo})}$$

Sendo:

IMA= incremento médio anual em m³;

V 2 = volume projetado para o fim do ciclo na área;

V 1 = volume no início do período na área;

Área = área do compartimento (547 ha);

Ciclo = ciclo de corte (25 anos).

A estrutura diamétrica básica inicial da projeção é originária do somatório dos tratamentos segundo Liocourt/Meyer, já calculados no capítulo III, aplicados no povoamento inicial.

Posteriormente, foi elaborada uma matriz de probabilidade de transição, segundo o procedimento apresentado por Scolforo (1998) e Schneider e Finger (2000).

Pelo mesmo processo de projeção de Tabela de povoamento e baseado em Alder (1992), foi simulado o crescimento de 100 árvores por classe de DAP, identificando sua contribuição no volume final e ponto de maturidade em volume para DAP de corte. A finalidade é identificar quais as classes de origem (ponto inicial do ciclo) que mais contribuiriam para o volume final (fim do ciclo), definindo, assim, o limite de diâmetro de máxima produção.

Também foi identificada a contribuição percentual de classe de DAP de origem (início do ciclo) no volume final (fim do ciclo).

5.4 Resultados e discussão

O incremento das 26 espécies reunidas encontra-se resumido na Tabela 31 e na Figura 28.

Tabela 31 – Incremento Periódico Anual em diâmetro das espécies de interesse.

CC DAP	IPA médio (cm/ano)	Desvio padrão
15	0,44	0,053
25	0,35	0,013
35	0,51	0,032
45	0,56	0,028
55	0,66	0,029
65	0,73	0,039

CC DAP	IPA médio (cm/ano)	Desvio padrão
75	1,04	0,053
85	1,15	0,054
95	0,40	0,101
105	0,40	0,140

Fonte: pesquisa de campo

Pela Figura 28, pode-se verificar que árvores com grandes diâmetros ainda continuam a crescer (até um determinado ponto) devido ao fato de já estarem dominantes no povoamento e mais expostas à luz. O IPA em diâmetro por classe de DAP, nas condições atuais de intervenção leve, mostra uma perspectiva boa de crescimento.

A Tabela 31 mostra que, a partir de 85 cm de classe de DAP, ocorre uma queda brusca no IPA.

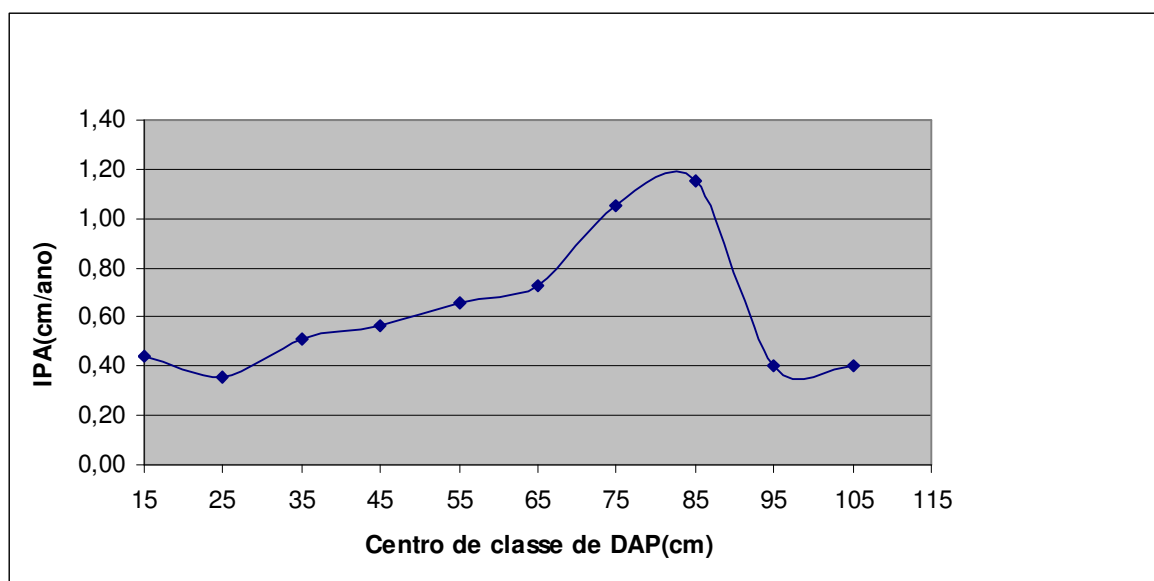


Figura 28 – Incremento Periódico Anual em diâmetro do grupo das espécies de interesse por classe de DAP.

A partir dos dados de Oliveira (2000) e do agrupamento e análise dos dados das PP de campo e sua consolidação na Tabela 31 e Figura 28, pode-se elaborar a Tabela básica para projeção do compartimento no futuro, com ciclo de 25 anos.

Pode-se verificar inicialmente que o incremento em diâmetro está relacionado com sua classe. O incremento em centímetros aumenta de acordo com o tamanho da classe. Entretanto, o incremento relativo por classe de DAP diminui (Figura 29).

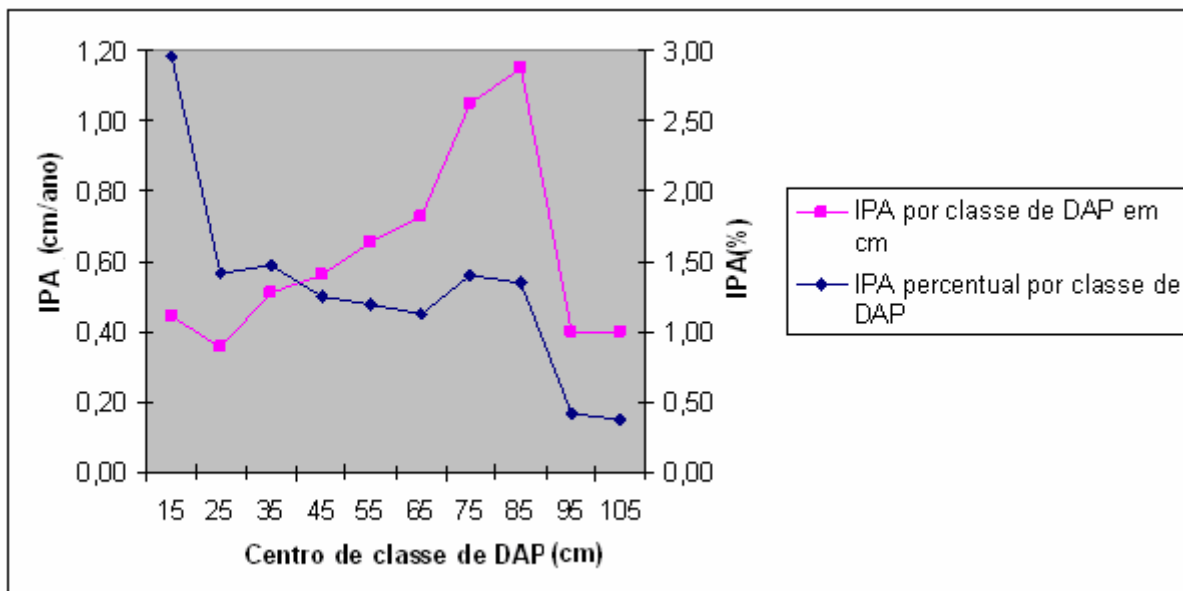


Figura 29 – Relação entre IPA em centímetros e percentual em diâmetro.

O resultado da projeção é apresentado na Tabela 32. Com a inclusão extremamente baixa do recrutamento (0,50 %/ano) e considerando-se uma mortalidade anual de 1% nas classes até 85 cm de DAP e 1,2% nas classes acima desta, espera-se se ter evitado ao máximo a superestimação, obtendo, por conseguinte, dados o mais perto possível da realidade.

Tabela 32 – Projeção da distribuição diamétrica em diferentes períodos no compartimento (547ha).

CC DAP	N INICIAL	IPA (cm)	Razão de Movimentação	Ciclo	N 8 anos	IPA (cm)	Razão Movimentação.	Ciclo	N 16 anos	IPA(cm)	Razão Movimentação	ciclo	N ao final dos 25 anos
15	7196,00	0,57	0,46	8	6746,31	0,21	0,17	8	6364,51	0,57	0,51	9	5112,73
25	5140,00	0,36	0,28	8	6469,33	0,25	0,20	8	5821,45	0,38	0,34	9	6356,48
35	3554,00	0,51	0,41	8	3262,88	0,32	0,26	8	3433,95	0,51	0,46	9	3505,97
45	2025,84	0,56	0,45	8	2372,70	0,50	0,40	8	2084,41	0,56	0,51	9	2387,54
55	1251,19	0,66	0,53	8	1383,83	0,61	0,49	8	1529,54	0,66	0,59	9	1536,78
65	776,17	0,73	0,58	8	912,71	0,61	0,49	8	1054,34	0,73	0,66	9	1157,92
75	426,81	1,05	0,84	8	521,74	0,80	0,64	8	584,31	1,05	0,94	9	728,69
85		1,15	0,92	8	287,50	0,80	0,64	8	403,62	1,15	1,04	9	470,35
95		0,00	0,00	8	0,00	0,56	0,45	8	167,06	0,40	0,36	9	425,39
105		0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,40	0,36	9	53,95
Total	20.370,01				21.957,00				21.443,19				21.735,80

Sendo:

CC DAP = centro de classe de diametro em centímetros.

N = número de árvores;

IPA = incremento periódico anual do diâmetro em centímetros.

Tabela 33 – Matriz de probabilidade de transição, frequência, mortalidade e recrutamento por classe de diâmetro para o período de 25 anos.

CC Dap	Classe 5	Classe 15	Classe 25	Classe 35	Classe 45	Classe 55	Classe 65	Classe 75	Classe 85	Classe 95	Frequência	Recrut.	Ciclo (anos)	
5	0,66	0,34									10074,4	890	8	
15		0,54	0,46								7196,00			
25			0,72	0,28							5140,00			
35				0,59	0,41						3554,00			
45					0,55	0,45					2025,84			
55						0,47	0,53				1251,19			
65							0,42	0,58			776,17			
75								0,16	0,84		426,81			
85														
Mort.	0,32	0,32	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08					
CC Dap	Classe 5	Classe 15	Classe 25	Classe 35	Classe 45	Classe 55	Classe 65	Classe 75	Classe 85	Classe 95	Classe 105	Frequência	Recrut.	16
5	0,84	0,16										6688,01	670	
15		0,832	0,168									6746,31		
25			0,8	0,2								6469,33		
35				0,744	0,256							3262,88		
45					0,6	0,4						2372,70		
55						0,512	0,488					1383,83		
65							0,512	0,488				912,71		
75								0,36	0,64			521,74		
85									0,36	0,64		287,50		
95														
105														
Mort.	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08			
CC DAP	Classe 5	Classe 15	Classe 25	Classe 35	Classe 45	Classe 55	Classe 65	Classe 75	Classe 85	Classe 95	Classe 105	Frequência	Recrut.	25
5	0,6400	0,3600										6936,76	665	
15		0,4870	0,5130									6364,51		
25			0,6580	0,3420								5821,45		
35				0,5379	0,4622							3433,95		

CC Dap	Classe 5	Classe 15	Classe 25	Classe 35	Classe 45	Classe 55	Classe 65	Classe 75	Classe 85	Classe 95	Frequência	Recrut.	Ciclo (anos)
45					0,4925	0,5075							2084,41
55						0,4083	0,5918						1529,54
65							0,3438	0,6563					1054,34
75								0,0565	0,9435				584,31
85										0,9650	0,0350		403,62
95										0,6400	0,3600		167,06
105													0,00
Mort.	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09		

Sendo: CC DAP = centro de classe de diâmetro a altura do peito.

A Tabela 33 mostra a matriz de probabilidade de transição, frequência, mortalidade e recrutamento por classe de diâmetro para o período de 25 anos, apresentados por ciclo.

Para efeito de comparação com outro trabalho os ingressos serão também indicados por hectare. Quando se verificam os dados na escala por hectare (Figura 30 e Tabela 34), vê-se que os ingressos nas classes comerciais foram individualmente todos abaixo de 1 (um), reforçando a idéia de que não houve uma superestimação na projeção. O somatório total de ingressos nas classes comerciais foi de 4,17 árvores/ha durante todo ciclo, totalizando 12,36 árvores/ha/ciclo, retornando assim ao número anterior ao corte (Tabela 34). Antes do corte, no compartimento, o número nas classes comerciais era de 12,4 árvores/ha e pós-corte de era 8,2 árvores/ha. Sobre isso, Schaaf et al. (2006) encontraram um ingresso nas classes comerciais de 2,4 árvores/ha, para um ciclo de 21 anos, em estação experimental no estado do Paraná.

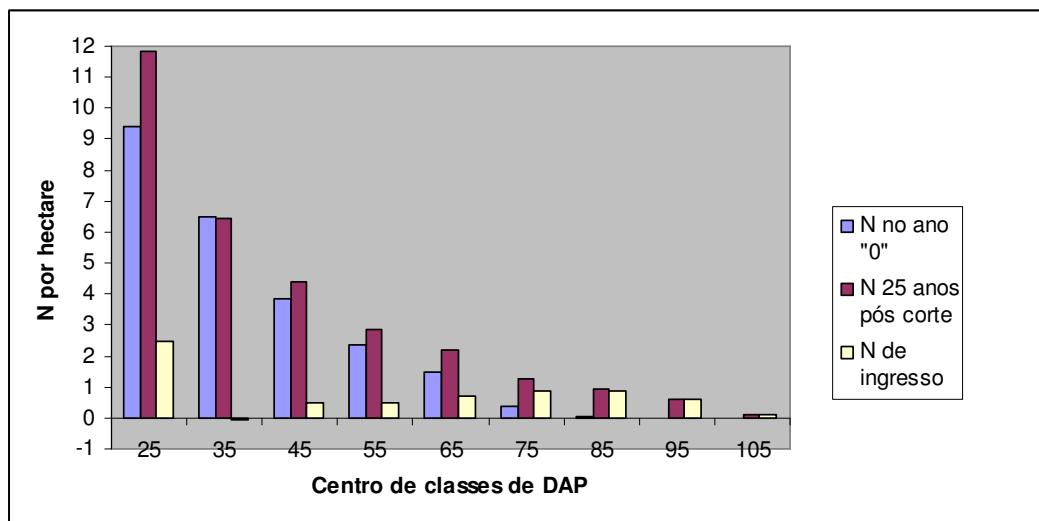


Figura 30 – Distribuição por hectare do N atual e da projeção para 25 anos.

Analisando-se a Tabela 34 e utilizando-se do conceito de Assmann (1970) já mencionado sobre estoqueamento da floresta, verifica-se que este está compatível com a prognose. Na coluna relativa ao volume inicial, dividindo-se o povoamento nos estratos inferior (25 a 35 de DAP), médio (45 a 55 de DAP) e superior (65 em diante), tomando-se como referência o volume, vê-se que, na distribuição inicial,

34% pertence ao estrato inferior, 37% ao médio e somente 29% ao estrato superior. Entretanto, quando se verifica essa relação no final da prognose, o volume estocado no estrato superior atingiu 53% do disponível nos estratos analisados (o incremento da frequência no estrato superior foi de 7,9%). Assim, ao final da prognose, esse povoamento estaria no estágio “produção completa”, pois o estágio superior ocupa mais de 50% do teto de cobertura. O povoamento já atingiu (ou está próximo) a seu estoque máximo e o incremento alcançou seu maior valor. Sabendo-se das intervenções utilizadas e das espécies cujos indivíduos foram retirados, esse sistema pode ser um aferidor eficaz sobre o estágio de desenvolvimento da floresta.

Tabela 34 – Prognose de N e do Volume para o ano 25.

Classes de DAP	N inicial	Volume inicial (m ³)	N prognose 25 anos	Volume prognose 25 anos (m ³)	IMA (m ³ /ha/ano)	Ingresso/ha/ciclo	N prognose / ha/ciclo
25	5140,00	1824,12	6356,48	2255,83	-	2,22	11,62
35	3554,00	2472,09	3505,97	2438,68	-	0(-0,09)	6,41
45	2025,84	2329,39	2387,54	2745,28	-	0,66	4,36
55	1251,19	2320,39	1536,78	2850,03	-	0,52	2,81
65	776,17	2121,68	1157,92	3165,19	-	0,70	2,12
75	426,81	1638,48	728,69	2797,32	-	0,55	1,33
85	0	0	470,35	2368,17	-	0,86	0,86
95	0	0	425,39	2838,45	-	0,78	0,78
105			53,95	428,09	-	0,10	0,10
Sub-total >45		8.409,93		17.192,53	0,64	4,17	12,36
Totais	13.120,12		16.623,07		0,67	6,39	30,39
		12.706,14		21.887,04			

Sendo: DAP = diametro a altura do peito; N = número de árvores; IMA = incremento médio anual.

O incremento médio em DAP para todo período na prognose foi de 0,43cm/ano, o qual é bastante factível segundo Scolforo (1998), Oliveira (2000), Sanquetta et al. (1996), Barreto e Uhl(1993) e Graaf (1986).

O pico de incremento médio mais alto foi de 0,51cm/ano. Alder (1992) considera conservador um incremento em DAP de 0,50 cm por ano para florestas tropicais.

Salienta-se que, durante um ciclo intermediário de 8 anos, foi colocado um redutor que ocasionou um incremento de 0,29 cm/ano (32% menor que a média) por DAP. A função do redutor é simular uma diminuição na exposição da copa à luz total, segundo dados de Oliveira e Braz (2006). Assim, com esse fator redutor, pretendeu-se amenizar a interação mencionada por Alder (1992) e Vanclay (1994), entre taxa de crescimento e densidade da floresta.

O diâmetro médio variou de 37,59 cm para 41,48 cm (o diâmetro médio anterior ao corte era de 42,32 cm de DAP). Esse aumento também está compatível com o exposto por Schaaf et al. (2006), que encontrou uma variação do diâmetro médio de 33,5 cm para 35,9 cm, em um período com 5 anos a menos. Pode-se supor que, fechando os 25 anos do ciclo, os dados seriam 75% compatíveis, descontando a diferença da exposição à luz diferenciada de ambas as florestas, devido às regiões onde se encontram.

O IMA necessário para repor a taxa, como previsto anteriormente, era de 0,63 m³/ha/ano para as classes comerciais. Na última coluna da Tabela 34, aparece o resultado da projeção, obtida para o ciclo de 25 anos: um IMA de 0,67 m³/ha/ano a partir da classe 25 cm e 0,64m³/ha/ano, a partir somente das classes comerciais (acima de 45 cm de DAP).

Essa projeção concorre para determinar que tanto a taxa calculada, como as intervenções previstas por classe de diâmetro, utilizando-se o sistema BDq no capítulo III, se utilizados eficientes tratamentos silviculturais, estão corretas para o manejo desse compartimento. Segundo Alder e Silva (2001), um incremento comercial de 0,75m³/ha/ano é bem típico das florestas tropicais. Claro que isso depende grandemente do número de espécies comerciais consideradas e do ciclo considerado. Esse incremento (0,75m³/ha/ano) foi também estimado em simulação por esses pesquisadores, utilizando o modelo CAFOGRAM considerando espécies comerciais acima de 45 de DAP, com aproximadamente 30 árvores por ha (ALDER; SILVA, 2001).

A Figura 31 mostra as projeções para 8, 16 e 25 anos, ajustadas pela equação de Meyer. O quociente “q” antes do corte era de 1,65 e, ao final da projeção, aproxima-se bastante do valor inicial, com “q” de 1,63 (Tabela 35). Isso indica que o estoque dessa floresta (com relação às espécies consideradas) pode ser recuperado e que a projeção foi adequada, uma vez que a tendência do crescimento seria retornar ao potencial inicial. Observando-se a Tabela 35, verifica-

se que a tendência de reestoqueamento reduz também o quociente “q”, pois mais árvores estarão nas classes maiores.

Avaliando-se também o “R²”, CV e desvio padrão da equação final (Tabela 35) verifica-se que a projeção resultou em um melhor ajuste que o da equação relativa ao corte. Pode-se observar também que o ajuste foi similar ao inicial anterior ao corte.

Pode-se concluir que o quociente “q” de Liocourt pode servir de parâmetro de análise para identificar a tendência do estoqueamento, bastando para isso uma avaliação amostral periódica.

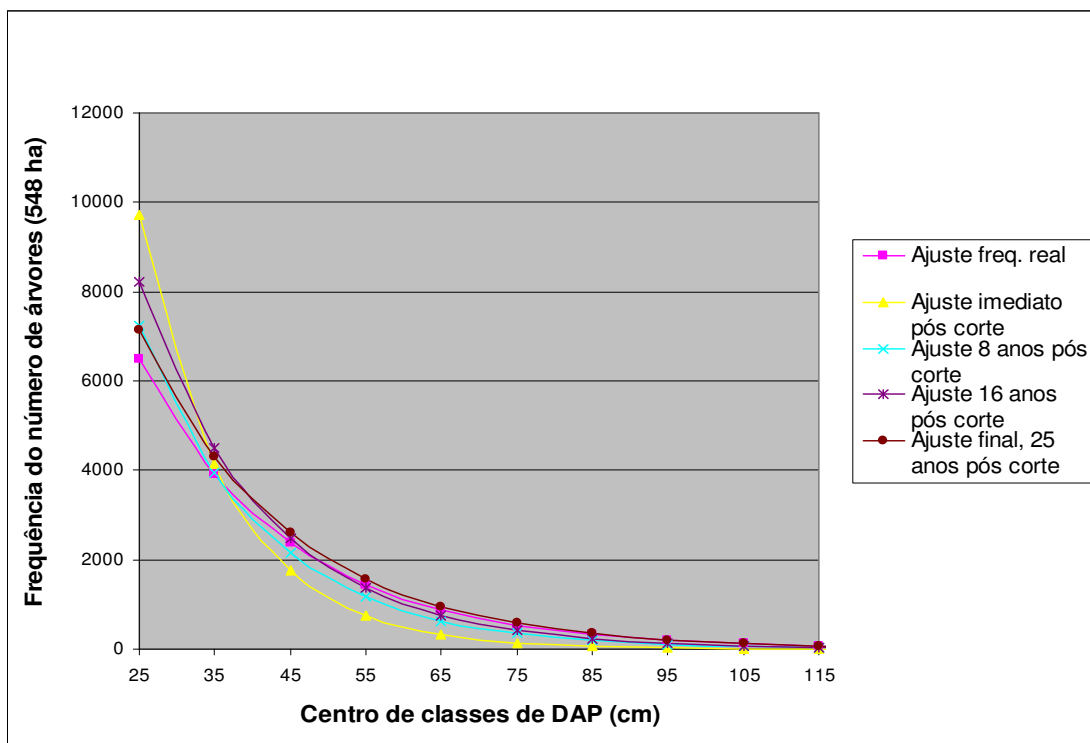


Figura 31 – Ajustes das frequências durante o ciclo

Tabela 35 – Parâmetros e avaliação do modelo de Meyer para o povoamento durante o ciclo.

Situação	“q”	bo	b ₁	R ²	CV(%)	Syx
Antes do corte	1,65	10,0363	-0,05034	0,9810	8,77	0,3924
Pós-corte (0 anos)	2,3	11,3162	-0,08538	0,8632	12,15	0,8042
25 anos pós-corte	1,63	10,06	-0,04899	0,9077	6,65	0,4572

Portanto, quando Harper (1977), como foi citado, considera que, na prática, a maioria das florestas não se apresenta perfeitamente balanceada, mas apenas com uma tendência nesse sentido, a suposta “imperfeição” mencionada pelo cientista deve-se somente ao momento de observação da mesma, além, é claro, do número de espécies consideradas. Assim, um aparente desequilíbrio no “q” pode nos informar que se necessitam mais informações sobre a floresta quanto às intervenções que ocorreram e à situação atual de recuperação da mesma.

Assim, os parâmetros obtidos na função de Meyer original, antes da floresta ter sido manejada, podem ser guias para informar o momento de reestoqueamento e recuperação ideal da floresta. Por outro lado, os ajustes das novas distribuições podem monitorar no tempo tal recuperação.

Também é importante considerar que dois sistemas com conceitos aparentemente diferentes tiveram resultados extremamente compatíveis, ou seja, o método utilizado de razão de movimentação resultou em uma distribuição equilibrada como a inicial, indicando que as taxas sustentáveis de extração calculadas combinam com o crescimento previsto.

A Figura 32 mostra de maneira melhor a simulação da prognose e seu efeito nas diferentes classes no decorrer do tempo. Mostra, visualmente, a forma de recuperação da floresta. A nova distribuição parece buscar a recuperação. Não ocorrem graves “desbalanços” na curva. Entretanto, no estudo dos povoamentos de florestas tropicais é normal a curva oscilar suavemente, modificando o novo estágio temporário da floresta até que ocorra novo ajuste natural ou por manejo. Em vários inventários (UFSM, 1979; FUNTAC, 1992), em diferentes momentos e tipologias, podem ser identificadas essas oscilações, as quais criam um desequilíbrio na relação “q”. Isso reflete “momentos” de espécies ou grupos de espécies no povoamento, como foi mencionado anteriormente.

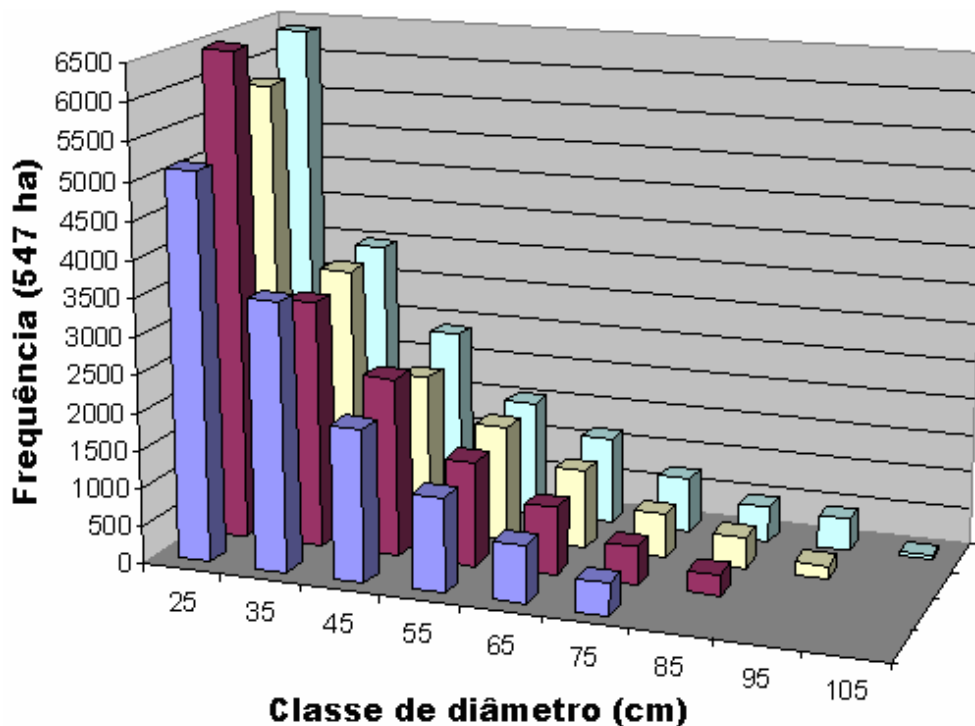


Figura 32 – Simulação da prognose da frequência para as diferentes situações: azul- “0” ano pós-corte; roxo – 8 anos pós-corte; amarelo- 16 anos pós-corte e verde - 25 anos pós-corte (fim do ciclo.)

Na Figura 33, aparece a síntese da variação total da distribuição da frequência por classe de diâmetro no compartimento de 547 ha ao longo do ciclo de 25 anos. Pode se ver que a distribuição em forma de J invertido permaneceu.

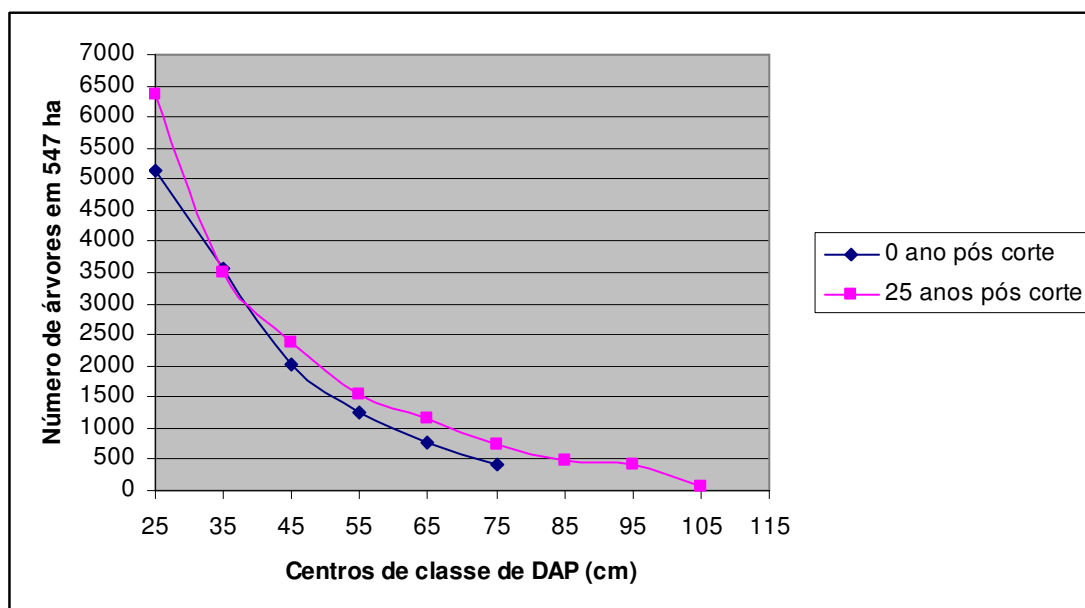


Figura 33 – Síntese da frequência de árvores entre ano inicial de corte e prognose para 25 anos.

A Figura 34 nos mostra a distribuição do volume por classe de DAP, demonstrando que ocorreu uma acumulação satisfatória de volume nas classes de interesse comercial. A classe que mais acumulou volume foi a de 65 cm de DAP (3.165,19 m³), seguida da de 55 cm de DAP (2.850,03 m³). A que menos acumulou foi a classe de 105 cm de DAP (428,09 m³).

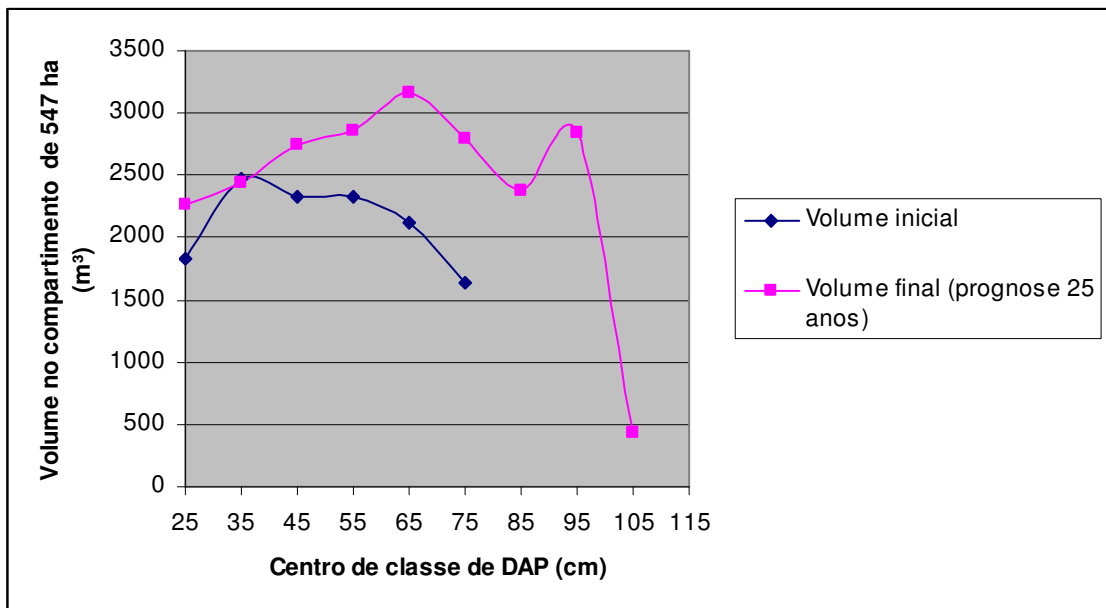


Figura 34 – Prognose do volume inicial e volume final por classes de DAP (cm).

Em uma segunda simulação foi projetado também para análise o que ocorreria utilizando-se a extração limite ou máxima (Tabela 36 e Figura 35), ou seja, considerando o corte das árvores de todas as classes comerciais. Assim, nessa simulação, o corte ocorreria a partir da classe de 45 cm de DAP (retirando o total comercial de 31,11 m³/ha), desconsiderando o ritmo de crescimento das espécies.

O resultado, na projeção de 25 anos foi um IMA de 0,35 m³/ano (IMA dentro das classes comerciais e considerando somente as 26 espécies de interesse), tornando inviável a reposição. Ou seja, a extração de todas as árvores comerciais, não respeitando o cálculo da taxa de corte sustentável, resultou em um incremento 48% menor.

Tabela 36 – Projeção do volume comercial baseado em exploração máxima

CC DAP	N inicial	N 25 anos	V inicial	V final	IMA (m ³ /ha/ano)
			(m ³)	(m ³)	
25	4.832,54	6392,46	1.849,34	2.268,60	-
35	3.157,86	3505,97	2.540,44	2.438,68	-
45	0,00	2131,44	0,00	2.450,81	-
55	0,00	887,54	0,00	1.645,98	-
65		268,27	0,00	733,33	-
Sub-total >45			0,00	4.830,11	0,35
Total			4.389,78	9.537,40	0,38

Alder e Silva (2001), em uma outra simulação, utilizando o CAFOGROM-CPATU, em um cenário que assume que todas as árvores comerciais com DAP acima de 45 cm serão exploradas, verificaram que o IMA do novo ciclo resultou em apenas 0,25 m³/ha/ano. Para o segundo e terceiro ciclos, o IMA, antes previsto de 1,6m³/ha/ano, foi reduzido para menos de 0,25m³/ha/ano. Em uma segunda análise, os pesquisadores simularam um segundo corte, o qual se estenderia também às espécies não comerciais atualmente, mas potencialmente comerciais e que atingem grandes dimensões. A projeção calculou que a segunda extração seria semelhante à primeira (51 m³/ha), devido à inclusão das espécies potenciais, mas no terceiro ciclo, entretanto, a produtividade seria reduzida novamente pela perda de estoque. Nessa projeção, o incremento volumétrico líquido das espécies comerciais com DAP maior ou igual a 45 cm foi de 0,66 m³/ha/ano ao longo de 30 anos. Entretanto, a sustentabilidade dos próximos ciclos estaria dependente da inclusão de aproximadamente 66% de espécies potenciais e, a partir do terceiro ciclo, de retiradas condicionadas a um limite máximo de 2 m² por ha de área basal. Os pesquisadores enfatizam a não sustentabilidade para retiradas não controladas (valores muito altos) de todas as árvores comerciais e, mesmo com a inclusão das espécies potenciais, houve decréscimo da produtividade. Isso significa também que a não sustentabilidade dos ciclos subsequentes depende não apenas de retiradas altas, mas também de retiradas que desconsideram a estrutura final das árvores pós-corte, não somente das de estoque, como também a estrutura remanescente das árvores das classes comerciais.

Sobre isso, Oliveira et al. (2006) também identificaram, na seleção dos melhores tratamentos, que retiradas totais de árvores de todas as classes comerciais resultam em baixa recuperação da floresta.

Essas observações reforçam a importância da definição de taxas de corte calculadas e distribuídas sobre estruturas previamente determinadas, buscando a regulação da floresta, direcionando a ação no sentido de otimizar a estrutura remanescente com o incremento desejado.

Poder-se concluir que mais do que apenas uma função do crescimento anual do diâmetro, o ciclo dependerá da taxa de corte calculada em função do ritmo de crescimento das espécies comerciais associada fundamentalmente à estrutura diamétrica remanescente. Extrações distribuídas três classes acima da classe comercial limite (não as removendo totalmente, mas parcialmente) podem ser necessárias para ajustar a taxa de corte. Isso significa que mesmo que com a taxa de corte adequada, a reposição em crescimento só terá chances de ocorrer se essa taxa for cuidadosamente aplicada, definindo como a floresta remanescente deverá estar estruturada para o crescimento (com um IMA adequado), visando ao novo ciclo de corte, baseado nas contribuições das classes atuais.

Assim, fica evidente que, dependendo do número de espécies comerciais consideradas e da estrutura a ser mantida, variará o volume permitido de corte, pois se poderá avaliar de antemão se a floresta terá pelo menos condições de regenerar o definido para extração. Pelas pesquisas até agora realizadas, pode-se concluir que dificilmente uma taxa arbitrária de corte pode ser recomendada sem prévio cálculo. Também, taxas de corte que extraíam até o limite comercial, ou seja, removendo todas as árvores de todas as classes comerciais, requererão ciclos maiores.

Em retiradas que atinjam todas as classes comerciais de extração como citado acima, em ciclo de 25 anos, as árvores remanescentes reporiam apenas 28 % da extração. Nem mesmo a extração sustentável calculada (15,81 m³/ha, capítulo III) seria reposta (caso não fosse considerada a estrutura), pois apenas 4.830,11 m³ seriam repostos no ciclo de 25 anos. Mais grave é que o ciclo necessário para repor o estoque aumentaria para 89 anos. Isso devido ao equívoco de não se manter uma estrutura remanescente adequada. A figura 35 indica que as árvores ingressantes alcançariam somente até a classe de 65 de DAP.

Esse erro tem estimulado a proposta defendida por ambientalistas e órgãos fiscalizadores de que o ciclo deve aumentar, pois ele não seria suficiente. Na

verdade, fica claro que o ciclo está diretamente relacionado com a taxa de extração calculada e o incremento que pode ser obtido do povoamento remanescente. Sendo assim, cortes que atinjam totalmente as classes comerciais devem exigir simulações que informem a viabilidade do ciclo.

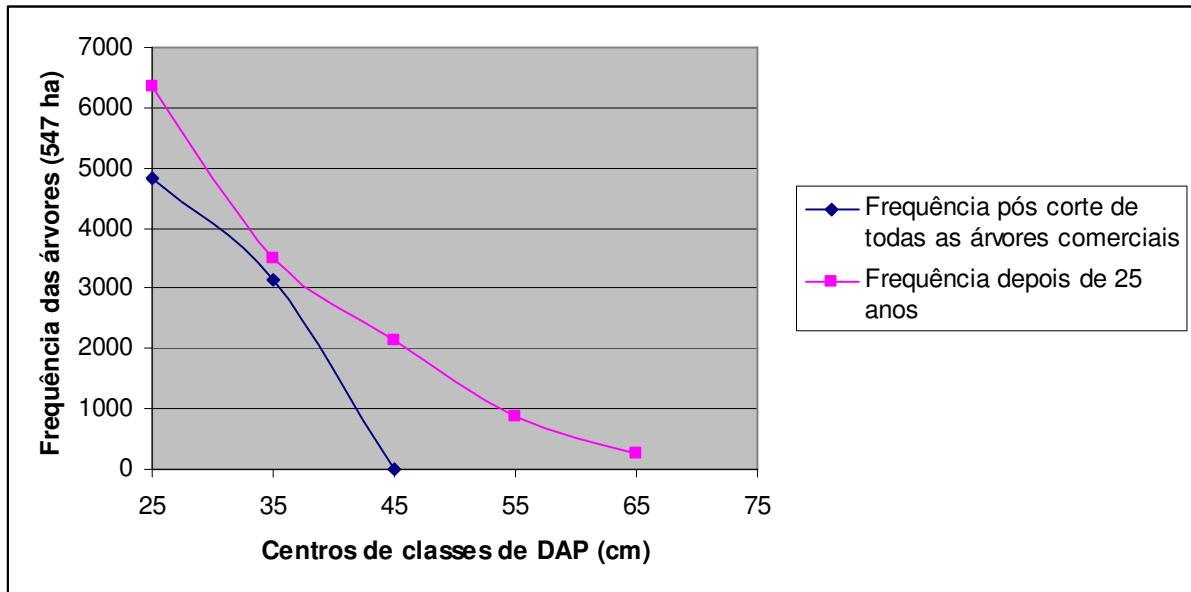


Figura 35 – Corte de todas as árvores comerciais e projeção para 25 anos.

Na Tabela 37, é apresentado o percentual de contribuição de cada classe, baseado no seu número inicial de árvores e no que elas representaram, evoluindo ao longo do tempo, no volume final. É interessante considerar que entre as classes de 35 a 65 cm de DAP, a contribuição para o volume comercial foi relativamente proporcional, sobressaindo-se um pouco a classe de 45 cm de DAP. As classes de 75 e 85 de DAP, apesar de serem classes de árvores dominantes e com bom IPA de DAP, tiveram menor contribuição devido ao número reduzido de árvores. Então foi necessário fazer a relação do percentual de contribuição com o número de árvores, para identificar quais classes, independentemente do número de árvores, têm maior possibilidade de incremento. Assim, na Tabela 37, foi também definido um ranking de contribuição, onde se relaciona a contribuição por classe de DAP com o número de árvores de cada classe no início do ciclo de corte. Verificou-se que a classe de DAP de 75 cm foi a que mais contribuiu proporcionalmente, seguida da classe de 85 cm. Porém, quando verificado o percentual de contribuição por classe de DAP para

o incremento apenas, identificou-se que a classe de 85 cm de DAP não contribuía para o volume comercial final. Desse modo, a classe de DAP de 75 cm, seguida da classe de 65 cm, assume grande importância. Disso conclui-se que, respeitando os ajustes previstos no sistema BDq, área basal remanescente definida e volume econômico, deve-se privilegiar as classes mais contribuídas, para garantia de um melhor incremento.

Tabela 37 – Contribuição por classe de DAP para o volume final comercial.

CC DAP	N inicial	% de contribuição por classe de DAP para o volume final comercial	Relação Cont. por classe /N inicial	Ranking considerando todo volume comercial	% de contribuição por classe de DAP para o incremento (comercial)	Relação Cont. em incremento/N inicial	Ranking/considerando incremento relativo a N inicial	Incremento m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹
15	7.196	1,64	0,02	8	0(-18,87)	0(-0,26)	7	0,01
25	5.140	7,07	0,14	7	0(-19,55)	0(-0,38)	8	0,05
35	3.554	20,22	0,57	6	24,42	0,69	5	0,13
45	2.117,91	22,96	1,08	5	37,89	1,79	4	0,15
55	1.299,42	21,73	1,67	4	35,47	2,73	3	0,14
65	795,76	19,62	2,47	3	32,16	4,04	2	0,13
75	196,44	6,26	3,19	1	8,48	4,32	1	0,04
85	16,59	0,50	3,00	2	0(-0,01)	0(-0,05)	6	0,00
TOTAL	-	100,00	-	-	100,00	-	-	0,64

Sendo: CC DAP = centro de classe de diâmetro a altura do peito; N = número de árvores.

Os dados da Tabela 37, relativos aos percentuais de contribuição da estrutura das classes de início de ciclo, confirmam a importância de se manterem frações de um maior número de classes comerciais na expectativa dos incrementos e volumes do novo ciclo. O motivo é que essas classes são fortes produtoras de novos estoques de madeira. Evidentemente, não podem ser mantidos percentuais dessas classes em excesso, mas isso dependerá e será balizado pela taxa de corte sustentável calculada anteriormente.

Também é interessante mencionar que qualquer recrutamento para a classe inicial ou ingresso a partir da classe de 5 cm de DAP, no ciclo considerado, não alcançam as classes comerciais, tendo importância apenas para o segundo ciclo.

A Figura 36 e a Tabela 38 mostram a razão entre volume final e inicial de 100 árvores por classe. Quanto maior o valor maior será o volume final e vice-versa, produzindo um maior ou menor incremento. Pode-se observar que a razão decai

lentamente de 1,57, até atingir um mínimo na classe de 85 cm de DAP. Ou seja, na classe de 95, a razão começa a ser menor do que 1,00 (um) e, portanto, ser antieconômica, pois não contribui nada para o volume final.

Tabela 38 – Simulação por classe de DAP para identificar ponto de equilíbrio do IMA das classes.

CC DAP	N	Vol Inicial	Vol. Final	Incram. ano 25	relação	IMA (m ³ /árv/25anos)
35	100	69,56	94,99	25,43	1,37	0,25
45	100	114,98	180,97	65,98	1,57	0,66
55	100	185,45	279,09	93,64	1,50	0,94
65	100	273,35	411,65	138,30	1,51	1,38
75	100	383,89	531,76	147,88	1,39	1,48
85	100	503,44	501,58	0(-1,91)	1,00	0(-0,02)
95	100	667,25	337,95	0(-329,30)	0,51	0(-3,29)

A Tabela 38 mostra também o IMA distribuído por árvore de cada classe. Fica claro, nessa Tabela e na Figura 36, que a partir da classe de 85 cm de DAP o incremento é nulo comercialmente. Na mesma Tabela 38, sobressai a classe de 75 de DAP, com um incremento de 1,48 m³/árvore/ciclo. Esse valor de incremento por árvore é médio, pois na projeção durante o ciclo o fator mortalidade foi considerado.

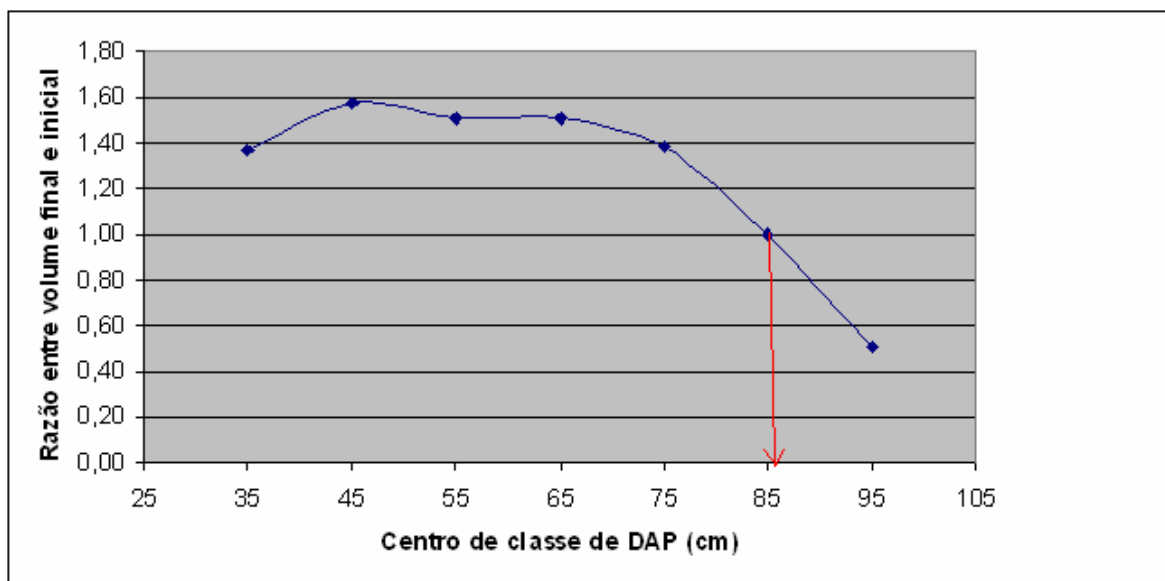


Figura 36 – Razão entre volume final e volume inicial por classe de DAP.

Na Figura 37, pode-se ver melhor o incremento. O incremento por classe de DAP sobe a um máximo (classe de DAP de 75) e começa nesse ponto a decrescer. Nesse ponto, o grupo de espécies considerado atingiu o que tecnicamente se poderia chamar de maturidade em volume (SCHNEIDER, 2004), pois alcançou o máximo de seu rendimento em massa, o que ocorre na idade de culminância de seu incremento médio anual. Como não se sabe a idade, inferiu-se o diâmetro onde culmina o incremento. Sobre isso, Reninger (1976) determinou com base em resultados de unidades de inventário que o incremento percentual de volume diminui com o aumento de DAP. Assim, conclui que explorando um mesmo volume previsto em um povoamento, concentrando-se nas árvores maiores, mais incremento permanecerá no povoamento. Esse pesquisador desenvolveu o conceito do chamado “manejo para árvores grandes”.

Assim, a partir do diâmetro comercial de 45, o pico do incremento atinge seu máximo na classe de 75, para depois cair bruscamente nas demais classes maiores. Isso confirma o discutido anteriormente de que um número adequado de árvores dessas classes deve ser mantido para possibilitar crescimentos e sustentabilidade do sistema. Em outros planos de manejo, provavelmente, os picos poderão se encontrar em outras classes. Daí a importância do monitoramento constante para conhecimento do potencial produtivo da floresta.

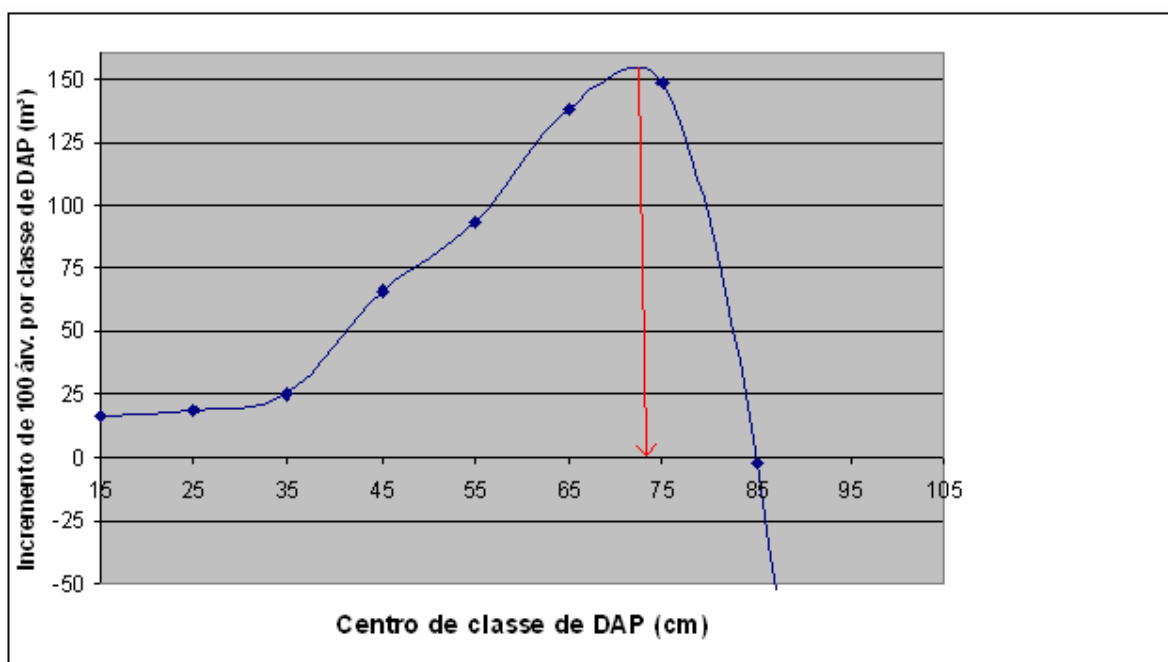


Figura 37 – Incremento em m³ por classe de DAP: ponto de máximo rendimento

Ao retornar-se à Figura 26, relativa ao IPA das 26 espécies comerciais do compartimento, vê-se que os 2 gráficos têm estreita relação, ou seja, verifica-se que o ritmo de crescimento da espécie influi para definir como um limite máximo de DAP para o próximo ciclo de 75 cm.

Assim, não é conveniente apostar 25 anos nas classes de 85 e de acima desse valor, pois elas tendem à perda gradual de volume relativo até o próximo ajuste, podendo não contribuir em incremento para o próximo ciclo, de modo que se torna antieconômica tal espera. A não contribuição em incremento ocorre devido à mortalidade de árvores nas referidas classes e crescimento medíocre, assim, o somatório poderá ser menor que o volume inicial. Assim, o retorno econômico será nulo a partir desse ponto.

A utilização da projeção de tabelas de povoamento é importante para mostrar a direção do desenvolvimento da floresta. Pode mostrar estágios iniciais necessários e fundamentais para o entendimento do manejo, quando se tem em mente uma meta de incremento, de volume comercial futuro, etc. Quer dizer, essa projeção pode informar claramente o que está ou poderá estar equivocado no presente caso se pretenda uma determinada estrutura de povoamento no futuro.

Os estudos do modelo de Meyer ao longo do desenvolvimento da floresta podem nos indicar a fase de estoqueamento da mesma. Por outro lado, a projeção de Tabelas de povoamento, com apoio das PPs, pode nos auxiliar a verificar classes de DAP que devem ser mantidas do ponto de vista econômico.

O momento do estoqueamento máximo pode ser também avaliado pela avaliação da situação do estrato superior.

5.5 Conclusões

A projeção de crescimento informa que o povoamento pode, depois dos cortes planejados segundo sistema descrito no capítulo (III), recuperar o volume original.

Mesmo com instrumentalização simples, é possível se ter uma perspectiva de como será o povoamento no futuro ciclo ou como se deseja aproximadamente que ele fique. Sem essas informações, os tratamentos atuais serão feitos de maneira totalmente arbitrária e falsa.

Essas projeções devem ser estabelecidas sobre informações exatas da floresta atual.

É preciso uma base de classes de DAP remanescentes maiores que o limite comercial para assegurar um IMA adequado para o próximo ciclo. Nesse ponto, as projeções podem ser ótimas auxiliares na definição do peso sobre certas classes para determinar melhor incremento.

Os cálculos de ciclos e taxas de corte devem fazer parte da estrutura dos planos de manejo. Valores absolutos em metros cúbicos de extração, mesmo baixos, se não compatibilizados com a estrutura diamétrica da floresta, podem significar manejo não sustentável. Assim, essas questões devem ser debatidas, questionadas e introduzidas nas exigências e na engenharia dos planos de manejo pelos órgãos fiscalizadores.

Os IMAs para florestas naturais dependem também do número de espécies envolvidas e, fundamentalmente, da importância da abundância de cada uma. Assim, as avaliações devem especificar claramente como se pretende aferir o incremento, considerando o ciclo, qual o número de espécies envolvidas e de interesse para manejo, sua densidade e que estrutura básica inicial está sendo considerada.

Existe um ponto ótimo de DAP a ser mantido na floresta inequiânea, acima do qual o retorno em incremento em volume não ocorrerá. O fator principal não é apenas o ritmo de crescimento, mas a relação geométrica do incremento de DAP e a classe de DAP (uma vez que altura comercial já começa a pesar pouco nesse momento). Mesmo para ritmos iguais de crescimento, essa relação tende a diminuir a cada classe acima.

As projeções de Tabela de povoamento ajudam a visualizar a direção e/ou limitações do desenvolvimento futuro da floresta, principalmente quando se trabalha com estruturas reais (inventário 100% da floresta) e não hipotéticas (amostras gerais).

As recomendações de manejo devem partir de estruturas de distribuição diamétricas conhecidas para se alcançar um objetivo definido, como menciona Daniel et al. (1979).

As reavaliações periódicas da distribuição diamétrica, comparadas aos parâmetros da equação inicial, podem mostrar a direção da recuperação da floresta.

O sistema BDq, se combinado com estudos de crescimento, tratamentos silviculturais e cálculo de taxa de corte sustentada, proporciona parâmetros mais seguros para garantia de uma futura floresta sustentável.

CAPÍTULO VI - MONITORAMENTO DAS ATIVIDADES DE MANEJO

6.1 Introdução

Independentemente das obrigações legais, as empresas devem ter formas de monitoramento individual para aferirem se estão alcançando os objetivos desejados. Esses objetivos devem ser técnicos, ambientais, econômicos e sociais. Evidentemente, os objetivos técnicos e econômicos andam juntos.

Como tem sido mencionado, uma das fases básicas do plano de manejo é a atividade de exploração propriamente dita. Nessa atividade, são materializadas as preocupações com as delimitações corretas dos talhões (capítulo II), as taxas de corte sustentáveis a serem utilizadas (capítulo III), os procedimentos técnicos de exploração de impacto reduzido (capítulo IV), entre outras, identificando se todas as recomendações foram seguidas. Assim, qualquer forma de monitoramento deve ter por estrutura inicial a avaliação da qualidade da exploração utilizada no compartimento.

Previamente deve-se realizar um inventário diagnóstico para definir a característica dos tipos florestais presentes na área sujeita ao manejo.

Uma das vantagens do automonitoramento seria a empresa estar qualificada a discutir a forma que está sendo avaliada, além é claro, dos ganhos relativos à produtividade, correção de equívocos técnicos, redução de danos ambientais e, fundamentalmente, à respeitabilidade.

6.1.1 Objetivos

O objetivo geral deste capítulo foi abordar os itens fundamentais ao monitoramento da sustentabilidade do manejo empresarial.

Os objetivos específicos deste capítulo são:

a) Indicar um procedimento de avaliação da sustentabilidade do manejo, o qual possa ser utilizado seja pelo órgão fiscalizador, seja pela própria empresa visando ao automonitoramento;

b) executar uma avaliação sobre a qualidade da exploração durante o manejo de um compartimento de 547 hectares.

6.2 Revisão Bibliográfica

6.2.1 Atividades pré-exploratórias

Antes de tudo, deve estar assegurado que as áreas de preservação permanente, reserva legal, e espécies proibidas por lei, não serão tocadas. Informações de pesquisa que existam sobre a região poderão dar suporte a proteção de espécies que sejam importante para a fauna.

Especificamente, o monitoramento das atividades colocadas como atividades pré-exploratórias ou prévias é aquele que define se existem boas ou excelentes condições para realização dos trabalhos de exploração. Nessa fase, uma série de perguntas deve ser respondida. A seguir, são apresentadas as questões principais para a análise de cada item.

Valendo-se dessas perguntas e exigências, o administrador, manejador ou gerente da empresa pode qualificar suas expectativas de bem realizar o trabalho. Uma avaliação positiva pode tranquilizar futuramente o gestor. Uma avaliação, agora negativa, pode indicar que cuidados devem ser tomados.

Por outro lado, se essas questões forem feitas pelo órgão fiscalizador previamente, horas de vistoria são economizadas se o manejador for informado antecipadamente de que suas atividades podem estar se encaminhando para o fracasso devido a uma preparação não adequada.

Embora a atividade madeireira empresarial, mesmo considerando um compartimento anual pequeno de 500 ha, por exemplo, para as condições da Amazônia, movimento milhares de reais, ainda a improvisação é a tônica e somente o superficial cumprimento da legislação é visado.

Principais demandas:

a) Checagem da existência de pessoal técnico qualificado em manejo.

Para análise desse item, é importante a resposta a essas questões (adaptado de Braz et al. (2000)):

A empresa possui em seus quadros pessoal técnico qualificado (Engenheiros Florestais, Técnicos Florestais)?

O pessoal técnico tem conhecimento dos parâmetros (ou forma de estimá-los para a região) para o cálculo prévio das operações de manejo?

O pessoal técnico tem conhecimentos de planejamento operacional e seu *layout*?

Existem equipes qualificadas para a demarcação dos talhões?

Existe pessoal qualificado para realização do Inventário a 100%?

Existe pessoal capacitado para instalação das Parcelas Permanentes?

Esse pessoal realizou algum curso de treinamento em exploração florestal ou técnicas de manejo?

No caso de trabalho terceirizado, as questões continuam as mesmas, pois são de responsabilidade final da empresa.

b) Checagem do planejamento previsto para ano corrente e próximo.

O planejamento (exploração propriamente dita) deve ser considerado como parte do PMFS. Esse planejamento contém questões estratégicas (longo prazo) e táticas (curto prazo).

As perguntas principais que já devem estar respondidas são três: 1) como será feita a exploração; 2) quem se encarregará das operações e 3) quando serão feitas?

Dentro dessas três vertentes principais encontram-se questões como:

Qual o sistema tecnológico a ser utilizado (toro longo, toro curto)? Pretende-se a combinação/utilização de equipamentos diferentes? Quais equipamentos? Existe a necessidade de selecioná-los previamente?

Como está sendo definido o planejamento para a exploração do ano corrente? Existe número de pessoal e equipamento adequado para cada atividade no período ideal?

Quando se pretende começar a exploração? Qual o período/momento ideal para cada atividade?

Estão sendo considerados fatores importantes como adequada divisão das unidades de produção anual (UPAs), pátios de estocagem com tamanho ideal e número suficiente, instalação das parcelas permanentes e inventário pré-exploratório (100%) e corte de cipós?

c) Inventário 100%

Foi realizado o Inventário 100% nos talhões de exploração?

Os mapas já estão disponíveis para o talhão?

Qual a metodologia utilizada?

d) Planejamento e abertura de estradas e picadas de arraste.

Como ocorreu (ou está ocorrendo) o planejamento das estradas e rede de arraste?

Houve considerações de densidade da rede, largura máxima, inclinação máxima permitida, distância máxima de arraste, ponto de equilíbrio entre estradas e arraste visando ao menor custo e dano ambiental?

Está sendo considerado o potencial diferenciado das tipologias florestais?

Foi calculado quanto se construirá de estradas este ano e nos próximos? Qual o padrão de qualidade escolhida, localização e custo total e por km?

Estão sendo planejadas e abertas as trilhas de arraste de acordo com o inventário a 100%? Elas já estarão concluídas no momento de exploração?

e) Existência de equipes de campo qualificadas em exploração relativas à derruba e arraste.

As equipes de campo são qualificadas?

Há curso de derruba e traçamento?

As equipes de arraste sabem “ler” um mapa de inventário a 100%? (Esses itens devem ser checados com algumas das próprias equipes de abate).

Os operadores dos tratores florestais estão informados sobre o dano que o trator causa no povoamento quando do deslocamento e sobre o valor das árvores de pequenos diâmetros remanescentes?

f) Monitoramento previsto: Silvicultural, Ambiental e de Produção

Que critérios serão utilizados para o monitoramento dos itens abaixo:

Silvicultural: diz respeito à *taxa sustentável de exploração*; seleção das árvores da colheita, marcação das árvores, corte de cipós (realizado já neste período); desbaste; cuidados com a regeneração e crescimento; instalação das parcelas permanentes (que já deverão estar instaladas nesse período segundo modelo *Emprapa-Cpatu*), etc.

Ambiental: monitoramento do dano ao povoamento como um todo (estradas, picadas de arraste, dano a outras espécies no momento da derruba, etc.)

Produção: fichário especial para monitoramento de produção, tempos, consumos e custos finais.

Salienta-se que a definição da taxa de corte, preocupação do capítulo III, é a base também para a questão ambiental e de sustentabilidade do sistema, então, é interessante saber como ela foi concebida.

g) Perspectivas de mercado.

Quais as perspectivas de venda do produto explorado?

O contrato de venda do produto já está feito?

Como se comporta o mercado local?

Quais as espécies mais aceitas?

Quais as espécies potenciais?

6.2.2 Atividades exploratórias

A qualidade das atividades exploratórias deverá ser monitorada conforme deve ser sua execução, como indicado no capítulo IV (Sistema de Exploração).

Nesse momento, as técnicas de execução, parâmetros técnicos e normas de segurança, como antes mencionados, são fundamentais.

Por outro lado, para além dessas questões, fatores como produtividade deverão ser considerados, pois influem drasticamente nos custos. Esses aspectos são chamados de controle das operações.

É importante lembrar que a minimização dos custos (dentro de um compromisso com a sustentabilidade do manejo florestal) é objetivo fundamental do sistema de exploração utilizado (CONWAY, 1976). O custo de exploração deve ser calculado mediante projeções e depois verificado pelos sistemas adequados de controle.

Os ganhos podem ser incrementados, produzindo-se mais ou reduzindo-se os custos de exploração.

O controle de custos significa bons registros (de acordo com fichário adequado) e confiáveis padrões de produção (Figura 38). Para esse controle é necessário que a empresa divida os custos em unidades manejáveis.

Para se definir o padrão de produção (ou seja, produção ideal por equipe e/ou equipamento por período considerado - hora, dia, etc.). Pode-se ter, *a priori*, um valor médio regional como base. Na própria análise de sistemas e seleção de equipamentos já mencionada, ter-se-á uma ideia prévia do potencial do equipamento e do sistema. Também a experiência anterior do engenheiro florestal pode dar uma ideia geral.

O nível da produção diária deverá ser checado mediante a análise do ponto de equilíbrio (custo produção/hora máquina/mês).

Uma sugestão para o controle, principalmente para quem controla os diversos compartimentos, seria uma carta controle (CONWAY, 1976). Quando a produção cai em determinado dia, ou não é normalmente favorável, o administrador pode identificar o problema e procurar saná-lo imediatamente. Entretanto, também fatores extras, como chuvas, devem ser avaliados e contabilizados.

Deverá ter-se um fichário adequado por equipamento/unidade da atividade, de maneira que a produção diária, horas efetivas de operação, consumo de combustível, lubrificantes, tempo perdido e manutenção, sejam computados, além de conhecidos os custos. Esses dados devem ser acumulados em registros semanais junto com os custos fixos e transferidos para uma tábua de operação mensal.

A ficha de controle final contará com um somatório dos custos de todos os equipamentos e atividades. Sua relação com a produção total nos indicará o custo por metro cúbico real e sua comparação com o planejado (MACKLIN, 1992).

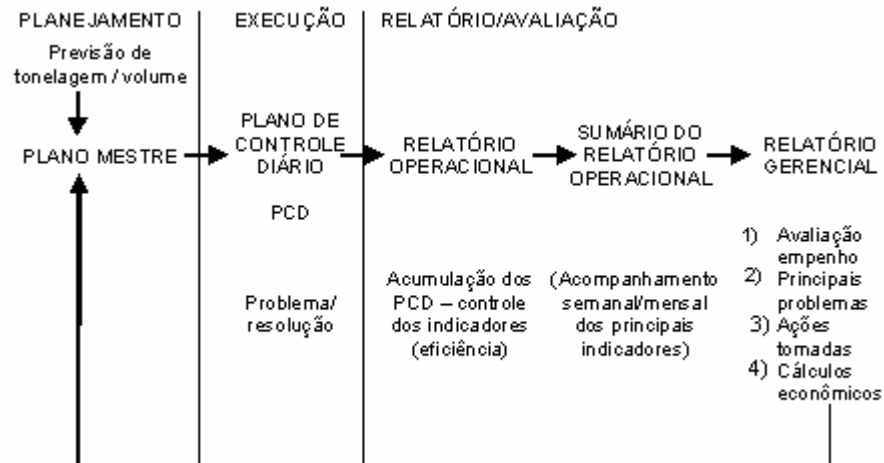


Figura 38 – Controle operacional na exploração florestal .
 Fonte: Pires e Campanha (1989)

6.2.3 Atividades pós-exploratórias

a) Checagem amostral no talhão, comparação entre o comprometido com a taxa de extração e o realmente explorado.

Deve ser sorteado determinado número de UPAs para análise, caso não tenham sido extraídos espécies diferentes das previstas no PMFS, volumes diferentes; etc.

A avaliação é feita com auxílio de mapas oriundos do inventário a 100%.

b) Checagem amostral no talhão relativo a danos de baixo impacto.

Deve ser sorteado determinado número de UPAs (e/ou parte destas) para análise dos danos e mitigação dos danos realizados na fase de exploração.

A avaliação é feita observando-se as clareiras produzidas pela derruba e checando os danos ocorridos.

Deve-se comparar com os dados do *monitoramento ambiental* fornecido pela própria empresa e mencionados na parte pré-exploratória.

É necessário fazer um cruzamento do obtido com parâmetros suportáveis indicados em trabalhos científicos.

c) Checagem amostral dos tratamentos silviculturais realizados.

Deve ser sorteado determinado número de UPAs (e/ou parte destas) para conferir tratamentos previstos (e suas épocas) e os efetivamente realizados.

Em seguida, comparar com os dados do *monitoramento silvicultural* fornecido com os tratamentos previstos.

d) Checagem do previsto para exploração com o volume comercializado/transportado.

Comparação dos dados previstos no PMFS e comercializado/transportado da área.

e) Checagem a respeito do ciclo previsto para o compartimento.

Verificar se estão sendo respeitados (e monitorados para verificar sua adequação) o ciclo definido, os limites de diâmetro, as taxa permitidas de extração e o tamanho dos compartimentos de abate definidos por ano.

Verificar se está sendo respeitado (e quais garantias existem para sua continuidade) o ciclo previsto.

f) Critérios p/monitoramento de Parcelas Permanentes e atualização *taxa de extração* dos próximos anos.

Checar a utilização dos dados das Parcelas Permanentes nos critérios de decisão da empresa.

g) Checar se há pessoal qualificado para análise dos dados das Parcelas Permanentes na empresa.

h) Programa de formação da Empresa.

Existe um programa de aperfeiçoamento dos técnicos e operários com relação à implementação do PMFS? Está bem estruturado?

Quais as previsões para curto, médio e longo prazos nessa área?

A empresa conta com apoio e/ou parceria de instituições de pesquisa e ensino?

i) Análise da estrutura custos/eficiência.

Avaliar dados de *monitoramento de produção* fornecidos pela empresa e previstos na fase anterior.

Avaliar a qualidade do resultado do manejo no ano anterior de acordo com critérios econômicos/financeiros/ambientais/sociais.

j) Outras avaliações

Avaliar o cumprimento das questões legais respeito as questões sociais de populações locais envolvidas.

6.3 Metodologia

O estudo foi realizado em uma área da empresa ST Manejo de Florestas, no compartimento Iracema II, detalhado no Capítulo II.

Utilizaram-se as fichas dos anexos 3 a 12 para análise das atividades.

A ênfase foi dada na qualidade e segurança das operações de abate, toragem, traçamento, arraste e carregamento.

O controle da produtividade não foi aqui considerado pois já foi avaliado, no capítulo IV (Sistema de Exploração), quando aborda abate, abertura de estradas, arraste, etc.

6.4 Resultados e discussão

6.4.1 Monitoramento das atividades pré-exploratórias na UPA

A empresa possuía pessoal técnico qualificado em manejo devido à Embrapa Acre ter fornecido treinamento de derruba direcionada em extração de baixo impacto aos operários da empresa. A Embrapa Acre também repassou conceitos de planejamento de rede de estradas secundárias e localização adequada dos pátios de estocagem, bem como de tratamentos silviculturais. Anteriormente a essa parceria com a Embrapa, a empresa não possuía tais conceitos e tecnologias.

O engenheiro responsável e o gerente florestal elaboravam o planejamento previsto para cobrir as atividades do ano corrente e parcialmente as do próximo, devido a lacunas que costumavam ocorrer com relação ao arraste em decorrência da quebra do trator e do atraso das atividades perto do período de chuvas, pondo em risco a produção. Poderiam ser antecipadas alternativas, uma vez que, arrendando ou utilizando skidder com tempo de utilização ultrapassado, o risco era contínuo.

O Inventário 100% foi sempre bem realizado e utilizado para o planejamento e abertura das estradas secundárias e planejamento das trilhas de arraste. A distribuição dos pátios foi bem realizada considerando topografia plana e máxima utilização de cada um deles. O potencial das diferentes tipologias ainda não é utilizado para localização dos pátios, mas opta-se por basear-se na dispersão das espécies principais.

Como foi mencionado, as equipes de campo eram satisfatoriamente qualificadas em manejo (mais precisamente nas técnicas de exploração derruba e arraste).

O monitoramento previsto, silvicultural, ambiental e de produção eram realizados pela Embrapa Acre. A empresa teve dificuldade em assimilar o monitoramento da produção.

As perspectivas de mercado eram sempre avaliadas pelo gerente, mas buscando mais o mercado internacional, o que podia limitar o mercado para todas as espécies.

O retorno social para a região, devido à geração de empregos nos escritórios e com planejamento, extração, serraria e transporte, era importante localmente.

Com relação ao planejamento para o próximo ano e para os demais, a empresa se restringiu à identificação de área destinada a ser o próximo talhão, seu aluguel e início, bem como à realização do inventário 100%.

A taxa de corte da empresa observou respeito às matrizes e limites de diâmetro de corte.

Do ponto de vista ambiental, houve correto planejamento com relação às áreas de preservação permanente, além do cuidado na exploração da floresta remanescente.

Por parte da empresa considerada, não há um estudo de mercado, mas um conhecimento prático da busca de compradores e tendo como critério único a busca do mercado externo. Verifica-se aí uma possível falha, uma vez que, na busca de somente o mercado externo, a venda das madeiras mais conhecidas causa um subaproveitamento da floresta. Isso implica um menor retorno para a empresa. Além disso, esse procedimento limitado a mercados restritos pode, em momentos de variações da economia, debilitar a empresa.

6.4.2 Monitoramento das atividades exploratórias na UPA

O planejado para extração foi executado, com respeito às normas relativas às árvores matrizes e áreas de preservação permanente, bem como à toda legislação prevista pelo IBAMA e Ministério do Meio Ambiente. Houve respeito também às taxas de extração previstas, com relação às espécies e volumes determinados. Foram instaladas PPs para monitoramento.

De acordo com o fichário do anexo 1, observou-se que o abate era, aproximadamente, 65% das vezes realizado de maneira correta e de acordo com os treinamentos. As tradições na forma de derrubar são de difícil modificação. O principal erro em gravidade técnica (e de segurança) era não ser executado o degrau de queda (40%). Por outro lado, muitas árvores possuíam troncos e/ou sapopemas que dificultavam em um primeiro momento seguir o prescrito, necessitando o técnico voltar a repassar as normas. Outro grave erro era o corte avançar sobre a dobradiça (70%). Com relação a manter o corte horizontal, somente

33% conseguiam fazer adequadamente. A boca de corte com pouca altura ocorreu em 28%. Não aconteceram acidentes ou graves defeitos de abate que pudessem influenciar em quebra dos troncos.

O arraste utilizado obedeceu em 83% dos casos ao planejado. Eram utilizados os mapas de exploração para se encontrar as árvores e se buscava retornar pela picada principal. Foram obedecidos a relação picadas e pátios e seguidas as trilhas demarcadas com uma eficiência de 70%, considerada bastante satisfatória. Erros aconteciam quando o operador tentava improvisar, perdendo muito tempo para encontrar as árvores, demonstrando necessidade de mais assimilação dos conceitos de arraste planejado .

As normas gerais de baixo impacto eram obedecidas com um resultado positivo minimizando os danos principalmente com abate direcionado e uso dos mapas das trilhas de arraste.

Como tratamentos silviculturais, somente o corte de cipós no ano anterior.

Os talhões eram adequadamente compartimentalizados e sub-compartimentalizados, buscando a operacionalização, bem a localização ideal dos pátios de estocagem.

Normas gerais de segurança (utilização de capacetes e demais protetores) eram parcialmente executadas e conceitos ergonômicos não eram considerados.

O controle da produtividade não era realizado pela empresa, mas apenas avaliado de forma prática. A Embrapa Acre monitorava periodicamente esta atividade de forma amostral.

Os parâmetros técnicos das estradas atingiam um padrão de 60% do desejado. Era correto do ponto de vista do pouco dano ambiental, mas não considerava todos parâmetros geométricos.

O carregamento/ transporte final eram bem efetuados.

O responsável de campo em uma temporada identificou os ganhos em redução do combustível devido ao planejamento do skidder.

Eficiência do arraste e avaliações ambientais (danos causados pela derruba) foram verificadas em outras pesquisas de projetos correlatos e a seguir serão mencionadas.

6.4.3 Pesquisas sobre o monitoramento na área (monitoramento pós-exploratório em áreas contíguas similares)

Algumas pesquisas têm sido realizadas nos compartimentos da empresa S.T. Manejo de Florestas e podem balizar ou servir de comparativo ao futuro do talhão em estudo.

6.4.3.1 Exploração

A exploração provocou a redução da área basal (Figura 39) aproveitável da floresta de 18,7 m²/ha para 16,7 m²/ha (OLIVEIRA et al., 2002). Os pesquisadores enfatizam que, considerando a área basal média cortada dentro das parcelas permanentes (1,1 m²/ha), o efeito produzido na floresta residual (1,73 m²/ha) foi baixo. Os impactos produzidos na floresta manejada, independentemente da madeira retirada pela exploração foram equivalentes a 10,35 % da área basal aproveitável.

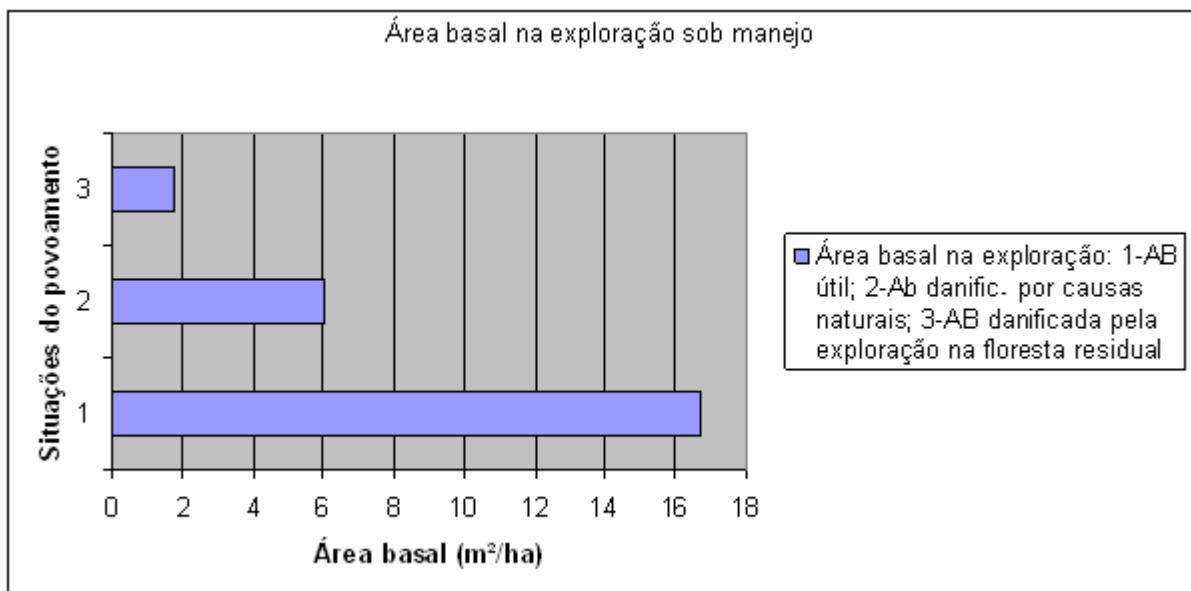


Figura 39 – Área basal sob impacto da exploração.

Fonte: Oliveira et al. (2002)

Tabela 39 – Produtividade comparada em diferentes períodos.

	CPFAC (1995)*	ST Manejo de Florestas Ltda. (2000)**	ST Manejo de Florestas Ltda. (2001)***	Paragominas**** (IMAZON)
Comprimento da tora (m)	13,5	-	12,2	-
Volume da tora (m ³)	4,2	-	6,3	5,4
Distância de arraste (m)	190,0	250,0/350	180,0	134,0
Tempo de manobra (min)	4,4	-	1,37	-
Tempo de engate (min)	3,2	-	1,7	-
Tempo de desengate (min)	0,3	-	0,2	-
Viagem sem carga (min)	4,9	-	3,5	1,1
Viagem com carga (min)	6,6	-	3,2	1,37
Tempo de ciclo total(min)	19,3	21,0	11,3	-
Volume arrastado/h (m ³ /h)	9,6	10,0	33,2	34,0

Fonte: *Braz e Oliveira (1995).

**Dados estimados fornecidos pela empresa.

*** O tempo ocioso de cada atividade está embutido no valor medido.

****Amaral et al. (1998).

Comparando os resultados obtidos na ST Manejo de Florestas LTDA com o trabalho realizado na Área de Pesquisa do CPAF AC (Tabela 39), Braz e Oliveira (1995) encontraram um aumento de 41 % na velocidade das viagens (vazio e carregado) do Skidder. Na comparação dos mesmos resultados com os dados levantados pelo IMAZON (AMARAL et al., 1998), em um projeto piloto de manejo florestal na região de Paragominas no Estado do Pará, observa-se que os tempos das viagens com e sem carga obtidos na ST Manejo de Florestas LTDA, assim como a distância média de arraste, são menores, mas a produção horária é semelhante. A Tabela 39 também compara a melhoria de produtividade na mesma área entre um período sem planejamento e outro pós-planejamento.

6.4.3.2 Monitoramento da dinâmica florestal pós-exploração em compartimento limítrofe.

Em talhão contíguo ao da pesquisa e sob as mesmas condições de exploração, foram observados, em 3 anos após a exploração, 237 ingressos (2,8%/

ano) nas parcelas permanentes estudadas, segundo Oliveira et al. (2006). O ingresso é função do dano e do banco de sementes previamente existente na floresta. A mortalidade média nos três primeiros anos foi de 5% e, portanto, considerada alta (OLIVEIRA et al., 2006). Entretanto, isso é normal ocorrer nos primeiros anos pós-exploração devido ao choque ambiental. Também, este percentual ocorre mais nas classes menores, onde a competição e recrutamento são constantes, tendendo a cair drasticamente nas classes maiores. De qualquer maneira, o monitoramento das parcelas deve ser constante e cuidadoso. O incremento em área basal foi de $0,44\text{m}^2/\text{ha}/\text{ano}$, correspondendo a um volume estimado de $3,73\text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$. A pesquisa considera que a floresta deverá atingir o patamar anterior em volume bem antes dos 25 anos de ciclo previstos pela legislação. Essa é uma questão importante, pois enfatiza o trabalho, para se discutir ciclos adequados às intensidades de corte que a floresta sofre.

Por outro lado, os resultados do crescimento em diâmetro foram semelhantes a outros resultados obtidos em florestas tropicais. A maior ou menor exposição à luz teve forte influência. As plantas com exposição total à luz solar cresceram em diâmetro $0,52\text{cm}/\text{ha}/\text{ano}$, ou seja, três vezes mais que as árvores sombreadas.

Com relação à composição florística, as 10 famílias com maior ocorrência na área, segundo Pereira (2004), em 30 ha analisados no compartimento Iracema II, sob exploração de baixo impacto, antes e após a intervenção, apresentaram uma variação muito pequena quanto ao número de gêneros. Essas famílias representam 53% da população amostrada (Tabela 40). Ainda, segundo o mesmo pesquisador, a variação da diversidade de espécies, antes e após a exploração madeireira, foi pequena, o que confirma o baixo impacto da exploração madeireira na composição das espécies dessa comunidade. A alta diversidade da área foi confirmada pelo índice de Simpson, que apresentou um valor próximo de zero (Tabela 41).

Tabela 40 – Número de gêneros antes e após a exploração e porcentagem de plantas em relação à população total amostrada, das 10 famílias de maior ocorrência na área de estudo.

Família	Número de gêneros antes da exploração	Número de gêneros após a exploração	Porcentual de plantas por hectare
Moraceae	9	9	13
Arecaceae	12	12	10
Caesalpineaceae	13	12	10
Sterculiaceae	4	4	9
Mimosaceae	8	8	4
Sapotaceae	5	5	4
Annonaceae	9	8	3
Fabaceae	12	12	3
Burseraceae	3	3	3
Bombacaceae	7	7	3

Fonte: adaptado de Pereira (2004)

Tabela 41 – Diversidade de espécies do talhão Iracema II, analisadas por meio dos índices de Shannon, Peilou e Simpson, antes e após a exploração

Índices	Antes da exploração	Após a exploração
Shannon (H')	4,738	4,735
Pielou (J)	0,803	0,804
Simpson (C)	0,018	0,018

Fonte: Pereira (2004)

6.5 Conclusão

O monitoramento das atividades indicou que a empresa assimilou os treinamentos relativos à exploração de impacto reduzido. Alguns erros ainda foram mantidos, mas eram de possível correção. Por outro lado, um ganho imenso foi que a empresa verificou que realmente estava economizando ao utilizar técnicas de planejamento.

A avaliação da dinâmica e modificação da estrutura de compartimento limítrofe, com exploração realizada pela mesma empresa algum tempo antes, com retiradas semelhantes, mostrou que a recuperação está ocorrendo. Nada de significativo foi identificado com relação a danos ambientais.

Autoavaliações melhoram e aperfeiçoam a tecnologia da empresa e facilitam sua discussão frente aos órgãos ambientais de sua qualificação. Essas autoavaliações detectam erros que podem ser corrigidos pela empresa e, por outro lado, podem facilitar a certificação da empresa. Por outro lado, as avaliações futuras devem ser direcionadas a considerar o efeito da exploração e possível dano principalmente com relação as espécies de interesse.

CAPÍTULO VII – VIABILIDADE TÉCNICO E ECONÔMICA DO MANEJO DE FLORESTAS TROPICAIS

7.1 Introdução

É importante a avaliação da viabilidade do manejo em diferentes condições de ciclo, taxa de extração e tratamentos silviculturais que serão utilizados. Assim, deve-se efetuar uma estimativa detalhada dos custos das operações de extração; dos custos dos tratamentos silviculturais; perspectivas mínimas de crescimento quando sob intervenções silviculturais; custos gerais do talhão, incluindo compra ou arrendamento além da implantação do mesmo; custos de infraestrutura; custos de monitoramento e custos de gestão geral.

Apesar da normatização do Plano de Manejo Florestal Sustentado, Hummel (2001) e Timofeiczuk (2004) enfatizam que as informações relacionadas a este são escassas e de pouca confiabilidade. As causas principais seriam: a) problemas no processamento, sistematização e ordenamento dos dados; b) planos com informações distorcidas e incompletas; c) ausência de dados sobre a área/volume/espécie de exploração anual; d) não execução no campo e; e) informações sobre a área e volume total do plano de manejo.

Segundo Timofeiczuk (2004), as pesquisas desenvolvidas para comprovar a viabilidade do manejo florestal madeireiro têm privilegiado principalmente a verificação de aspectos técnico e científicos.

Por outro lado, as avaliações econômicas do manejo, muitas vezes, valem-se de empresas que terceirizam suas principais atividades, mascarando a estrutura de custos das atividades.

7.1.1 Objetivos

O objetivo geral deste capítulo é avaliar a viabilidade técnico e econômica do manejo nas condições da taxa de corte sustentada calculada.

Os objetivos específicos são:

- a) Compor os custos das atividades relativas ao manejo florestal.
- b) Calcular o custo máquina-hora dos equipamentos.
- c) Calcular a viabilidade técnico e econômica em diferentes situações.

7.2 Revisão Bibliográfica

Oliveira (2003) informa que, em estudo realizado em Rondônia, após as análises, concluiu-se que a receita anual líquida das sete serrarias é negativa. As espécies mais serradas em Jaru são ipê (30,48%), jatobá (12,15%), muiricatiara (8,63%) e cabriúva (7,00%); os valores da madeira em pé variam de US\$ 5,26/m³ para a garapa a US\$42,11/m³ para o cedro; o valor do m³ de tora colocado na serraria varia de US\$26,32 para jité, muiricatiara e roxinho a US\$105,26 para cedro e freijó.

Para Gama e Silva (1998), a situação do mercado no Acre não remuneraria a implementação do manejo florestal com as taxas de juros utilizadas no estudo (6%, 8%, 10% e 12% ao ano). O mesmo pesquisador enfatiza a necessidade de pesquisas para melhorar o rendimento e a eficiência das atividades, com especial ênfase nos cálculos de custo de produção do manejo florestal. Também, sugere estudos para determinar a elasticidade dos preços da madeira, os quais forneceriam informação sobre o impacto nos custos de produção e, conseqüentemente, no preço deste produto e seu uso pela sociedade em geral.

Timofeiczuk (2004) informa que o custo da terra tem grande impacto na viabilidade do manejo de florestas naturais tropicais. Comenta, também, que o baixo preço da madeira estimula a conversão de áreas florestais em terras para outros usos, provocando desmatamento e influenciando significativamente nas quantidades ilegais ofertadas.

Muitos fatores já foram identificados como responsáveis pelos altos custos, como desperdício da madeira na floresta, ineficiência nas técnicas de desdobro, terceirização com custos elevados, oferta ilegal de madeira a custos menores, entre outros. Entretanto, a composição dos custos sempre demonstra que a valoração da madeira, mesmo quando se fala internacionalmente em preocupação com as

florestas naturais e sua sustentabilidade, pouco tem a ver com a realidade de seus custos.

Sabendo-se o tempo e necessidades para produzir algo, agora se precisa relacionar essa informação ao seu custo.

Tanto para planificação e controle do emprego de máquinas como para comparação de diversas alternativas de investimento em maquinário, é necessário ter noção, a mais precisa possível, dos custos de utilização de máquinas (STÖHR e LEINART, 1978).

Os custos dividem-se com relação a seu cálculo em: a) estimativos ou simulativos, que são custos *a priori* e utilizam fórmulas, padrões, coeficientes, etc; b) custos operativos, que são realizados durante as atividades e processos e são baseados nos levantamentos coletados em fichários adequados por dia, semana, mês, juntamente com fórmulas ou coeficientes necessários; c) custo real final que considera a análise dos custos totais levantados nos fichários e dados finais relativos a tempo gasto, combustível consumido, pessoal utilizado, peças de reposição entre outros. Esse último custo serve para o balanço da empresa, mas não ajuda mais no controle das operações para verificar sua eficiência.

O custo operacional do trator é composto pelos custos do maquinário, de pessoal e de administração. O esquema proposto pela FAO/ECE/KWF é válido tanto para cálculos prévios como intermediários e posteriores do maquinário florestal (STÖHR; LEINART, 1978) e é, portanto, o recomendado a ser utilizado.

Os custos se subdividem basicamente em fixos e variáveis.

Custos fixos: correspondem a custos que ocorrem todo ano, tais como depreciação, juros, garagem, seguros e impostos.

Custos variáveis: dizem respeito à manutenção e reparos, salário do operador e combustível.

Os custos fixos ainda podem ter uma segunda divisão, que seriam os custos semifixos.

Os custos fixos são calculados por ano e divididos pelas horas de uso anual das máquinas. São os juros, seguros, impostos, garagem, etc.

Os custos semifixos são calculados por hora de uso (hu). Fazem parte desses custos a depreciação e os concertos.

Não foi considerado aqui o tempo necessário à aprovação do plano de manejo pelo órgão fiscalizador. Existem situações que, inexplicavelmente, superam

dois anos, inviabilizando o plano de manejo, enquanto outras atividades, como desmatamento total da área para produção agrícola ou similares, levam poucos dias ou meses. A burocracia para a efetivação do manejo é extremamente pesada se comparada a atividades que reduzem ou modificam totalmente a área utilizada.

7.3 Metodologia

7.3.1 Composição dos custos

Para a análise, primeiramente, foram compostos os custos abaixo indicados:

- Custo de cartografia, inventário 100%, demarcação dos talhões;
- custos de exploração;
- tratamentos silviculturais;
- custos de monitoramento;
- custos de transporte;
- taxas públicas.

Esses custos foram compostos considerando preço de combustível e lubrificante, salários dos engenheiros, técnicos, operadores de equipamentos, mateiros, motoristas e material de processamento envolvido.

7.3.1.1 Custo de cartografia, censo florestal, demarcação dos talhões

Foi identificado o custo do levantamento cartográfico para confecção dos mapas de rede de drenagem, vegetação e topografia local, segundo o sistema MODEFLORA (FIGUEIREDO et al., 2007), auxiliares na delimitação do compartimento e picadas de levantamento para o inventário 100% (censo).

7.3.1.2 Custos de exploração

Na apropriação dos custos de exploração, foram consideradas as atividades de corte, traçamento, arraste e transporte final. No abate, foram considerados um

abatedor e um auxiliar, custo hora-máquina da motosserra, combustíveis e lubrificantes necessários.

Os equipamentos utilizados na extração foram:

No corte:

Uma motosserra sabre de 51 cm.

Na extração:

Trator de arraste 160 HP, articulado, com pneus, forma de arraste cabo (*chocker skidder*).

O custo do skidder encontra-se especificado na Tabela 41.

7.3.1.3 Custos máquina-hora dos equipamentos

O custo operacional do trator e dos equipamentos foi realizado de acordo com o esquema proposto pela FAO/ECE/KWF (STÖHR; LEINART, 1978).

Foi considerado o conceito de Umbral (U), que indica o período mínimo de uso no ano que garante completar o tempo total de uso antes que a máquina fique obsoleta ou ultrapasse o prazo de envelhecimento técnico.

Esse limite é calculado pela relação:

$$U = \text{Tempo total de uso (H)} / \text{Envelhecimento técnico (N)}. \quad (20)$$

Sendo assim, o cálculo da depreciação depende do umbral:

$$\begin{aligned} \text{a) } D1 &= Va - Vr / H, \text{ se } U \leq hf, \\ \text{b) } D2 &= Va - Vr / N \cdot hf, \text{ se } U > hf. \end{aligned} \quad (21)$$

Sendo:

D = depreciação;

Va = valor de aquisição;

Vr = valor residual;

hf = horas de uso efetivo durante 1 (um) ano;

H = tempo total de uso (vida útil);

N = envelhecimento técnico (máximo de uso em anos que pode ser usada a máquina economicamente).

O cálculo do concerto também estará relacionado ao Umbral.

$$\begin{aligned} \text{a) } C &= D1 \cdot c, \text{ quando } U \leq hf; \\ \text{b) } C &= D2 \cdot c \cdot (N \cdot hf/H), \text{ quando } U > hf. \end{aligned} \quad (22)$$

Sendo C custos de concertos e c quociente de concertos.

7.3.1.4 Custo de tratamentos silviculturais

Foram considerados 4 tratamentos silviculturais aos 2, 8, 12 e 16 anos, considerando 1 técnico médio, 1 abatedor e 1 auxiliar de abatedor.

7.3.1.5 Custos de monitoramento

São os custos de implantação e análise das parcelas permanentes segundo metodologia da Embrapa. As parcelas permanentes são instaladas na proporção de 1 a cada 100 hectares e têm a dimensão de 100 por 100m, totalizando 1 ha.

7.3.2 Viabilidade econômica

Posteriormente, foram considerados dois cenários:

a) No primeiro cenário, foi considerada apenas a exploração florestal dentro dos critérios de exploração de impacto reduzido.

Nesse caso, apenas os custos inerentes à exploração propriamente dita e ao inventário 100% foram considerados.

A receita foi calculada segundo a fórmula abaixo:

$$\text{Rec} = V_{\text{corte}} \cdot \text{Preço líquido} \quad (23)$$

Sendo:

V_{corte} = volume de corte.

Preço líquido = preço posto na serraria descontado dos custos de inventário, exploração e transporte.

O preço se baseará nas informações de mercado relativas ao ano de 2009, com os valores ponderados pela quantidade das espécies.

b) Nesse cenário, foram considerados os custos necessários para manejar o talhão explorado, para um segundo ciclo. Assim, novas atividades foram acrescentadas, tais como monitoramento, tratamentos silviculturais, atualização do inventário.

Com esses custos compostos, foi analisada a viabilidade do manejo considerando o ciclo de 25 anos mediante VPL (valor presente líquido) e VET (valor esperado da terra).

A receita foi considerada como no cenário anterior (a).

O VPL foi determinado segundo a fórmula:

$$\text{VPL} = \{ R_0 \cdot 1,0i^{25} + RT - [CI \cdot 1,0i^{25} + C1 \cdot 1,0i^{25-2} + C2 \cdot 1,0i^{25-4} + C3 \cdot 1,0i^{25-6} + C4 \cdot 1,0i^{25-8} + C5 \cdot 1,0i^{25-12} + C6 \cdot 1,0i^{25-16} + C7 \cdot 1,0i^{25-20} + C8 \cdot 1,0i^{25-25} + C9/0,0i \cdot (1,0i^{25} - 1)] \} / (1,0i^{25}) \quad (24)$$

Sendo:

R₀ = receita inicial;

R T = receita na idade de 25 anos;

CI = custo do inventário inicial;

C1 = custos do monitoramento e tratamentos silviculturais no ano 2;

C2 = custos de monitoramento no ano 4;

C3 = custos de monitoramento no ano 6;

C4 = custos do monitoramento e tratamentos silviculturais no ano 8;

C5 = custos do monitoramento e tratamentos silviculturais no ano 12;

C6 = custos do monitoramento e tratamentos silviculturais no ano 16;

C7 = custos do monitoramento no ano 20;

C8 = custos do inventário no ano 25;

C9 = custos da administração e logística durante o período;

i = taxa de juros utilizada.

O VET foi determinado segundo a fórmula:

$$\text{VET} = \{ R_0 \cdot 1,0i^{25} + RT - [CI \cdot 1,0i^{25} + C1 \cdot 1,0i^{25-2} + C2 \cdot 1,0i^{25-4} + C3 \cdot 1,0i^{25-6} + C4 \cdot 1,0i^{25-8} + C5 \cdot 1,0i^{25-12} + C6 \cdot 1,0i^{25-16} + C7 \cdot 1,0i^{25-20} + C8 \cdot 1,0i^{25-25} + C9/0,0i \cdot (1,0i^{25} - 1)] \} / (1,0i^{25} - 1) \quad (25)$$

7.4 Resultados e Discussão

7.4.1 Custos de exploração

A Tabela 42 indica os procedimentos e resultados do cálculo do custohora-máquina do trator skidder. O resultado final foi R\$ 204,38 de custo por hora na atividade arraste.

Tabela 42 – Custos individuais da extração baseados em skidder:

Dados:	R\$
Valor de aquisição (Va):	600.000,00
Custo do jogo de pneus:	35.000,00
Valor residual do trator (10%), Vr	60.000,00
Valor depreciável(Vd)	505.000,00
Salário operador skidder	1.500,00
Condições:	
Envelhecimento técnico(N)	6 anos
Tempo total de uso/vida útil(H)	20.000 horas
Horas efetivas de uso/ano(hf)	880 horas
Taxa de juro simples(j)	6,75 % a.a. taxa real praticada pelas agências de fomento
Consertos(c)	0,9
Vida útil dos pneus	2.000 horas
Produção-hora	30m ³
Meses trabalhados por ano	5
1. Custo-Máquina	
1.1 Custos fixos	
Juros	
$Va \cdot 6,75\% / 20.000 = 3,30$	
Seguros	
$5\% \cdot Va / 20.000 = 1,50$	
1.2 Custos semifixos	
Depreciação da máquina (D)	
Depende do Umbral (U) que é dado por : $U = H/N = 20.000/6 = 3.333,33$	
Como $U > hf$,	
$D = Va - Vr/N \cdot hf = 600.000 - 60.000/6 \cdot 880 = 79,20$	

Continua...

...Continuação

Custos individuais da extração baseados em skidder	
Depreciação dos pneus	
$D_p = 35.000/2.000 = 17,50$	
Concerto máquina	
Também relacionado ao Umbral. Como $U > hf$	
$C = D \cdot c \cdot (N \cdot hf/H) = 79,2 \cdot 0,9 \cdot (6 \cdot 880/20.000) = 18,82$	
1.3 Custos variáveis	
Combustível	
$0,14 \cdot 160HP \cdot 2,2 R\$ = 49,29$	
$49,29 \cdot 0,9 = 44,36$	
Lubrificante	
$44,36 \cdot 20\% = 8,87$	
Subtotal 1	173,55
2. Custo de pessoal de operação	
$1.500,00 \cdot 1,25 / 176(\text{horas trabalhadas mês}) = 10,65$	
Custo de manutenção	
$10,65 \cdot 15\% = 1,60$	
Subtotal 2	12,25
Subtotal custo máquina ($\Sigma S1, S2$)	185,80
3. Custo de administração	
$10\% \text{ de } 185,8 (\Sigma S1, S2) = 18,58$	
Custo total hora-máquina:	204,38

Para os demais custos foi utilizado, quando necessário, o mesmo procedimento, associado às informações de rendimento da atividade.

A Tabela 43 indica os anos e atividades correspondentes e a consolidação dos custos das diversas fases e suas unidades.

Tabela 43 – Consolidação dos custos de manejo

Ano / Atividade	Atividade	unidade	Custo (R\$)
1	IFP	R\$/ha	50,01
1	Exploração	R\$/m ³	20,56
1	Transporte	R\$/ m ³	35,00
1	Taxa IBAMA	R\$/ m ³	0,39
2, 8, 12, 16	Monitoramento +Tratamentos silviculturais	R\$/ha	41,48
4, 6, 20	Mon,	R\$/ha	10,80
25	Atualização IFP	R\$/ha	15,00
Logística (R\$/ha/ano) 1,....25	2,40		
Administração (R\$/ha/ano) 1,....25	1,80		

Sendo: IFP = inventário florestal prospectivo (censo florestal).

7.4.2 Viabilidade do manejo

Com relação aos cenários, foram obtidos os seguintes resultados:

- a) Valor da exploração da floresta sem considerar o manejo visando o próximo ciclo:

O valor da exploração sem manejo visando o próximo ciclo da floresta com 547 ha, com uma taxa de corte de 16 m³/ha, foi determinado considerando as ocorrências no primeiro ano e tão somente resultou em uma renda líquida de R\$ 547,84/ha ou R\$ 283.258,48 para a área total. Essa receita foi obtida descontando-se os seguintes custos: inventário de R\$ 50,00/ha; exploração de 20,56/m³; logística de R\$ 2,4/ha/ano e administração de R\$ 1,8/ha/ano. O preço médio da madeira posta na indústria foi avaliado em R\$ 86,85 m³ para uma distância de 80 quilômetros.

- b) Valor da exploração da floresta manejada visando o próximo ciclo:

A determinação do valor de exploração da floresta manejada para o próximo ciclo com taxa de corte de 16 m³/ha foi realizada tendo-se em conta um fluxo de

caixa completo dos eventos que ocorreram desde o ano zero até o final do ciclo de corte de 25 anos, por isso, consideraram-se os seguintes custos operacionais: inventário de R\$ 50,00/ha no ano zero e R\$ 15,00/ha no ano 25; exploração de R\$ 20,56/m³; transporte R\$ 35,00/m³; monitoramento e tratamentos silviculturais no 2º, 8º, 12º e 16º anos; monitoramento e tratamentos silviculturais de R\$ 41,48; monitoramento no 4º, 6º e 20º anos de R\$ 10,8; logística de R\$ 2,4/ha/ano; administração de R\$ 1,8/ha/ano. O preço da madeira posta na indústria foi de R\$ 86,85/m³. A taxa de juro foi considerada flutuante entre 3 e 12 % a.a.

Na Tabela 44, estão indicadas as receitas brutas e líquidas, despesas, VET e VPL, de acordo com as taxas de juros consideradas, considerando o manejo e todos custos de tratamentos avaliados no final do ciclo de corte de 25 anos.

Tabela 44 – Fluxo de caixa para a floresta manejada, com variação da taxa de juros, para 57 ha.

Taxa de juro (% a.a)	Receita (R\$/ha)	Despesa (R\$/ha)	Rec. Líq. (R\$/ha)	VET (R\$/ha)	VPL (R\$/ha)	VPL (R\$/547ha)
3	1835,26	564,26	1271,00	338,72	476,77	260.796,12
6	2649,32	761,69	1887,63	231,38	439,81	240.579,31
8	3929,26	1036,79	2892,47	177,27	422,35	231.027,06
10	5924,93	1420,65	4504,67	144,45	415,65	227.402,42

Como mostra a Tabela 43, a floresta estudada permite remunerar numa taxa de juros de 6% a.a., permitindo obter um valor presente líquido de R\$ 439,81/ha ou R\$ 240.579,31, para a área de 547 hectares.

Este resultado do VPL pode ser considerado altamente significativo, pois supera todos os investimentos em reflorestamento com Eucalyptus, Acácia e Pinus no Rio Grande do Sul conforme determinado por Schneider (2006). Além disto, deve-se considerar a importância do tipo de floresta ombrófila tropical na estabilidade do ecossistema, repercussão social e econômica para as comunidades regionais.

7.5 Conclusão

Pode-se concluir que o transporte encarece muito o custo final da madeira, mas, mesmo assim, ainda permite sua viabilidade.

Tratamentos silviculturais e monitoramento não inviabilizam o manejo das florestas naturais como costuma ser mencionado.

O arraste, custo de estradas e o transporte final são os custos mais críticos e para os quais devem ser buscadas otimizações.

No caso da extração, pontos ótimos devem ser calculados entre estradas, pontos de carregamento e arraste, visando menores custos.

No abate, também não reside custo crítico, mas, como mencionado em capítulo anterior, grande risco humano e ambiental. Nesse caso, deve-se privilegiar a EIR e os cuidados de segurança no trabalho e evitar produtividade que comprometa a qualidade do trabalho.

CAPÍTULO VIII – CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

8. 1 Conclusões finais

Ficou demonstrada a viabilidade da determinação de taxas de corte sustentáveis para as florestas naturais tropicais, fator até agora desconsiderado pelos planos de manejo. Foram definidos 3 grupos de espécies com diferentes intensidades de corte: 32,58% para o grupo I; 48,62% para o grupo II e 56,23% para o grupo III para o ciclo considerado de 25 anos. Ciclos maiores resultariam em intensidades maiores, assim como extrações abaixo da intensidade calculada poderiam sugerir ciclos menores.

As estimativas, para essa área total analisada, sugerem uma intensidade de corte média inferior a 51% do volume comercial disponível das 26 espécies consideradas, para o ciclo de corte de 25 anos. É recomendável a utilização das taxas de corte dentro dos diferentes grupos ecológicos, pois cada uma terá um ritmo diferente de recuperação, sendo mais uma garantia para a sustentabilidade total do sistema. A taxa de corte sustentável tem relação direta com o potencial do volume comercial disponível, assim, a empresa deve buscar a utilização do máximo número de espécies comerciais visando a um melhor retorno financeiro.

Existe um ponto ótimo para a classe de DAP a ser mantida na floresta inequiânea, acima do qual o retorno em incremento em volume será nulo. Essa determinação facilita a definição das classes que deverão permanecer e daquelas sobre as quais a taxa sustentável deve ser distribuída visando a um melhor incremento. Assim, na definição do volume remanescente, é preciso uma base de classes de DAP maiores que o limite comercial para assegurar um IMA adequado para o próximo ciclo. Taxas de extração, mesmo baixas, se não compatibilizadas com a estrutura diamétrica da floresta, podem significar manejo não sustentável. Sendo assim, essas questões devem ser introduzidas nas exigências e na engenharia dos planos de manejo pelos órgãos fiscalizadores.

Todas as atividades ligadas à exploração devem partir de estimativas e projeções que facilitem seu planejamento para que não hajam falhas ou

estrangulamentos em períodos críticos. Por outro lado, planejamentos e otimizações, como carga ideal e densidade ideal de estradas, reduzem danos ambientais e custos.

A autoavaliação e monitoramento melhoram e aperfeiçoam a tecnologia da empresa e facilitam sua discussão frente aos órgãos ambientais sobre sua qualificação. Essas autoavaliações detectam erros que podem ser rapidamente corrigidos pela empresa.

O manejo considerando madeira posta no pátio da fábrica é viável, mesmo com todos tratamentos silviculturais e monitoramentos necessários, o que demonstra a viabilidade do manejo sob o regime sustentado preconizado. Esses valores podem ser incrementados se mais espécies comerciais forem incluídas.

8.2 Recomendações

Os resultados obtidos no presente estudo indicam as seguintes recomendações:

a) Que as taxas de corte sejam calculadas e adequadas ao ritmo de crescimento das espécies, estoque real e ciclo de corte adequado, pois se constituem nos principais indicadores para a garantia da sustentabilidade da floresta. Esses parâmetros devem ser determinados e discutidos pelas instituições de pesquisa e faculdades de Engenharia Florestal junto aos órgãos fiscalizadores da floresta e, mesmo, órgãos certificadores.

b) Que os organismos fiscalizadores considerem na avaliação a compatibilidade dos ciclos de corte com as taxa de corte sustentável, pois ambos os indicadores são complementares e determinantes do sucesso do manejo.

c) Que os organismos fiscalizadores da floresta estimulem o planejamento ótimo da exploração, visando ao uso racional dos equipamentos, à redução de custos e ao desperdício de material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENS, S. Rendimento Sustentado em Florestas Naturais: análise de critérios quantitativos. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM MANEJO FLORESTAL, 3., 1990, Curitiba. **[Palestras]**... Curitiba: Associação Paranaense de Engenheiros Florestais. 1990.

_____. O manejo de recursos florestais: conceitos, realidades e perspectivas. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL: TÓPICOS EM MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1997, Curitiba. **[Palestras]**... Colombo: Embrapa Florestas, 1997. p. 5-16.

ALVAREZ-BUYLLA et al. Demographic and genetic models in conservation biology: applications and perspectives for tropical rain forest tree species. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 27, p. 387-421, Nov. 1996.

ALDER, D.; SILVA, J. N. M. Sustentabilidade da produção volumétrica: um estudo de caso na Floresta nacional de Tapajós com auxílio do modelo de crescimento CAFOGROM. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; YARED, J. A. C. (Eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental**: contribuições do projeto Embrapa-DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID,2001. p. 325-337.

ALDER, D. **Growth and yield of the mixed forest of the humid tropics**: a review. Oxford: G.B., 1983. 44 p. (Consultancy report prepared for FAO United Nations).

_____. Simple methods for calculating minimum diameter and sustainable yield in mixed tropical forest. In: MILLER, F.M.; ADAM, K. L. **Wise management of tropical forests**. Oxford: Oxford Forest Institute, 1992.

_____. **Growth Modelling for Mixed Tropical Forests**. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1995.231 p. (Tropical Forestry Papers, n..30).

ALEXANDER, P. R.; EDMINSTER, C. B. **Uneven-aged management of old growth spruce-fir forest: cutting methods and stand structure goals for the initial entry**. Washington: Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 1977.

ALVES LOPES, J. do C. et al. Efeito da exploração florestal nas populações de mudas em uma floresta tropical úmida no município de Moju, PA. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; YARED, J. A. G **A Silvicultura na Amazônia Oriental. Projeto Embrapa /DFID**. Belém: Embrapa/DFID, 2001.

AMARAL, P. et al. **Floresta para sempre: um manual para produção de madeira na Amazônia**. Belém: Imazon/USAID/WWF, 1998.

ANAYA, H.; CHRISTIANSEN, P. **Aprovechamiento forestal, análisis de apeo y transporte**, San José: IICA. 1986.

ASSMANN, E. **The principles of Forest Yield Study**: studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands. Oxford: Pergamon Press. 1970. 506 p.

AZEVEDO, C. P. de. **Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia Oriental: experimentação e simulação**. 2006. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

BAKER, J. B. et al. **Uneven-aged silviculture for the loblolly and shortleaf pine forest cover types**. Washington: Southern Research Station. United States Department of Agriculture. Forest Service, 1996. (General Technical. Report SO-18).

BARRETO, P.; UHL, C. O potencial de produção sustentável de madeira em Paragominas-PA na Amazônia Oriental: Considerações ecológicas e econômicas. In: CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: S.B.S/S.B.E.F., 1993. p. 387-392. v.1.

BARTHOD, C. et al. Conventions Internationales sur la Foret - sur quelles bases techniques negocier? **Revue Bois et Forets de Tropiques**, Paris, v. 277, n. 1, p. 5-10, jan. 1991.

BARROS, P. L. C. de. **Estudos fitossociológicos de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá-Una, Amazônia brasileira**. 1986. 147 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BECKER, G. Optimization of road network and transport systems: a pre-condition for improved organization and design of labour in forestry. In: SEMINÁRIO DE

ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DA MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 8., 1994. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1994. p. 111-115.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Política Nacional Integrada Para a Amazônia Legal**. Brasília, 1995.

BRAZ, E. M. Main constraints to implementation of forest management in tropical moist forest. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 1992, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: BIOSFERA, 1992.

BRAZ, E. M. Planejamento das atividades de exploração florestal em floresta tropical úmida. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADO E MADEIRA TROPICAL, 2., 1994, Belém, **Anais...** Belém: ABIMCI/AIMEX/FIEPA, 1994. p.139-144.

BRAZ, E. M. **Planejamento operacional da produção em floresta tropical**. Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 1997.17 p. (Documentos, 25).

_____. Manejo da floresta nativa e sua viabilidade. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS, 2., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/FUPEF, 2002.

BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. D'. **Abate de árvores em floresta tropical**. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF/AC, 1997. (CircularTécnica, 16).

BRAZ, E. M. et al. Monitoramento da sustentabilidade do manejo em floresta tropical. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL. 1., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CCR, 2000.p. 373-398.

BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. d'. Arraste em floresta tropical: análise para identificação dos parâmetros ideais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 2., 1995, Salvador. **Anais...** Salvador: SIF, p. 222-237.

BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. d'; GAMA E SILVA, Z. A. G. P Vantagens do inventário florestal prospectivo no planejamento do arraste mecanizado em exploração de florestas nativas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 4., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa: UFV/SIF, 2003. p. 243-251.

BRAZ, E. M. et al. **Manejo e exploração sustentável de florestas naturais tropicais: opções, restrições e alternativas**. Colombo: Embrapa Florestas, 42 p.

2005a. (Série Documentos, 110).

BRAZ, E. M. et al. Management of precision: a new step aiming at tropical natural Forest sustainability. **International Forestry Review**. Brisbane: v. 7, n. 5, p.1-80, Aug. 2005b.

BUONGIORNO, J.; GILLESS, J. K. **Forest management and economics a primer in quantitative methods**. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. p 89.

BUONGIORNO, J.; KOLBE, A.; VASIEVISH, M. Economic and ecological effects of Diameter-limit and BDq management regimes: simulation results for Northern Hardwoods. **Silva Fennica**, Helsinki, v. 34, n.3, p. May, 2000.

BUSCHBACHER, R. J. Natural forest management in the humid tropics: ecological, social and economics considerations. **Ambio**, Stockholm, v. 19, n. 6. 253-258, Nov./Dec. 1990.

CARPANEZZI, A. A. Danos ambientais causados pelo manejo de florestas tropicais para produção de madeira: In: _____. **Tópicos em manejo florestal sustentável**. Colombo. Embrapa/CNPF, 1997. p31-39.

CARVALHO, J. O. P. de. Dinâmica de Florestas Naturais e sua implicação para o manejo florestal. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL: TÓPICOS EM MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1997, Colombo. **[Palestras]...** Colombo: Embrapa Florestas, 1997. p. 43-55. (Documento, 34).

CASTRO MARÍN, G. et al. Stand dynamics and basal area change in a tropical dry forest reserve in Nicaragua. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 208, n. 1-3, p. 63-75, 2005.

CATERPILLAR - **Performance Handbook**. 21st ed. 1990

COSTA FILHO, P. P. Mechanized logging and the damages caused to tropical forests: case of the Brazilian Amazon. In: CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, 10., 1991, Paris. **Anais...** Paris: International Union Forestry Research Organization, 1991. p. 300-310

CONWAY, S. **Logging Practices**. San Francisco: Miller Freeman, 1976.

_____. **Timber cutting practices**. San Francisco: Miller Freeman, 1978.

DANIEL, T. W.; HELMS, J. A ; BAKER, F. S. **Principles of silviculture**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book, 1979.

DAWKINS, H. C. **The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda**. Oxford: Imperial Forestry Institute, 1958. 155 p. (Paper, n. 34).

DAVIS, K. P. **Forest Management**: regulation and valuation, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1966.

DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. 3rd ed. New York: MacGraw-Hill, 1987. 790 p.

D'SILVA, E.; APPANAH, S. **Forestry management for sustainable development**. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development. 1995. (An EDI Policy Seminar report. n.32).

DEEN, J. L. A survival table for even-aged stands of northern white pine. **Journal of Forestry**, Washington, v. 31, n. 1, p. 42-44, Jan. 1933.

DYKSTRA, D. P. Aproveitamento de impacto reduzido: convirtiendo resultados de la investigación en prácticas del campo. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL: POSSIBILIDADES DE MANEJO FORESTAL SUSTENABLE EN AMERICA TROPICAL, 1997, Santa Cruz de la Sierra. **Anais...** Santa Cruz de la Sierra: IUFRO, 1997. 1CD-Rom.

DYKSTRA, D. P.; HEINRICH, R. **FAO Model Code of Forest Harvesting Practice**. Rome: FAO.1995.

HEINRICH, R.. **Logging operations and forest road constructions in Nigeria**. Rome: FAO, 1973.

EWEL , J .; CONDE, L. **Potential ecological impact of increased intensity of tropical forest utilization**. Florida: Botany Department of University of Florida, 1976.

FERREIRA, C. A. et al. **Manejo florestal na Amazônia brasileira: situação atual e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas, 1999. 20 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 37).

FIEDLER, C. E. **The Basal Area-Maximum Diameter- q (BD q) aproach to regulating uveven-aged stands**. Montana: University of Montana, 1995. p. 94-109. (School of Forestry. Publ., n. 56).

FINEGAN, B.; CAMACHO, M. Stand dynamics in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest, 1988-1996. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 121, n. 3, p. 177-189, 1999.

GERTNER, G. Z.; DZIALOWY, P. J. Effects of measurement errors on an individual tree-based growth projection system. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 14, n. 3, p. 311-316, 1984.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos da Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF-FATEC, 1992.

FREITAS, J. V.; HIGUCHI, N. Projeções da distribuição diamétrica de uma floresta tropical úmida de terra firme pela cadeia de Markov. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7.; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1993. p. 545-548.

FIGUEIREDO, E.O. et. al. **MODEFLORA: Manejo digital de exploração florestal**. Embrapa Acre/Embrapa Florestas. Rio Branco. 2008. 320p.

FREITAS, J. V. de; FREITAS, E. Y. de; HUMMEL, A .C. **Uso dos recursos florestais na Amazônia: manejando a floresta para a produção de madeira**. Manaus: IBAMA/ProManejo, 2005. 271 p.

FUNTAC - Fundação de Tecnologia do Estado do Acre. **Inventário florestal da área de influência direta da BR – 364, no trecho Rio Branco Cruzeiro do Sul – Fronteira com o Peru**. Rio Branco: Governo do Estado do Acre. 1992.

GAMA e SILVA, Z. A. G. P. Análisis Económico del manejo forestal en estado de Acre Brasil. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE POSIBILIDADES DE MANEJO FORESTAL SUSTENIBLE EN AMÉRICA TROPICAL, 1998, Bolívia. **Memórias....** Bolívia: BOLFOR, CIFOR, IUFRO, 1998. p 344-349.

GLUFKE, C. et al. Produção de uma floresta natural em S.Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 61-76, jan./dez. 1994.

GOODLAND, R. Tropical moist forest management: The urgency of transition to sustainability. In: COSTANZA, R. **Ecological economics: the science and management of sustainability**. New York: University Press, 1991. p. 486-515.

GRAAF, N. R. de. **A Silvicultural System for Natural Regeneration of Tropical Rain Forest In Suriname**. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1986.

_____. Reduced impact logging as part of the domestication of neotropical rainforest. **The International Forestry Review**, Bicester, v. 2, n. 1, p. 40-44, Sept. 2000.

HEINIMANN, H. R. Sustainable development – transferring the concept to the levels of technology and operations. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 21., 2000, Kuala Lumpur. **Anais...** Kuala Lumpur: IUFRO, 2000. 1CDROM

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892 p.

HAMILTON Jr., D. A. A logistic model of mortality in thinned and unthinned mixed conifer stands of Northern Idaho. **Forest Science**, Bethesda, v. 32, n. 4, p. 989-1000, Dec. 1986.

HENDRISON, J. **Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Wageningen Agricultural University. 1989, 24 p.

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

HOWARD, A. F. A linear programming model for predicting the sustainable yield of timber from a community forest on the Osa Peninsula of Costa Rica. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 61, n. 1-2, p. 29-43, 1993.

HOWE, G. E. Genetic Effects of Uneven-aged management. In: O'HARA, W. **Uneve-aged Management: opportunities, constraints and methodologies**. Montana: Scholl of Forestry, 1995. p. 27-32. (Miscellaneous Publication, n. 56).

HUMMEL, A. C. **Normas de acesso ao recurso florestal na Amazônia Brasileira: o caso do manejo florestal madeireiro.** 2001. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - INPA/UA, Manaus, 2001.

IBAMA. **Implantação de Modelos Demonstrativos de Sistemas Silviculturais do Manejo da Floresta Tropical.** Cuiabá, MMA. UNDP, 2000. (Relatório. Manejo Florestal: Amazônia 2002).

ITTO. **ITTO guidelines for sustainable management of natural tropical forests.** ITTO, 1990. (Technical Series 5).

_____. **Directrices de la oimt para la conservacion de la diversidad biologica en los bosques tropicales de producción.** ITTO, 1993. (Technical Series 5).

JOHNSON, N.; CABARLE B.; MEAD, D. **Development Assistance, natural forests management and the future os tropical forests.** Washington: World Resources Institute, 1991.

JOHNSTON, D. R.; GRAYSON, A. J.; BRADLEY, R. T. **Planeamento florestal.** Lisboa: Fundação Caluste Gulbenkian, 1967.

JONKERS, W. B. J. **Options for silviculture and management of the mixed dipterocarp forest of Sarawak.** Roma. FAO, 1988. (FAO report. Working Papper, 11).

KLASSON, B. CEDERGREN, J. Felling the right way: some hints on the art and science of directional felling. **Tropical Forest UPDATE.** Yokohama, v. 6, n. 3, June 1996.

KING, K. F. S. The failure of tropical forestry management. In: SEMINAR ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TROPICAL FORESTS, 1990, Yokohama. **Proceedings...** Yokohama , 1990. p.5-13.

KÖHLER, P. et al. Comparison of measured and modelled growth on permanent plots in Sabahs rain forests. **Forest Ecology and Management,** Amsterdam, v. 144, n. 1-3, p. 101-111, 2001.

KORSGAARD, S. The standtable projection simulation model. In SEMINAR ON GROWTH AND YIELD IN TROPICAL MIXED/MOIST FORESTS, 1988, Kuala Lumpur. **Proceedings ...** Kuala Lumpur, Forest Research Institute 1989. p. 85-95.

LANLY, J-P. Tropical moist forest inventories. **Unasyva**, Roma, v. 28, n. 108, p. 42-51, Jan./Mar. 1976.

LESLIE, A. J. A second look at the economics of natural management systems in tropical mixed forests. **Unasyva**, Roma, v. 39, n. 155, p. 46-58. mag. 1987.

LEUSCHNER, W. A. **Forest regulation, harvest scheduling, and planning techniques**. New York, John Wiley & Sons, 1990. 281p.

LEUSCHNER, W. A. **Introduction to forest resource management**. Florida, Krieger Publishing Company, 1992. 298 p.

LEWIS, S. L. et al. Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 92, n. 6, p. 929-944, Nov./Dec. 2004.

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

LOETSCH, F.; ZOHRER, F.; HALLER, K. E.. **Forest Inventory**. München: BLV. Verlagsgessellschaft mbH, 1973. 469 p. v. 2.

LONGHI, S. J. et al. Classificação e caracterização de estágios sucessionais em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1-2, p. 113-125. mar./jun. 2006.

LOPES, E. S., MACHADO, C. C. Desafios do planejamento da colheita florestal no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa: UFV/SIF, 2003. p. 44-68.

LOPES, J. do C. A. et al. Efeito da exploração florestal nas populações de mudas em uma floresta tropical nas populações de mudas em uma floresta tropical úmida no município de Moju, PA. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; YARED, J. A. C. (Ed.). **A silvicultura na Amazônia Oriental**: contribuições do projeto Embrapa-DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p. 203- 226.

MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal**. Viçosa: Ed. da UFV, 1984.

MACKLIN, R. R. **The logging business management handbook**. San Francisco: Miller Freeman Publication, 1992.

MALINOVSKI, J. V. Considerações Básicas no Planejamento da Colheita da Madeira. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981.

MANOKARAN, N.; KOCHUMMEN, K. M. Recruitment, growth and mortality of tree species in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, n. 4, p. 315-330, 1987.

MAYER, R. R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1992.

MOSER JR., J. W. Dynamics of an uneven-aged forest stand. **Forest Science**, Bethesda, v. 18, n. 3, p. 184-191, Apr. 1972.

MEYER, H. A. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests. **Journal of Forestry**, Washington, v. 50, n. 2, p. 85-92, 1952.

OLIVEIRA, M. V. N. d' ; BRAZ, E. M. Proposta para políticas florestais e manejo florestal adequado, para o estado do Acre. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS AMBIENTAIS SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 1994, Porto Alegre. **Resumos expandidos**. Porto Alegre, 1994 p. 30-42.

_____. Reduction of damage to tropical moist forest through planned harvesting. **Commonwealth Forest Review**. Oxford, v. 74, p. 208-210, Sept. 1995.

OLIVEIRA, M. V. N. d' et al. Manejo sustentado de florestas na Amazônia Ocidental: o estudo de caso da empresa Manejo de Florestas. Ltda. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 3, p. 275-288, set. 2006.

OLIVEIRA, M. V. N. d' ; BRAZ, E. M.; THAINES, F. Estudo de caso do projeto de manejo florestal sustentado da ST Manejo de Florestas Ltda. na Amazônia Ocidental. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS FORESTALES, 2., 2002, Pinar del Rio. **Anais...** Pinar del Rio: UPR, 2002.

OLIVEIRA, M. V. N. d' ; BRAZ, E. M. **Manejo florestal em regime de rendimento sustentado aplicado à floresta do campo experimental da EMBRAPA-CPAF/AC**. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF/AC, 1998. (Boletim de Pesquisa, 21).

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

OLIVEIRA, M. V. N. d'. **Sustainable Forest Management for Small Farmers in Acre State in the Brazilian Amazon**. 2000. 167 p. PhD thesis (mestrado ou doutorado....) - University of Aberdeen Soil and Plant Science Department, Aberdeen.

OLIVEIRA, L. C. et al. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais sobre a estrutura horizontal de uma área de 136 ha na floresta nacional do Tapajós, Belterra-Pará. **Acta Amazônica**, Manaus, v., n., p. mês, 2006.

OLIVEIRA, A. D. et al. Viabilidade Econômica De Serrarias Que Processam Madeira De Florestas Nativas – O Caso Do Município De Jaru, Estado De Rondônia. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 001-015, maio 2003.

O'HARA, K. L. Dynamics and stocking-level relationships of multi-aged ponderosa pine stands, **Forestry Science**. Bethesda, v. 42, n. 4 p. 1-12, June 1996.

O'HARA, K. L. Silviculture for structure diversity: a new look at multiaged systems. **Journal of Forestry**, Washington, v. 96, n. 7, p. 4-10. July 1998.

O'HARA, K. L.; GERSONE, R. F. Stocking control concepts in uneven-aged silviculture. **Forestry**, California, v. 77, n. 2, p. 131-143, July 2004.

OSMASTON, F. C. **The management of forests**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute; Oxford: George Allen and Unwin, 1968.

PEREIRA, N. W. V. **Análise da estrutura e do impacto da exploração em uma floresta sob regime de manejo na amazônia ocidental**. 2004. 153 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

PESONEN, P. **Logging in the natural forests**. Rome: FAO, 1979. 48 p. (Consultancy report FAO, Project FO:MOZ/76/007).

PHILLIPS, O. L. et al. Dynamics and species richness of tropical rain forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America**, Washington, v. 91, n. 7, p. 2805-2809, 1994.

PINARD, M. A. et al. Creating timber harvest guidelines for a reduced-impact logging project in Malaysia. **Journal of Forestry**, Bethesda, v. 93, n. 10, p. 41-45. Oct. 1995.

PINTO, A. C. **Análise dos danos da exploração de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentável, na Amazônia Ocidental**. 2000. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

PIRES, J. V. G; CAMPANHA, M. P. Sistemas de controle operacional nas atividades florestais. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL. 6., 1989. Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1989. p.225-230.

PORTÉ, A.; BARTELINK, H. H. Modelling mixed forest growth: a review of models for forest management. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 150, n. 1-2, p. 141-188, Apr. 2002.

POORE, D. et al. **No timber without trees: Sustainability in the tropical forests**. London: Earthscan, 1989.

PULZ, F. A. **Estudo da dinâmica e a modelagem da estrutura diamétrica de uma floresta semidecídua montana na região de Lavras - MG**. 1988. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

PULZ, F. P. et al. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiânea com matriz de transição. **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 001-014, 1999.

PUTZ, F. E. **Considerations of ecological foundation of natural forest management in the American Tropics**. Durham: Center for Tropical Conservation, Duke University, 1993.

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.

RENINGER, H. S. Schlagweiser Hochwald oder Zielstärkennutzung? **Allgemeine Forstzeitung**. Munich, v. 87, p. 627-638, 1976

RIBEIRO, C. A . A . S. Floresta de precisão. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. Viçosa, Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 311-335.

ROSSI, L. M. B. et al. Modelagem de mortalidade em florestas naturais. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 275-291, maio/ago. 2007.

ROSSI, L. M. B. et al. Modelagem de recrutamento em florestas naturais. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 453-467, set./dez. 2007b

SÁNCHEZ, M. J. S. Estudio de crecimiento y rendimiento en un bosque secundario de Costa Rica. In: del SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE POSIBILIDADES DE MANEJO FORESTAL SUSTENIBLE EN AMÉRICA TROPICAL, 1998, Bolívia. **Memórias...** Bolívia: BOLFOR, CIFOR, IUFRO, 1998. p. 241-254..

SABHASRI, S. **The Role of Social Sciences in (attaining) sustainable forestry**. Washington: BIRD, 1986. (Article).

SANQUETTA, C. R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal**. Curitiba: FUPEF, 1996. (Série didática n. 08).

SANQUETTA, C. R. et al. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 65-78, jan./jun. 1996.

SANQUETTA, C. R.; CÔRTE, A. P. D.; EISFELD, R. L. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.

SAUNDERS, D. A. The Role of Corridors. In: HOBBS, R. J. (Ed.). **Nature Conservation**. Minnesota: Surrey Beatty e Sons Pty, 1991.

SCHAAF, L. B. et al. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2000. Sociedade de Investigações Florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 283-295, mar./abr 2006.

SARAIVA, C. L. M. **Desenvolvimento de um método de manejo de mata natural, pela utilização da distribuição de diâmetro**. 1988. 105 p. Tese (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

SCHÜTZ, J.-P. Der **Plenterwald und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder**. Berlin: Paul Parey, 2001. 207 p.

SCHNEIDER, P. R.. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1993. 348p.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo Sustentado de Florestas Inequiânes Heterogêneas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Ciências Florestais. 2000.

SCHNEIDER, P. R. **Rentabilidade e investimento florestal**. Santa Maria: FACOS/UFSM. 2006.153p.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. O. **Manejo Florestal**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. Departamento de Ciências Florestais, 2008. 195 p.

SCOLFORO, J. R. S. et al. Modelo de produção para floresta nativa como base para manejo sustentado. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 112-137, jan./mar. 1996.

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo Florestal**. Lavras: Universidade Federal de Lavras. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1998.

SEDLACK, O. General principles of planning forest road net. IN: FAO/AUSTRIA TRAINING COURSE IN MOUNTAIN FOREST ROADS AND HARVESTING. 1983, Ossiach and Ort. **Logging and transport in steep terrain: report**. Rome: FAO, 1985. p.17-36.

SHEIL, D.; MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, n. 1, p. 91-100, 1996.

SHEIL, D.; BURSLEM, D. F. R. P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 83, n. 2, p. 331-333, May/Aug. 1995.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, M. S. P. DE. **Equação de volume para uma floresta secundária no planalto de Tapajós. Belterra**. Colombo: Embrapa Florestas, 1984. p. 1-15. (Boletim de Pesquisa Florestal. n. 8-9).

SILVA, J. N. M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. 1989, 303 p. PhD Thesis.(Doctor in Forests Sciences) University of Oxford, UK.

_____. Manejo de florestas de terra-firme da Amazônia brasileira. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL: TÓPICOS EM MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1997, Colombo. **Palestras]**... Colombo: Embrapa Florestas, 1997. p. 59-99.

_____. **Manejo florestal**. 3. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 43.

SILVA, J. N. M. ET al. Crescimento, mortalidade e recrutamento em florestas de terra firme da Amazônia Oriental: observações nas regiões do Tapajós e Jari. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; YARED, J. A. C. (Ed.). **A silvicultura na Amazônia Oriental**: contribuições do projeto Embrapa-DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID,2001. p. 291-305.

SILVA, E. J. V. **Dinâmica de florestas manejadas e sob exploração convencional na Amazônia oriental**. 2004. 171 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

SILVA, M. L. da, MIRANDA, G .M. Custos. In: MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 216-242.

SIQUEIRA, J. D. P. **Sustained Forest Management in the Amazon**: Need Versus Research. São Paulo: Amazônia: Facts, Problems and Solutions, 1989.

SMERALDI, R.; VERÍSSIMO, A. **Acertando ao alvo**: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal. São Paulo: Amigos da Terra, 1999. (Programa Amazônia).

SMITH, D. M. **The practice of silviculture**. 8th ed. New York: John Wiley e Sons. 1986. 527 p.

SOUZA, D. R de et al. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 75-87, jan./fev. 2006.

SOUZA, D. R. de; SOUZA, A. L. de. Emprego do método BDQ de seleção após a exploração florestal em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 617-625, jul./ago. 2005.

SPATHELF, P.; DURLO, M. A. Transition matrix for modeling the dynamics of a subtropical seminatural forest in southern Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 151, n. 1-3, p. 139-149, 2001.

SPEIDEL, G. **Economia florestal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Escola de Florestas, 1966.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species group in Tropical rain forest. **Vegetation**, p. 75, p. 81-86. 1988.

STÖHR, G. W. D. ; LEINART, S. Importância e aplicação do estudo do trabalho. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 2., 1978, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1978. p. 49-66.

SUDAM. **Estudo de viabilidade técnico-econômica da exploração mecanizada em floresta de terra firme**. Belém, 1978.

TAYLOR, C. J. **Introdução à silvicultura tropical**. São Paulo, E. Blucher, 1969. 200 p.

TIMOFEICZYK, R. Jr. **Análise econômica do manejo de baixo impacto em florestas tropicais** – um estudo de caso. Curitiba, 2004, 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

UHL, C.; VIEIRA, I. C. G. Ecological impacts of Seletive Logging in the Brazilian Amazon: A case study from Paragominas Region of the State of Pará. **Biotrópica**, Zurich, v. 21, n. 2, p. 98-106. 1989.

UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. **Inventário florestal as margens do rio Carauari**: Roraima. Santa Maria: UFSM, 1979.

VANCLAY, J. K. Modelling regeneration and recruitment in a tropical rain forest. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 22, n. 9, p. 1235-1248, Sept. 1992.

_____. **Modelling forest growth and yield applications to mixed tropical forests**. Utah: Walling-Ford, 1994. 304 p.

WADSWORTH, F. H. **Producción Forestal para América Latina**. Washington: Departamento de Agricultura de los EE.UU, 2000. (Servicio Forestal Manual de Agricultura 710-S).

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, v. 70, n. 3. p. 536-538, 1989.

WYATT-SMITH, J. **The Management of Tropical Moist forest for Sustained Production of Timber**: some issues. Zurich: IUCN/IIED, 1987. (Tropical Forests. Polycys Paper 4).

YANG, Y.; TITUS, S. J. Maximum size-density relationship for constraining individual tree mortality functions. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 168, n. 1-3, p. 259-273, 2002. YANG, Y.; TITUS, S. J.; HUANG, S. Modeling individual tree mortality for white spruce in Alberta. **Ecological Modeling**, Amsterdam, v. 163, n. 3, p. 209-222, 2003.

ZHANGREN, L. Harvesting system optimiser: an integrated window-based system for selection of timber harvesting system. In: Forests and Society: the role of research. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 21., 2000. Kuala Lumpur. **Proceedings...** Kuala Lumpur, 2000.

ZACHOW, R. **Metodologia para monitoramento de projetos de manejo em florestas naturais tropicais baseadas em critérios normativos**. 1999. 224 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

ANEXOS

ANEXO 1

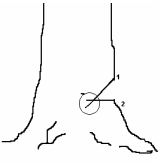
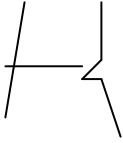
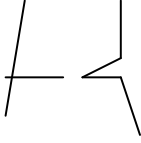
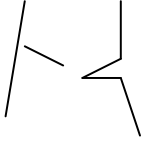
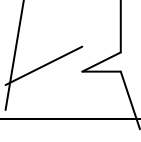
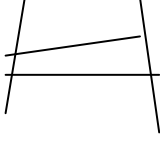
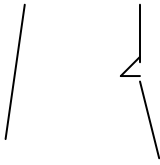
Tração necessária na barra para vencer a resistência ao arraste de acordo com o peso das toras.

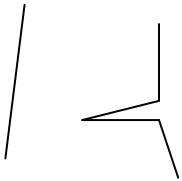
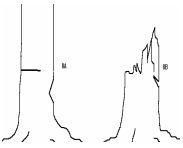
Peso (t)	1	2	3	4	5	6	7	8
Rampa								
30%	964	1527	2090	2653	3216	3729	4342	4905
25%	857	1376	1894	2412	2930	3448	3966	4484
20%	750	1224	1698	2172	2646	3120	3594	4068
15%	643	1072	1501	1930	2359	2788	3217	3646
10%	535	920	1305	1690	2075	2460	2845	3230
5%	426	769	1112	1445	1798	2141	2484	2827
0	317	618	919	1220	1521	1822	2122	2424
-5%	211	465	720	975	1230	1485	1740	1995
-10%	105	313	521	729	937	1145	1353	1561
-15%	-	136	310	484	658	832	1006	1180
-20%	-	-	100	240	380	520	660	800

ANEXO 2 – Tabela de coeficiente de tração (aderência)

Tipo de solo	pneus	esteira
argila	0,55	0,9
seca		
argila molhada	0,45	0,7
argila, estrada mal conservada	0,4	0,7
areia solta	0,3	0,3
areia seca	0,2	0,3
areia molhada	0,4	0,5
cascalho não compactado	0,36	0,5
terra firme	0,55	0,9
terra solta	0,45	0,6

ANEXO 3 – Ficha de monitoramento das técnicas utilizadas para derruba

	<p>Quando os cortes inclinados e horizontal se cruzam.</p>	<p>Causam o enfraquecimento da dobradiça ou até seu corte total, o que não pode acontecer, pois a árvore fica solta e pode cair para qualquer lado.</p>	<p>Obs.:</p>
	<p>Corte de queda avança sobre a dobradiça, cortando-a ou mesmo enfraquecendo.</p>	<p>Faz com que a árvore caia sem controle.</p>	
	<p>A altura do corte de derrubada seja igual à altura (nível) da boca de corte</p>	<p>Não existindo o degrau de queda, a árvore cairá com dificuldade e em qualquer direção, inclusive para trás.</p>	
	<p>Quando o corte de queda não é horizontal.</p>	<p>A árvore cairá na direção com a maior diferença de altura.</p>	
			
	<p>Se a dobradiça não mantém a mesma largura.</p>	<p>A árvore cairá para o lado em que a dobradiça for mais larga</p>	
	<p>A boca de corte tem pouca altura.</p>	<p>A queda ocorre sem controle e pode também ocorrer uma rachadura da árvore, o que é extremamente perigoso, podendo provocar ferimentos no operador da motosserra.</p>	

	<p>Quando a boca de corte é muito profunda.</p>	<p>Ocorrerá queda abrupta, ruptura do cerne e estilhaçamento.</p>											
	<p>O corte de queda alto e boca de corte rasa.</p>	<p>Ocasionam queda rápida e violenta, danificando o tronco e ocasionando o defeito de abate chamado "cadeira de barbeiro"</p>											
<p>Caminhos de fuga</p>		<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>											
<p>Limpeza tronco/cipós</p>		<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>											

ANEXO 4 – Avaliação das regras técnicas de arraste

Atividades	Sim	Não	Observações
1. Utilização de mapas e croquis			
2. Planejamento combinado abate/arraste			
3. Planejamento combinado com plan/pátios			
4. Trilhas demarcadas			
5. Área de movimentação definida			
6. Movimentação de menor dano ao povoamento			
7. Estimativa capacidade de carga definida			
8. Estimativa tempo de ciclo			
9. Fases do ciclo obedecidas			

ANEXO 6 – Ficha de avaliação dos danos causados pela derruba: dano adicional**(b)**

NI Clareira (unid.)	NI espécies comerciais (unid.)	X (m)	Y (m)	Área adicional causa NI (m ²)

NI = número de indivíduos.

ANEXO 8 – Ficha de avaliação dos pátios de estocagem

1. Tamanho adequado	SIM NÃO	Comprimento:	Largura:	Área total aproxim:
2. Movimentação adequada	SIM NÃO	Pista p/ entrada e pista p/ saída SIM NÃO		
3. Pilhas dispostas corretamente para facilitar chegada Skidder e carregamento caminhão	SIM NÃO			
3. Para quantos hectares serve o pátio?	Número aprox.:			
4. Quantas viagens/trilhas novas chegaram ao pátio?	Número aprox.:			
5. Número de pátios e distribuição de acordo com o planejado em croqui?				
6. Localização adequada segundo densidade de árvores?				
7. Localização adequada segundo terreno				

ANEXO 12 – Formulário diário controle de produção da derruba

Zona de corte no.:.....

No. de árvores previstas:.....

Talhão número.:.....

Volume previsto.:.....

Anotador.:.....

Número de árv. abat.:.....

Data.:.....

Volume real obtido.:.....

Condições meteor.:.....

Topografia.:.....

Clima.:.....

Folha número.:

Nome dos operários.:

Árvore No.	Número toro	Código espécie	Diâmetro 1	Diâmetro2	Comprimento	Volume do toro	Observações
Σ	Total	#####					
#####							

ANEXO 13 – Classe de diâmetro; intervalo

Classe de Diâmetro	Intervalo
25	20,0 cm<DAP<30,0 cm
35	30,1 cm<DAP<40,0 cm
45	40,1 cm<DAP<50,0 cm
55	50,1 cm<DAP<60,0 cm
65	60,1 cm<DAP<70,0 cm
75	70,1 cm<DAP<80,0 cm
85	80,1 cm<DAP<90,0 cm
95	90,1 cm<DAP<100,0 cm
105	100,1 cm<DAP<110,0 cm
115	110,1 cm<DAP<120,0 cm
125	120,1 cm<DAP<130,0 cm
135	130,1 cm<DAP<140,0 cm
145	140,1 cm<DAP<150,0 cm
155	150,1 cm<DAP<160,0 cm
165	160,1 cm<DAP<170,0 cm

ANEXO 14 – Tabela: Marcação do compartimento.

MARCAÇÃO DO TALHÃO				
Definição da equipe			Produção	
Técnico	1	1.957,62	Área do talhão	547,00
Balizador	2	1.258,47	Número de árvores cortadas / ha	2,96
Auxiliar de campo	4	2.516,94	Volume árvore / tora	5,40
Motorista	0	-	Número de dias trabalhados / mês	26,00
Barqueiro	0	-	Número de horas trabalhadas / dia	8,00
Outros	0	-	Marcação do talhão / dia (m)	1.500,00
Custo da equipe (h)		27,56	Largura do talhão	3.000,00
Custo da equipe (mês)	7	5.733,03	Comprimento médio de trilhas	10.000,00
			Número de equipes marcação do talhão	1
Serviços de terceiros			Tempo previsto marcação talhão (h)	138,67
Aluguel de veículos	1.600,00		Tempo previsto marcação talhão (mês)	0,67
Frete de embarcações	-			
Serviços topográficos	2.600,00			
Abertura de trilhas	-			
Georreferenciamento da área	-			
Outros	-			
Outros	-			
Deslocamento da equipe				
Por via terrestre	-			
Por via fluvial	-			
Alimentação				
Preço estimado por refeição	3,50			
Número de refeições / dia	3,00		CUSTO DA MARCAÇÃO	7.271,35
Número de membros equipe	7,00		CUSTO MARCAÇÃO / M3	0,83
Custo total alimentação	1.274,00		CUSTO MARCAÇÃO/ HA	13,29

ANEXO 15 – Tabela: Inventário florestal prospectivo - trabalho de campo (medição e mapeamento das árvores, topografia e rede de drenagem e corte de cipós)

Definição das equipes	Membros	Custo	Serviços de terceiros	R\$
			Aluguel de veículos	2.820,00
Abertura de trilhas			Frete de embarcações	-
Técnico florestal	-	-	Serviços topográficos	-
Balizador	1	629,24	Abertura de trilhas	-
Auxiliar de campo	2	1.258,47	Georreferenciamento da área	-
Motorista	0	-	Engenheiro florestal	7.120,80
Barqueiro	0	-	Outros	-
Outros	0	-	Deslocamento da equipe	
Total	3	1.887,71	Por via terrestre	-
			Por via fluvial	-
Medição				-
Técnico	1	1.957,62	Total	9.940,80
Mateiro	1	1.957,62	Material de consumo	R\$
Auxiliar de campo	1	629,24	Papel	7,00
Motorista	0	-	Xerox	10,00
Barqueiro	0	-	Pregos	5,00
Cozinheiro	0	-	Rotuladores	45,00
Outros	0	-	Fita para rotuladores	25,00
Total	3	4.544,48	Plaquetas	3.600,00
			Outros	-
Apoio logístico			Outros	-
Cozinheiro	1	629,24	Outros	-
Outros	0	-	Outros	-
Total	1	629,24	Outros	-
			Outros	-
Custo da equipe (h)	7	33,95	Outros	-
Custo da equipe (mês)	7	7.061,42	Total	3.692,00
				-
Alimentação trilhas			Alimentação medição	-
Preço estimado por refeição	3,50		Preço estimado por refeição	3,50
Número de refeições / dia	3,00		Número de refeições / dia	3,00
Número de membros equipe	3		Número de membros equipe	4
Custo total alimentação	3.150,00		Custo total alimentação	1.531,60
Índices de Produção				
Área do talhão			547,00	
Número de árvores cortadas / ha			2,96	
Volume árvore / tora			5,40	
Número de dias trabalhados / mês			26,00	
Número de horas trabalhadas / dia			8,00	
Trilha abertas / equipe / dia (m)			2.000,00	
Número de equipes abertura de trilhas				2
Distância entre trilhas			50,00	
Largura do talhão			1.000,00	
Comprimento médio de trilhas			10.000,00	
Número de ha / dia medidos / equipe			15,00	
Número de equipes de IFP				5
Estimativa de corte (m3 / ha)			-	

Definição das equipes	Membros	Custo	Serviços de terceiros	R\$
Volume comercial medido / dia			-	
Tempo previsto abertura trilhas (h)			400,00	
Tempo previsto abertura de trilhas (mês)			1,92	
TABELA – Cont. ... Inventário florestal prospectivo - trabalho de campo (medição e mapeamento das árvores, topografia e rede de drenagem e corte de cipós)				
Tempo previsto medição (h)			58,35	
Tempo previsto medição (mês)			0,28	
Custo abertura de trilhas			10.410,40	
Custo abertura de trilhas / m3			1,19	
Custo abertura de trilhas / ha			19,03	
Custo medição IFP			21.714,83	
Custo medição IFP / m3			2,48	
Custo medição IFP / ha			39,70	
Custo escritório IFP / ha			8,18	
CUSTO DE CAMPO DO IFP			27.355,47	
CUSTO DE CAMPO DO IFP / M3			1,667	
CUSTO DE CAMPO DO IFP / HA			50,01	