



Boletim de Pesquisa

ISSN 0101-5516

Número, 21

Outubro, 1998

**MANEJO FLORESTAL EM REGIME DE RENDIMENTO
SUSTENTADO APLICADO À FLORESTA DO CAMPO
EXPERIMENTAL DA EMBRAPA-CPAF/AC**



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Ministro

Francisco Sérgio Turra

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Conselho de Administração

Presidente

Ailton Barcelos Fernandes

Vice-Presidente

Alberto Duque Portugal

Membros

José Honório Accarini

Orlando Boni

Dietrich Gerhard Quast

Urbano Campos Ribeiral

Diretoria Executiva

Diretor-Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores-Executivos

Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha

Dante Daniel Giacomelli Scolari

José Roberto Rodrigues Peres

CENTRO DE PESQUISA AGROFLORESTAL DO ACRE

Chefe Geral

Judson Ferreira Valentim

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Ivandir Soares Campos

Chefe de Apoio Técnico

Murilo Fazolin

Chefe Adjunto Administrativo

Francisco de Assis Corrêa Silva

ISSN 0101-5516

Boletim de Pesquisa Nº 21

Outubro, 1998

***MANEJO FLORESTAL EM REGIME DE
RENDIMENTO SUSTENTADO APLICADO À
FLORESTA DO CAMPO EXPERIMENTAL
DA EMBRAPA-CPAF/AC***

**Marcus Vinício Neves d' Oliveira
Evaldo Muñoz Braz**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Embrapa-CPAF/AC. Boletim de Pesquisa, 21.

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
Embrapa Acre
Rodovia BR-364, km 14, sentido Rio Branco/Porto Velho
Rio Branco - AC. Caixa Postal, 392, CEP: 69908-970
Telefones: (068) 224-3931, 224-3932, 224-3933, 224-4035
Fax: (068) 224-4035
sac@cpafac.embrapa.br

Tiragem: 300 exemplares

Comitê de Publicações

Elias Melo de Miranda
Francisco J. da Silva Lédo
Ivandar Soares Campos
Jailton da Costa Carneiro
João Alencar de Sousa
João Gomes da Costa
Murilo Fazolin – Presidente
Orlane da Silva Maia – Secretária
Rita de Cássia Alves Pereira
Rogério Ritzinger

Expediente

Coordenação Editorial: Murilo Fazolin
Normalização: Orlane da Silva Maia
Copydesk: Claudia C. Sena / Mauricília P. da Silva / Suely M. de Melo
Diagramação e Arte Final: Mipsis E.C. de Araújo / Fernando F. Sevá

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. 45p. (Embrapa-CPAF/AC. Boletim de Pesquisa, 21).

1. Floresta – Manejo. I. Braz, E.M., colab. II. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre (Rio Branco, AC). III. Título. IV. Série.

CDD 634.95

© Embrapa – 1998

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO.....	7
OBJETIVOS	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
Descrição da área de estudo	9
Inventário florestal.....	9
Inventário florestal prospectivo	10
Exploração florestal.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
Inventário florestal.....	19
Inventário florestal prospectivo	23
Estudo do arraste.....	26
Análise do processo	29
Estudo de danos produzidos pela exploração	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

MANEJO FLORESTAL EM REGIME DE RENDIMENTO SUSTENTADO APLICADO À FLORESTA DO CAMPO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA-CPAF/AC¹

Marcus Vinício Neves d'Oliveira²
Evaldo Muñoz Braz³

RESUMO: Após a execução de um inventário florestal na Embrapa-CPAF/AC, uma área de 20 ha de floresta foi selecionada para ser manejada de forma experimental com a aplicação de técnicas adequadas de planejamento e manejo, visando reduzir custos e danos à floresta, e aumentar o rendimento em todas as operações envolvidas no manejo. O objetivo do projeto foi avaliar a capacidade de suporte florestal, definir as operações básicas para o correto manejo da floresta, aprimorar coeficientes técnicos (custos e rendimentos) para a região, permitindo o planejamento e acompanhamento da exploração, e monitoramento das respostas da floresta ao manejo aplicado, buscando definir o melhor ciclo e taxas de corte. Também é objetivo do projeto servir como unidade demonstrativa de manejo florestal para produtores e técnicos da região. De maneira geral, a floresta da Embrapa-CPAF/AC apresentou bom potencial para manejo com volume médio de espécies comerciais acima de 50 cm de DAP em torno de 25 m³. ha⁻¹. O planejamento da exploração foi feito com base em um inventário prospectivo e levantamento topográfico da área. As árvores foram mapeadas e as trilhas de arraste projetadas antes da exploração e marcadas no terreno por meio de balizamento. Exploraram-se em torno de 20 m³. ha⁻¹, a carga média por ciclo foi de 4.2 t, para uma distância média de arraste de 190 m e um tempo total de 25 minutos. O limite para a exploração econômica da floresta, calculada para as condições da região, foi em torno de 5 m³ por hora. O corte de cipós e derrubada orientada das árvores contribuíram para reduzir os danos da exploração estimados em 0.25 m³ para cada metro cúbico extraído. A floresta manejada cresceu significativamente mais rápido, no período de estudo, do que a floresta não perturbada, especialmente nos dois primeiros anos após a exploração. Como já era esperado, também a mortalidade e o ingresso foram mais elevados na floresta manejada. O crescimento em volume das espécies comerciais, em torno de 1.7 m³. ha⁻¹, é um indicativo de que tanto o ciclo como a taxa de corte adotados foram

¹ Trabalho financiado parcialmente pelo FNMA e Programa Alternativas de Derruba e Queima - ASB/lcraf.

² Eng.-Ftal., M.Sc., Embrapa-CPAF/AC, Caixa Postal 392, 69908-970, Rio Branco-AC.

³ Eng.-Ftal., B.Sc., Embrapa-CPAF/AC.

adequados. A diminuição das taxas e crescimento da floresta, após o segundo ano, recomenda o uso de tratamentos silviculturais.

Termos para indexação: Manejo florestal, exploração florestal, dinâmica florestal.

SUSTAINABLE YIELD FOREST MANAGEMENT APPLIED TO THE OF THE CPAF-AC EXPERIMENTAL STATION

ABSTRACT: After a forest inventory in the Embrapa-CPAF/AC forest, an area of 20 ha was selected to be managed in a experimental way, with the application of the proper techniques of planning and management, aiming to reduce cost and damage and increase yields in all operations of this activity. The objective of the project was: the evaluation of the support capacity of the forest, the definition of the basic operations need for properly manage the forest, development of technical coefficients (costs and yields) for the region to allow planing and monitoring the exploitation and also monitoring the forest responses to the applied management, following the definition of the best harvesting rate and felling cycle. Also was an objective of the project to be used as an area for forest management demonstration to technicians and farmers from the region. In general the forest presented good potential to forest management, in average with a commercial volume of $25 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The exploitation planing was done based in a prospective inventory and in a topographic survey. The trees were mapped and the skid trails projected before the exploitation and established in the area through the use of stakes. The harvesting was around $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. In average the skidding cycles demanded 25 minutes to be completed, loading 4.2 ton of logs in a distance of 190 m. The break even point, $25 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ for the regional conditions was $5 \text{ m}^3 \cdot \text{hour}^{-1}$. The liana cutting before harvesting and directional felling contributed to reduce the damage produced by the exploitation to 0.25 m^3 for each cubic meter of wood harvested. The managed forest presented growth rates significantly greater than the undisturbed forest, especially in the two first years after logging. As expected the ingrowth and mortality were also greater in the managed forest. The volume increment of commercial species in the managed areas was $1.7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ which indicates that both the harvesting rates and felling cycles applied were adequate. The decreases in the growth rate of the forest after the second year, in the managed areas suggest the need of post-harvesting silvicultural treatments around this time.

Index terms: Forest management, forest exploitation, forest dynamics.

INTRODUÇÃO

A pesquisa florestal na Amazônia conta atualmente com mais de trinta anos. Sem dúvida, muitos resultados foram obtidos neste período. No entanto, este esforço de pesquisa ainda vem sendo executado com pouca participação do setor produtivo. Como conseqüência, as técnicas geradas para o manejo florestal não têm sido aplicadas na prática, e as maiores dúvidas a respeito desta atividade (sustentabilidade econômica e ambiental) ainda permanecem sem resposta. Também são poucos os dados disponíveis sobre o crescimento e rendimento das florestas da região.

Atualmente, as florestas tropicais, de maneira geral, ainda carecem de acompanhamento científico para fornecer subsídios técnicos a sua exploração racional e sustentada. Faltam dados suficientes com relação ao comportamento das espécies sob regime de exploração (crescimento, produção e dispersão de sementes, regeneração natural, mortalidade e predação) e de outras espécies potencialmente utilizáveis.

Na análise da relação entre produção sustentada de madeira e intensidade de exploração, existe a clara necessidade de estudos sobre as respostas da floresta em diferentes intensidades de exploração e de tratamentos para futuras projeções (Silva, 1993). King (1990) comenta que não existem estudos capazes de fornecer informações sobre a performance das diferentes espécies sob condições ecológicas variadas. Menos de 10% da madeira comercializada na Amazônia tem condições de qualificar-se para certificado de origem da matéria-prima e, assim, as informações sobre a dinâmica de uma floresta manejada são extremamente oportunas para efetivar o manejo florestal (Higuchi et al., 1995).

Na parte operacional do manejo florestal, a exploração florestal produz danos que atingem os fustes das árvores residuais e comprometem a regeneração. A exploração florestal não planejada danifica aproximadamente 50% das árvores residuais. Isto ocorre porque na prática os conceitos e técnicas que podem apoiar as atividades de exploração, junto ao manejo florestal, são geralmente negligenciados. Ferramentas de planejamento operacional utilizadas em outras regiões (como nas florestas temperadas) podem ser adequadas às florestas tropicais. Assim, se completaria o conceito manejo florestal, que além do sentido silvicultural, é composto também do sentido administração. Mesmo o arraste mecanizado, a operação mais onerosa da exploração florestal de florestas tropicais, tem sido executado sem o necessário planejamento, tanto na elaboração como na execução dos

planos de manejo, promovendo o desperdício de material, equipamento e tempo e aumentando os danos à floresta (Braz & Oliveira, 1995).

No entanto, as limitações para a implementação correta do manejo florestal não são apenas de ordem técnica, mas também econômica, institucional e social (Silva, 1993). A carência histórica de políticas públicas e de uma legislação florestal adequada, para a administração destes recursos naturais, vem contribuindo para sua substituição por sistemas agropecuários de baixo rendimento não adaptados às condições ecológicas da região, com pequeno retorno social e alto custo ambiental (Oliveira, 1989).

Particularmente no Estado do Acre a produção florestal ainda possui mais dois grandes entraves: a falta de informações precisas a respeito dos custos e rendimentos envolvidos, no processo produtivo, e a competição com a madeira produzida sem os custos do manejo florestal nas áreas de conversão no mesmo mercado da madeira manejada (Oliveira & Braz, 1994).

Pelos levantamentos realizados até o momento nas florestas do Acre, é possível identificar um elevado potencial madeireiro, que revela aptidão para o desenvolvimento de sistemas de manejo florestal (FUNTAC, 1995). No entanto, a realidade do manejo florestal no Estado não foge à realidade do resto da região. A madeira oriunda de áreas de conversão (florestas convertidas em pastagens) ainda é responsável pela maior parte da produção madeireira.

Existe, portanto, não somente a necessidade de estudos regionais sobre o potencial, crescimento, regeneração e modelagem da floresta e suas diferentes tipologias, como também o desenvolvimento de sistemas mais adequados de planejamento das atividades para o manejo florestal.

OBJETIVOS

Avaliar o potencial da área de estudo relacionado ao manejo florestal e os danos produzidos na floresta pelas diversas etapas da exploração florestal planejada, comparada com a exploração não planejada.

Analisar os rendimentos das principais etapas da atividade de arraste dentro da exploração florestal e principais fatores que a influenciam, sistematizando um procedimento de avaliação *ex-ante* desta atividade.

Estudar a dinâmica de crescimento da floresta manejada em comparação com áreas não perturbadas, visando ao desenvolvimento, a médio prazo, de modelos que possibilitem a recomendação de taxas de corte ou sistemas sustentáveis financeira e ecologicamente.

Estabelecer uma unidade demonstrativa de manejo florestal, que sirva de instrumento para a geração, adaptação e transferência de tecnologias de manejo de florestas nativas.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

A área florestal da Embrapa-CPAF/AC possui aproximadamente 800 ha e faz fronteira com duas propriedades onde existem pastagens formadas. Eventualmente, esta área sofre a influência do fogo devido a queimadas nestas pastagens. Seu solo é o Podzólico Vermelho-Escuro com alta porcentagem de argila. O clima é do tipo Am (classificação de Köppen), ou seja, clima quente e úmido de monções, com uma estação seca bem diferenciada entre os meses de junho e outubro. A hidrografia é representada pelo igarapé Forquilha que corta a área diagonalmente, formando uma série de afluentes, na sua maioria temporários. Devido à topografia plana, o igarapé forma inúmeros meandros, que tornam o seu traçado bastante complexo.

A floresta é predominantemente aberta com presença de tabocas (*Quadua* sp.). Identificaram-se quatro tipos de formações florestais: floresta densa, floresta aberta com tabocas, tabocal e capoeira. A floresta como um todo apresenta características comuns às florestas do resto do Estado (Oliveira, 1994).

Inventário florestal

A área total inventariada foi de 250 ha. Utilizou-se o sistema de amostragem sistemática, com 100 m de distância entre as linhas e 450 m entre as parcelas.

As parcelas mediram 10 m x 250 m e foram medidos os DAPs e estimadas as alturas até o primeiro desgalhamento de todos os indivíduos acima de 10 cm de DAP. Também foram registradas a qualidade do fuste (QF) e a posição sociológica de cada árvore amostrada, segundo o critério:

Qualidade de fuste (QF):

- I) Fuste reto;
- II) Fuste tortuoso com pelo menos uma tora aproveitável;
- III) Fuste sem aproveitamento comercial.

O volume foi calculado por regressão, pela equação:

$$V = 0.000308 * (D)^2.1988 \text{ (FUNTAC, 1995).}$$

Onde:

V = volume em m³;

D = diâmetro altura do peito (DAP) em cm.

Alocaram-se 76 parcelas, representando aproximadamente 7,5% da área total.

Para o estudo da regeneração ao natural, foram alocadas subparcelas de 10 m x 10 m nos primeiros dez metros de cada parcela. Identificaram-se todas as mudas acima de 0,50 m de altura, separadas nas seguintes categorias de tamanho:

- I) 0,5-1,0 m de altura;
- II) 1,1-1,5 m de altura;
- III) 1,6-3,0 m de altura;
- IV) 3,0 m de altura - 5,0 cm de DAP;
- V) 5,1 até 10,0 cm de DAP.

Inventário florestal prospectivo

Este inventário realizou-se na área selecionada para exploração, com base nos dados fornecidos pelo inventário do Talhão 3. Executou-se um levantamento a 100% de todas as árvores dentro do talhão de exploração, com DAP acima de 50 cm, sendo medidos os DAPs e identificadas todas as árvores. Para facilitar o levantamento, foram utilizadas as linhas do inventário sistemático, localizadas as árvores existentes a 50 m à esquerda e direita de cada linha e mapeados os igarapés e as árvores de espécies comerciais.

O cálculo do volume seguiu a mesma metodologia do inventário sistemático.

Foi feito um levantamento altimétrico da área, para auxiliar na alocação de estradas, trilhas de arraste e pátios de estocagem, executado com teodolito e pontos de visada a cada 25 m. As curvas de nível apresentaram diferença de altura de dez metros.

Exploração florestal

O arraste mecanizado é a operação mais onerosa da exploração florestal da floresta tropical. Entretanto, seus responsáveis executam-na

muitas vezes sem saber como otimizá-la para reduzir seu custo e desperdício de material e equipamento (Braz & Oliveira, 1995).

Esta otimização só é operacionalizada quando se tem uma idéia sobre:

a) distância média de arraste a ser percorrida e seu planejamento, identificando neste abate, normas gerais de arraste, distribuição dos estaleiros e trilhas de arraste; b) custos e rendimentos dos equipamentos sob determinadas condições de terreno; e c) identificação de pontos chaves para intervir otimizando o processo como um todo, tais como a separação ótima de estradas.

A exploração foi executada entre os meses de julho e outubro, durante a estação seca, sendo a derrubada realizada por dois motosserristas e o arraste mecanizado com utilização de um trator Skidder de 180 HP, equipado com guincho e lâmina bulldozer. Para o carregamento utilizou-se trator esteira D-4, com transporte executado por trator agrícola, puxando carreta equipada com guincho manual. O processamento das toras foi executado na serraria da Embrapa-CPAF/AC e o empilhamento no pátio de estocagem, pelo próprio Skidder, ao término do arraste.

Abertura de estradas, trilhas de arraste e pátio de estocagem

As estradas foram abertas com trator de esteira D-4 e projetadas de maneira a não se opor às variações naturais do terreno, com 5 m de largura. Para servir a toda área de exploração, construíram-se aproximadamente 450 m de estrada, correspondendo a uma densidade média de 22,5 m/ha. Para abrir as trilhas de arraste utilizou-se como base o mapa de exploração com a localização das árvores a ser abatidas, fez-se o seu desenho de maneira a maximizar o arraste com o menor dano à floresta, e abriram-se aproximadamente 1.200 m de trilhas com 3 m de largura em média.

O pátio de estocagem foi dimensionado para 225 m³, possuindo 25 m x 35 m e faixas de circulação do Skidder frontal e lateral de 6 m. O dimensionamento do pátio teve por base a capacidade média de arraste do Skidder e a possibilidade de carregamento e transporte de toras, executado por trator agrícola e carreta, com guincho manual.

Meios de produção

O sistema de traçamento utilizado foi o de toro curto ou inteiro, de acordo com o tamanho da árvore abatida. Via de regra, utilizou-se o sistema

de toro curto apenas quando não havia a possibilidade de retirada da árvore inteira.

Consideraram-se três situações básicas para garantia da "exploração cuidadosa" no que se refere ao abate: corte de cipós ligados às copas das árvores vizinhas à árvore a ser abatida, técnica de corte adequada e queda direcionada (FAO, 1980). Utilizou-se a técnica de corte padrão para floresta tropical, que considera a boca de corte e sua profundidade (adequando as sapopemas quando necessário), a largura da dobradiça a ser mantida e a precisão e altura do corte de queda. A profundidade da boca de corte em condições normais esteve entre 1/4 e 1/5 do diâmetro da árvore (SUDAM, 1978). Quando o diâmetro foi maior que duas vezes o tamanho da lâmina da motosserra, cuidou-se para que a seção central também fosse cortada, aprofundando o corte horizontal da boca para o centro da árvore de maneira circular (FAO, 1980).

A queda orientada está intimamente ligada à técnica de corte e predetermina o sentido da queda da árvore abatida. Segundo Hendrison (1989) sua direção deve ser escolhida com cuidado, visando primeiro à segurança e deve estar entre 30° e 60° com relação à trilha de arraste, objetivando, além da redução de danos no povoamento, a eficiência no posicionamento das toras para facilitar o engate ao Skidder.

Sistema de arraste

A rede básica de arraste foi planejada de acordo com o inventário prospectivo, visando reduzir ao máximo o dano ao povoamento. O inventário facilitou o planejamento da exploração florestal, diminuindo o comprimento das estradas e trilhas de arraste.

As trilhas de arraste foram estabelecidas antes do abate e traçamento, sendo abertas com largura em torno de 3 m, utilizando-se a pá do trator de arraste (lâmina bulldozer) e equipe de campo. A rede foi balizada previamente, para facilitar a visão de todo sistema de exploração.

O sistema de arraste constituiu-se das seguintes operações (Hendrison, 1989):

- a) busca das árvores abatidas usando o mapa de sua localização;
- b) direcionamento do trator até as toras pelo caminho de menor dano já definido pelo balizamento das trilhas de arraste;

- c) uma ou no máximo duas toras, quando possível, foram conectadas ao cabo de aço do guincho e arrastadas pela mesma rota;
- d) se a carga já estava completa, o trator de arraste dirigia-se ao pátio de estocagem para descarregar as toras e voltar à zona de abate;
- e) uma nova carga era preparada pelo estropeiro, enquanto o Skidder se dirigia ao pátio de estocagem; e
- f) também foi considerado o manejo do trator propriamente dito. O tratorista evitou ao máximo o dano às árvores nas manobras para o engate e arraste.

Equipe de trabalho

A equipe de trabalho foi composta por um tratorista, um estropeiro, um técnico para tomada dos tempos e cubagem das toras e um operador de motosserra para o traçamento das toras para o arraste.

Coleta dos dados

Para facilitar a análise, o arraste foi dividido nas seguintes fases:

- a) viagem em vazio: trajeto entre o pátio de estocagem e a árvore derrubada;
- b) manobra: operação executada pelo trator Skidder para possibilitar o engate da tora;
- c) engate: atividade realizada pelo estropeiro para envolver a tora com o cabo do guincho;
- d) arraste: deslocamento do Skidder carregado do local do abate até o pátio de estocagem;
- e) desengate: liberação da tora e recolhimento do guincho.

Medição do tempo de trabalho

Os estudos de tempo servem para os cálculos econômicos e principalmente na racionalização dos sistemas de exploração florestal (Anaya et al., 1986). São essenciais para acompanhar o sistema presente de exploração, determinando falhas na sua sistematização e sugerindo as correções.

O sistema de medição utilizado foi o de "tempo contínuo". O tempo de ciclo compreendia o tempo da preparação da carga até a conclusão da

viagem descarregada, para iniciar outro ciclo. Os parâmetros considerados basearam-se em estudos anteriores (SUDAM, 1978; Anaya et al., 1986).

Mediram-se os tempos por cronômetro, com precisão de segundos, para todas as etapas do item anterior, com exceção da cubagem.

Estes tempos foram comparados com o do ciclo ideal. O tempo de ciclo do arraste pode ser avaliado por amostragem, mediante modelos especiais, fórmulas, equações ou tabelas (fornecidas pelo fabricante do equipamento) e dependem basicamente das máquinas empregadas, condições do terreno e planejamento padrão.

Neste trabalho utilizou-se, primeiramente, o tempo de ciclo real encontrado no levantamento para compará-lo com tempos de ciclo médios encontrados em outros trabalhos realizados em florestas tropicais, e com uma equação desenvolvida pela Timberjack (na falta de equações locais ou regionais), para um Skidder de 180 HP.

O cálculo do tempo de ciclo ideal como segunda forma de comparação será feito de acordo com a equação (para trator de 180 HP):

$$\text{Ciclo} = 16.1505 - 0.01427 X^2 + 0.00004287 Y^2 + 0.002123 XY$$

Onde:

X = carga transportada em toneladas;

Y = distância de arraste em metros.

Foram consideradas as situações:

- a) carga máxima possível e distância média teórica de arraste;
- b) carga média real obtida no levantamento e a distância média real de arraste.

Medição do rendimento

O rendimento foi calculado em função do tempo total de operação efetiva da máquina, pelo total de metros cúbicos carregados.

Cálculo do custo máquina-hora

Para o cálculo do custo máquina-hora utilizou-se o método simplificado desenvolvido pela Caterpillar Tractor Company (1990), que desenvolve valores de custo por hora efetiva de trabalho para:

- a) depreciação = custo de aquisição* 0.90/tempo de vida estimado;
- b) juros, seguros e taxas = custo de aquisição* MF (fator multiplicador de correção relativo às horas de utilização anual);
- c) consumo de combustível = 0.14* potência em HP* custo do combustível por litro;
- d) óleos e lubrificantes = custo de aquisição* 0.005/1000;
- e) reparos e manutenção = custo de aquisição* 10/1000.

O custo total máquina-hora obtido (não considerando os operadores) foi de US\$ 85.11, sendo os valores para os custos fixos de US\$ 38.48 e custos variáveis de US\$ 46.63.

Cálculo da capacidade de carga

O controle de custos significa bons registros (de acordo com fichário adequado) e principalmente confiáveis padrões de produção (Conway, 1982). 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 provocada pela inclinação do terreno, resistência ao movimento do equipamento na interação pneu/solo e finalmente resistência ao arraste na relação carga/terreno (Braz, 1997a).

O cálculo da capacidade de carga utilizou o sistema indicado pela Caterpillar Tractor Company (1990), em que se consideraram a resistência de rampa, resistência ao rolamento e resistência de arraste.

- a) Resistência de rampa (RRP):
(DMS)*(10 kg/t)*(PMA)

Onde:

DMS = declividade máxima de subida em %;

PMA = peso médio de arraste em kg = GVW + CMT;

GVW = peso de operação do equipamento considerado (kg);

CMT = carga média transferida (carga média* 0,5) em kg.

- b) Resistência ao rolamento (RR):
(2% GVW).+ (0.6% de GVW* TP)

Onde:

TP = penetração do pneu em centímetros.

c) Resistência de arraste da tora (RA):

Determinada por meio de tabela da Caterpillar.

d) Resistência total (RT):

RRP+RR+RA

e) Força tratora usável (FTU):

Determinada por meio de tabela, com base na declividade e condições de solo.

Cálculo da distância ótima entre estradas e da distância média de arraste

O cálculo da distância ótima entre estradas é a distância ótima teórica entre as estradas da rede que permitirá obter distâncias de arraste ideais para determinado equipamento de extração, por exemplo o trator de arraste, com os menores custos de sua utilização e construção das estradas (Braz, 1997b). O equilíbrio entre o custo de arraste e o custo da estrada com um custo total mínimo, ou em torno deste, dará o espaçamento ideal ou ótimo entre as estradas secundárias, informando sobre as distâncias de médias de arraste, de acordo com as condições de terreno e estrutura da floresta. A construção de estradas é o maior investimento na exploração florestal.

O cálculo simplificado utilizado para a distância ótima entre estradas foi baseado na relação:

$$10 \cdot C / V \cdot b = tr \cdot b / 4$$

Onde:

C = custo de construção da estrada em US\$/km;

V = volume explorável em m³/ha;

tr = custo de arraste em US\$/m/m³;

b = distância média entre as estradas.

Esta relação fornece o ponto ótimo de equilíbrio entre os custos de arraste e construção de estradas. Este cálculo teórico serviu de base para análise de ponto de equilíbrio comparativo com as distâncias reais obtidas.

Cálculo da carga mínima com relação aos custos

O cálculo da carga mínima, considerando os custos, tem por objetivo fornecer nova alternativa para escolha da produção diária ideal. Neste caso, tomou-se como ponto de partida o custo máquina-hora, a produção por hora e o custo por metro cúbico regional. O artifício é isolar a atividade de arraste das demais para analisá-la em separado. Este cálculo considera apenas a situação idealizada de custo de arraste e retorno médio, de acordo com as espécies locais arrastadas até a esplanada. O parâmetro resultante deve ser comparado com as demais análises.

Esta análise de "ponto de equilíbrio" é feita pelas retas do custo e da renda: $Y = a + bx$ (Conway, 1982). O ponto de equilíbrio (receita/custo) é fornecido por: $bx = a + bx$. No primeiro termo: $bx =$ receita, sendo b a receita por unidade (m^3). No segundo termo: $a + bx =$ custo, sendo:

$a =$ custo fixo;

$bx =$ custo direto;

$b =$ custo direto por unidade a produzir.

O resultado final (valor de x) indicará o ponto de equilíbrio entre receita e custo, informando o mínimo a produzir (por viagem, dia, hora etc.), no presente trabalho por hora.

Avaliação dos impactos da exploração sobre as árvores residuais

É fundamental o planejamento e monitoramento das atividades de exploração florestal. Poore (1989) sugere que práticas adequadas em exploração florestal podem reduzir o dano no povoamento para 6%-15%. Também informa que a regeneração é satisfatória e o dano no povoamento remanescente, utilizando-se as técnicas adequadas, tem ficado em média de 12%.

Foram medidas, na área de influência da exploração, todas as árvores danificadas com DAP acima de 10 cm. A classificação dos danos seguiu os seguintes critérios:

Árvores quebradas (fuste quebrado em qualquer ponto);

Árvores derrubadas;
Árvores danificadas (danos produzidos pelo Skidder na base da árvore);
Copas danificadas (menos de 3/4 da copa danificada);
Copas destruídas (acima de 3/4 da copa danificada).

Para avaliação dos danos promovidos pela abertura de estradas e trilhas de arraste, foram levantados os maiores diâmetros de árvores derrubadas a cada 50 m e considerados como perda total de volume deste valor até o limite mínimo da amostragem (10 cm de DAP). O volume foi calculado por regressão, pela equação:

$$V = 0.000308 * (D)^{2.1988} \text{ (FUNTAC, 1995).}$$

Onde:

V = volume;

D = diâmetro altura do peito (DAP).

Monitoramento da dinâmica da floresta explorada

O monitoramento foi feito por meio de quatro parcelas permanentes, duas alocadas dentro da área de manejo e duas em uma área de floresta não perturbada adjacente à borda do talhão de exploração. O estudo para identificar as diferenças entre o comportamento destas duas condições de floresta foi realizado comparando: crescimento, mortalidade e ingresso.

As parcelas possuem 1 ha (100 m x 100 m) subdivididas em 100 subparcelas com 100 m² cada.

A dinâmica das florestas é baseada em um ciclo de crescimento reconhecido por Swaine & Whitmore (1988) e por Whitmore (1992) como fase de clareira, fase de crescimento e fase madura, sendo as subparcelas classificadas de acordo com estas fases. Para este estudo considerou-se também uma fase de floresta explorada. Basicamente, esta exploração gera clareiras com características distintas das clareiras naturais, constituídas não apenas pela queda de uma ou mais árvores, mas também pela sua remoção. A classificação utilizada foi:

Madura: sobre a influência de árvores maiores de 50 cm de DAP e sem presença de perturbações naturais;

Construção: apenas com árvores entre 10 cm e 49 cm de DAP, sem perturbações naturais e fora da zona de influência de grandes árvores;

Clareira natural: normalmente apenas pequenas árvores em áreas naturalmente perturbadas;

Floresta explorada: áreas com alguma influência de exploração.

Todas as árvores acima de 20 cm foram plaqueteadas, identificadas e medidas, como também as árvores das 20 subparcelas sorteadas. O período de estudo foi de cinco anos, utilizando-se as seguintes classificações:

Iluminação de copa (Silva et al., 1996):

Árvore com total iluminação de copa;

Árvore com alguma luz direta sobre a copa;

Árvore sombreada.

Características específicas de grupos de espécies devem ser consideradas quando se estudam crescimento e rendimento em florestas tropicais (Silva et al., 1996). De acordo com Swaine & Whitmore (1988), existem dois grupos qualitativamente distintos de espécies arbóreas: pioneiras e tolerantes. Subgrupos são aceitáveis enquanto se percebe que são arbitrariamente constituídos como segmentos de um contínuo.

Para este estudo foi utilizada esta classificação e os grupos de espécies considerados foram: espécies pioneiras e tolerantes.

A mortalidade foi calculada de acordo com o sugerido por Sheil et al. (1995):

$$M = 1 - (N_t/N_0)^{1/T}$$

Onde:

N_0 e N_t são a população no início e final do período de tempo (t).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inventário florestal

A área inventariada, neste trabalho, foi de 250 ha, apresentando média geral de 179,90 m³/ha (DAP > 10 cm). Com base na volumetria das parcelas, foram separadas três classes de floresta ou estratos. A separação foi feita tendo como base o intervalo de confiança do inventário. A floresta apresentou número médio de 344 árvores por hectare (DAP > 10 cm) e 21,55 m² de

área basal. A maioria das espécies comerciais apresentou abundância entre 0,5 e 1,0 árvores por hectare, frequência inferior a 20% e dominância relativa baixa.

Normalmente os fatores que influenciam a diferenciação de tipologias florestais, quando não há variação de clima, são topografia, solos e água, quase sempre com uma forte correlação com a volumetria e composição da floresta. Assim o estrato 1 (floresta densa) foi aquele cujo volume total esteve acima da estimativa máxima, o estrato 2 (floresta aberta) com volume entre a estimativa máxima e a mínima e, finalmente, o estrato 3 (capoeira) com volume abaixo da estimativa mínima do intervalo de confiança.

Nas formações 2 e 3, devido às características de floresta aberta, existe a presença de espécies heliófilas típicas de capoeira como a sumaúma (*Ceiba pethandra*), mulateiro (*Callycophilum spruceanum*), canafístula (*Schyzolobium amazonicum*). Estas características, provavelmente, também beneficiaram o estabelecimento de espécies de alto valor e caráter secundário como cedro (*Cedrela odorata*) e castanheira (*Bertholetia excelsa*).

Apesar das diferenças entre as três formações florestais encontradas, os dados de inventário revelaram uma variância relativamente baixa e um limite de erro de 7,8%. Com base nestes dados, e para simplificação da análise, a estrutura da floresta do talhão foi estudada como um todo (Tabela 1).

A distribuição diamétrica de uma determinada espécie é representada pelo número de indivíduos que ela apresenta, em cada classe de diâmetro considerada. Para fins de manejo, é interessante que as espécies trabalhadas apresentem distribuição diamétrica equilibrada, semelhante a de Poisson. Isto significa que, após a retirada das árvores comerciais, existirá um estoque remanescente, para recompor a população desta espécie, garantindo a sua permanência na área.

TABELA 1. Dados estatísticos dos inventários florestais realizados. Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

	Toda área	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Módulo de exploração
Área (hectares)	250,00	92,10	49,35	108,55	20,00
Coeficiente de variação	36,10	19,57	3,93	18,26	
Desvio padrão	64,95	48,52	7,11	22,22	
Variância da média	51,29	77,68	3,12	13,83	
Erro padrão	7,16	8,81	1,77	3,72	
Erro de amostragem	3,98	3,56	0,98	3,06	
Expectância de erro	14,04	17,98	3,76	7,59	

Limite de erro	7,80	7,25	2,08	6,23	
Volume médio	179,90	247,89	181,08	121,67	66,35
Intervalo de confiança:					
Estimativa mínima	165,86	229,91	177,32	114,09	
Estimativa média	179,90	247,89	181,08	121,68	
Estimativa máxima	193,93	265,87	184,84	129,26	
Volume de estoque	96,41	113,99	95,20	88,17	
Volume comercial	89,79	133,90	87,03	34,83	66,35
Número de árvores/ha	344,21	364,50	267,16	160,34	22,83

O estoque necessário para garantir a permanência da espécie na floresta ainda é um ponto polêmico. Isto vai variar de acordo com a aptidão da espécie em estabelecer-se nas condições ecológicas após a exploração, capacidade de produção, dispersão de sementes etc.

Quando analisada como um todo, a floresta apresentou distribuição diamétrica bastante equilibrada (Fig. 1). Porém, ao analisarem-se as espécies individualmente, como é comum em florestas tropicais, encontram-se dados bastante discrepantes. Este é o caso da espécie pereiro (*Aspidosperma* sp.) presente apenas nas classes a partir de 90 cm de DAP.

Entre as espécies comerciais destacam-se a seringueira (*Hevea brasiliensis*), andiroba (*Carapa guianensis*) e breu vermelho (*Protium apiculatum*) com elevada abundância e distribuição diamétrica equilibrada. Algumas espécies (ex. *Torresia acreana* e *Copaifera* sp.) apresentaram razoável volume comercial, mas baixo volume de estoque (árvores entre 10 e 40 cm de DAP). Neste caso utilizou-se como diâmetro de abate, a classe diamétrica imediatamente superior a primeira, na qual a espécie aparece pela primeira vez.

No caso de espécies como breu vermelho e andiroba acontece o contrário, pois apresentam elevados volumes de estoque (DAP < 50 cm) e também tendem a caducar, quando atingem DAP em torno ou acima de 60 cm, dificilmente alcançando as classes de diâmetro superior (a partir de 80 cm). Nestes casos pode-se cogitar a utilização de classes menores (caso haja a possibilidade de aproveitamento pela indústria) de DAP para o abate (Tabela 2).

O volume total de madeira de espécies com mercado para consumo interno e exportação, já subtraído o volume das espécies protegidas por lei (seringueira e castanheira), foi de 51 m³ dos quais 25 m³ de árvores com DAP acima de 50 cm e 26 m³ volume de estoque (árvores entre 10 e 49 cm de DAP) (Tabela 2). A média apresentada de 87 árvores por hectare de espécies comerciais significa aproximadamente 25% do total de indivíduos

da floresta. A maior parte foi de madeiras pesadas a intermediárias com aproveitamento para serraria e laminação.

A área de floresta densa foi de aproximadamente 37% do total inventariado com volume total médio de 247,89 m³ (DAP > 10 cm), volume de estoque 113,99 m³ (10 cm < DAP < 50 cm) e volume comercial (DAP > 50 cm) de 133,90 m³. O sub-bosque é pouco denso, facilitando a entrada de máquinas e todos os outros trabalhos relacionados com o manejo da floresta.

A floresta aberta apresentou uma estrutura diferente, com sub-bosque mais denso, às vezes dominado por tabocas (*Guadua* sp.) e maior frequência de espécies com características heliófilas. O volume total médio foi de 181,08 m³, e esta tipologia representa 40,05% do total da floresta.

As espécies comerciais mais comuns na floresta densa também aparecem com destaque nesta formação (castanheira, andiroba, cedro e seringueira). O aumento significativo do volume de espécies como a sumaúma e o assacu, assim como o desaparecimento de espécies como *Rheedia floribunda* e *Manilkara* sp. (características de floresta densa), são um forte indicativo das diferenças ecológicas existentes entre estas duas tipologias.

O número de 267,16 árvores por hectare, significativamente mais baixo do que na floresta densa, não reflete a densidade do sub-bosque do estrato. Devido à maior penetração de luz, o número de arbustos que compõe o sub-bosque é muito grande (classes de diâmetro inferior a 10 cm de DAP, menor diâmetro amostrado). Neste tipo de formação é comum a ocorrência das duas espécies de maior valor de mercado, cedro e mogno (apesar de este talhão especificamente não ser uma área de ocorrência de mogno).

A penetração de luz também deverá favorecer o desenvolvimento da regeneração, estoque e árvores remanescentes. Provavelmente o rendimento será maior, podendo-se cogitar períodos menores para rotação, como forma de compensar o menor rendimento em metros cúbicos por hectare, no primeiro corte. São recomendáveis tratamentos silviculturais para o raleamento do sub-bosque, favorecendo a regeneração natural de espécies desejáveis.

Na regeneração natural, foi encontrada uma média de 7.711 plantas por hectare entre 0,5 m de altura e 10,0 cm de DAP. Houve uma predominância de espécies características do sub-bosque (envira fedorenta, *Gustavia augusta*) que normalmente não ultrapassam 10 cm de DAP e, portanto, não haviam sido amostradas no inventário das árvores adultas. Na floresta aberta e capoeira, dominam espécies pioneiras de ciclo curto. Todas as espécies comerciais aparecem na regeneração natural, ainda que em

pequeno número. As espécies *Carapa guianensis* e *Protium apiculatum* são as comerciais de melhor regeneração, desta forma somando todas as qualidades desejáveis para manejo (Tabela 3).

A castanheira apareceu na regeneração, na classe entre 5 e 10 cm de DAP. Outras comerciais, como a cerejeira e mogno (*Swietenia macrophylla*), também apresentaram esta mesma característica. De maneira geral a regeneração da floresta é satisfatória com espécies como o cedro e tauari (*Couratari tauari*), apresentando boa distribuição pelas diferentes categorias de tamanho.

Também deve ser considerado que as aberturas produzidas pelo corte seletivo, a médio prazo, devem beneficiar espécies de características heliófilas e dispersão pelo vento como sumaúma, mulateiro, cedro e mogno.

Inventário florestal prospectivo

O módulo de exploração possui 20 ha, quase que totalmente constituído por floresta densa. A topografia é relativamente plana, sendo a área cortada apenas por pequenos igarapés temporários, afluentes do igarapé Forquilha.

O módulo apresentou volume médio de 66,35 m³ por hectare (DAP > 50 cm) dos quais 33,47 m³ de espécies comerciais.

Foram retirados do módulo de exploração 315 m³/ha de madeira. Considerando o volume existente, a intensidade do desbaste foi em torno de 25% do volume total (DAP acima de 50 cm) e 50% do volume das espécies comerciais. O volume explorado por espécie foi definido pelo somatório das informações fornecidas pela distribuição diamétrica e horizontal das espécies.

TABELA 2. Distribuição horizontal das principais espécies madeiras de mercado atual. Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

Nome das espécies	Ab.abs.	Ab.rel.	Fr.abs.	Dom.abs.	Dom.rel.	V.estoq.	V.com.	V. tot.
Amarelão	3,53	1,02	50,00	0,1890	0,8768	0,9766	0,5452	1,5219
Amarelinho pereira	0,11	0,03	1,32	0,0090	0,0418	0,0712	0,0000	0,0712
Andiroba	19,68	5,71	77,63	1,0301	4,7789	6,7377	1,2699	8,0075
Angelim da mata	0,05	0,01	1,32	0,0021	0,0097	0,0149	0,0000	0,0149
Angelim rajado	0,16	0,05	2,63	0,0265	0,1229	0,0958	0,1317	0,2275
Aroeira	0,53	0,15	9,21	0,0903	0,4189	0,2834	0,5219	0,8054
Aroeira casca grossa	0,11	0,03	1,32	0,0061	0,0283	0,0458	0,0000	0,0458

Breu vermelho	34,63	10,04	81,58	1,7733	8,2267	11,9108	1,8858	13,7967
Capoeiro	0,11	0,03	2,63	0,0074	0,0343	0,0578	0,0000	0,0578
Castanha-do-brasil	1,68	0,49	30,26	0,8217	3,8121	0,4489	7,6985	8,1474
Catuaba amarela	0,16	0,05	3,95	0,0803	0,3725	0,0762	0,6888	0,7650
Cedro	0,16	0,05	3,95	0,0250	0,1160	0,0361	0,1848	0,2209
Cedro rosa	0,05	0,01	1,32	0,0079	0,0366	0,0653	0,0000	0,0653
Cedro vermelho	0,89	0,26	18,42	0,1824	0,8462	0,2786	1,3629	1,6415
Copaíba preta	0,21	0,06	5,26	0,0432	0,2004	0,0104	0,3849	0,3953
Cumaru cetim	0,68	0,20	15,79	0,1609	0,7465	0,1874	1,2764	1,4638
Cumaru-de cheiro	0,32	0,09	5,26	0,1248	0,5790	0,0091	1,1500	1,1591
Cumaru ferro	0,58	0,17	13,16	0,3292	1,5272	0,0370	3,2570	3,2941

Continua...

Onde:

Ab.abs. - Abundância absoluta;

Ab.rel. - Abundância relativa;

Fr.abs.- Freqüência absoluta;

Dom.abs. - Dominância absoluta;

Dom.rel. - Dominância relativa;

V.com. - Volume comercial (m³/ha acima de 50 cm de DAP);

V.estoque. - Volume de estoque (m³/ha até 50 cm de DAP);

V.tot. - Volume total por hectare.

TABELA 2. Continuação.

Nome das espécies	Ab.abs.	Ab.rel.	Fr.abs.	Dom.abs.	Dom.rel.	V.estoq.	V.com.	V.tot.
Frei jorge	0,26	0,08	3,95	0,0066	0,0306	0,0481	0,0000	0,0481
Frei jorge branco	0,95	0,28	17,11	0,0178	0,0826	0,1224	0,0000	0,1224
Frei jorge preto	0,95	0,28	14,47	0,0204	0,0946	0,1411	0,0000	0,1411
Imbirindiba amarela	0,79	0,23	15,79	0,1232	0,5716	0,2694	0,8001	1,0695
Itaúba	0,53	0,15	13,16	0,0396	0,1837	0,2031	0,1147	0,3178
Itaubarana	2,26	0,66	35,53	0,1187	0,5507	0,9174	0,0000	0,9174
Jatobá	0,53	0,15	10,53	0,1653	0,7669	0,0647	1,5014	1,5661
Jito da terra firme	2,84	0,82	35,53	0,0609	0,2825	0,4334	0,0000	0,4334
Jito preto	2,11	0,61	30,26	0,0423	0,1962	0,2924	0,0000	0,2924
Jutaí	1,47	0,43	25,00	0,2058	0,9548	0,3807	1,3947	1,7754
Maçaranduba	0,53	0,15	9,21	0,0733	0,3401	0,3100	0,3159	0,6260
Maparajuba vermelha	0,32	0,09	6,58	0,0304	0,1410	0,0674	0,1967	0,2641
Pau d'arco amarelo	1,16	0,34	22,37	0,0477	0,2213	0,3635	0,0000	0,3635
Pau d'arco roxo	0,11	0,03	2,63	0,0157	0,0728	0,0039	0,1340	0,1379
Pereiro	0,05	0,01	1,32	0,0537	0,2491	0,0000	0,5397	0,5397
Seringa real	3,47	1,01	51,32	0,5342	2,4783	1,1638	3,5722	4,7359
Sucupira amarela	0,11	0,03	2,63	0,0046	0,0213	0,0341	0,0000	0,0341
Sumaúma branca	0,11	0,03	2,63	0,0277	0,1285	0,0088	0,2479	0,2567
Sumaúma barriguda	1,26	0,37	26,32	0,3407	1,5806	0,4758	2,7126	3,1884
Sumaúma preta	1,79	0,52	31,58	0,2585	1,1992	0,7633	1,5736	2,3368
Tauari vermelho	1,74	0,51	31,57	0,3380	1,5681	0,6165	2,4847	3,1011
Total de espécies comerciais	86,98	25,23	714,5	7,4343	34,4893	28,0228	35,946	63,9689
Total de todas as espécies	344,89	99,80		21,5553	99,9988	97,9652	81,936	179,901

TABELA 3. Regeneração natural das espécies comerciais, pela categoria de tamanho, por hectare. Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

Nome das espécies	Ab.abs.	Ab.rel.	Fr.abs.	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5
Aguano	1,32	0,02	1,32	1,3				
Amarelão	13,16	0,18	7,89	3,9	3,9	1,3	2,6	1,3
Andiroba	89,47	1,23	17,11	39,0	19,5	9,1	10,4	10,4
Angelim branco	1,32	0,02	1,32	1,3				
Breu vermelho	205,26	2,83	17,11	61,1	71,5	24,7	27,3	18,2
Castanha-do-brasil	1,32	0,02	1,32			1,3		
Cedro	2,63	0,04	2,63	1,3		1,3		
Cedro vermelho	14,47	0,20	6,58	3,9	7,8	1,3		1,3
Copaíba preta	6,58	0,09	6,58	5,2	1,3			
Cumaru-cetim	25,00	0,34	11,84	11,7	7,8	3,9	1,3	
Cumaru-de-cheiro	1,32	0,02	1,32			1,3		
Frei jorge branco	13,16	0,18	9,21	1,3	5,2	3,9	1,3	1,3
Frei jorge preto	5,26	0,07	5,26	2,6			2,6	
Imbirindiba amarela	1,32	0,02	1,32		1,3			
Itaubarana	9,21	0,13	5,26			3,9	1,3	3,9
Jatobá	5,26	0,07	3,95	5,2				
Jito da terra firme	92,11	1,27	17,11	15,6	24,7	37,7	6,5	6,5
Jito preto	47,37	0,65	11,84	10,4	10,4	13,0	9,1	3,9
Jutaí	3,95	0,05	3,95		2,6	1,3		
Pau d'arco amarelo	2,63	0,04	2,63	1,3		1,3		
Seringa real	31,58	0,44	14,47	16,9	5,2	2,6	3,9	2,6
Sumaúma preta	9,21	0,13	3,95	1,3	2,6	2,6		2,6
Tuari	21,05	0,29	15,79	3,9	6,5	10,4		
Toari vermelho	10,53	0,15	7,89		2,6	6,5	1,3	
Total de espécies comerciais	614,49	8,48		187,2	172,9	127,4	67,6	52,0
Total de todas as espécies	7711,2	100,00		1867,6	2437,4	2116,8	688,8	600,6

Onde:

Cat. 1, Cat. 2, Cat. 3, Cat. 4 e Cat. 5 são respectivamente categorias de tamanho de 1 a 5;

Ab.abs. - Abundância absoluta;

Ab.rel. - Abundância relativa;

Fr.abs. - Freqüência absoluta.

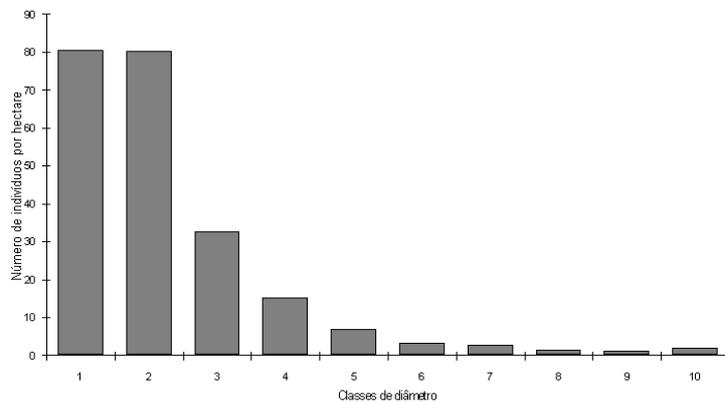


FIG. 1. Curva de distribuição diamétrica das árvores.

Estudo do arraste

Controle de qualidade da produção

Por qualidade da produção considera-se a eficiência da atividade, ou seja, menor gasto e desperdício, menor tempo e produtividade maior, relacionados aos equipamentos/equipes disponíveis.

Cálculo da capacidade de carga

a) Peso médio durante o arraste (PMA)

GMW - O peso de operação para o equipamento considerado foi de 13.200 kg. A carga média obtida (Tabela 1) foi 4.200 kg (considerando densidade média da madeira verde arrastada como 1).

Logo :

$$\text{CMT} = 0,5 * 4.200 \text{ kg} = 2.100 \text{ kg}$$

$$\text{PMA} = 13.200 \text{ kg} + 2.100 \text{ kg} = 15.300 \text{ kg}$$

b) Resistência de rampa (RRp)

A rampa máxima subindo a declividade foi de 10%.

Logo:

$$\text{RRp} = (10\%) * (10 \text{ kg/t}) * (15.300 \text{ kg}) = 1.530 \text{ kg}$$

c) Resistência ao rolamento (RR)

$$RR = (0,02 * 13.200) + (0,06 * 13.200 * (12,5)) = 1.453,5 \text{ kg}$$

d) Resistência de arraste da tora (RA)

De acordo com tabela da Caterpillar e, considerando transferência de peso para inclinação do terreno de 10% (subindo ou descendo a declividade): 1.827,2 kg.

e) Resistência total (RT)

$$RT = R. Rampa + R. Rolamento + R. Arraste = 4.810,7 \text{ kg}$$

f) Força tratora usável (FTU)

De acordo com estimativa baseada nas condições solo e tabela:

$$FTU = (0,40 * GVW) = 6.120 \text{ kg}$$

A carga média encontra-se dentro do requerido pela força tratora usável. O terreno com inclinações médias de 4% e máxima de 10% favorece o aumento da carga e, de fato, cargas de até 9 t foram arrastadas pelo Skidder (Tabela 4). A análise destes dados permite supor que seria possível, e até recomendável, aumentar a carga, visando maximizar o processo como um todo. No entanto, isto também poderia aumentar o tempo de ciclo.

Observando os dados de variabilidade do processo em função da carga (com 95% de probabilidade), pode-se verificar que esta sofreu uma variação muito forte, durante o trabalho com cargas abaixo de 1 m³, o que deveria ter sido evitado para melhorar o rendimento.

TABELA 4. Variabilidade do processo em função da carga.

Intervalo de confiança	
Limite superior	9,8551
Média	4,1967
Limite inferior	0,9550
Variância	3,5566
Desvio padrão	1,8859
Erro padrão	0,2876
Coefficiente de variação	44,94%
Limite de erro	13,04%

Usando o mesmo sistema encontra-se por tentativa a carga máxima. A partir da carga de 9 t, a força tratora usável não é mais suficiente para o arraste, devendo estar situada em torno de 8 t. No entanto, ainda deve-se considerar que a diferença entre resistência total e força tratora usável mais adequada recomenda cargas em torno de 7 t ou abaixo (Tabela 5).

TABELA 5. Valores hipotéticos de 7, 8 e 9 toneladas.

Carga	PMA	RRp	RR	RA	RT	FTU
7 t	16.700	1.670	1.586,5	2.905,0	6.161,5	6.680
8 t	17.200	1.720	1.634,0	3.320,0	6.674,0	6.880
9 t	17.700	1.770	1.681,5	3.735,0	7.186,5	7.080

Cálculo da carga mínima com relação aos custos

- Preço regional da tora esplanada: US\$ 20.00;
- Custos fixos do trator: US\$ 38.48;
- Custos diretos por unidade a produzir: US\$ 11.65.

Logo:

$$19x = 38,48 + 11,65x$$

$$x = 5,23 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Carga mínima} = 5,23 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Cálculo da distância ótima entre estradas e da distância média de arraste

$$\text{DOE} = 10 \cdot C/V \cdot b = tr \cdot b/4$$

Sendo:

$$C = 2,252.00 \text{ US\$/km}$$

$$V = 20 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$tr = 0,0114 \text{ US\$/m}^3$$

A distância ótima entre estradas calculada foi de 628 m, sendo a distância média teórica de arraste de 157 m (b/4).

A densidade da rede de estradas, nestas condições, para a área de exploração seria de 16 m/ha. Os dados de campo (Tabela 4) apresentaram 29 m/ha de estrada e 190 m de distância média de arraste. Deve-se considerar a resposta fornecida por esta fórmula, específica, porém, flexível dentro de um intervalo adequado, ou seja, a fórmula deve ser considerada

como um meio para determinar o intervalo econômico do espaçamento entre caminhos e não como uma distância inflexível (Anaya et al., 1986; Braz, 1997b).

Em uma situação real esta diferença equivaleria (supondo-se por exemplo uma projeção hipotética para uma área de 12.000 ha de manejo florestal) a 156 km desnecessários (Braz, 1997b). Mesmo descontando a relação entre a realidade e a teoria, buscando o intervalo econômico comentado acima, seria necessário rever cuidadosamente todo planejamento da rede. Sem esquecer que existe uma “negociação” ou troca entre o aumento do custo da construção de estrada onde a densidade é alta e aumento do custo de extração onde a densidade de estradas é baixa (Dykstra & Heinrich, 1996). As informações obtidas por estas fórmulas darão valores bastante aproximados quando usadas em áreas de condições homogêneas de volume de madeira e terreno, como também, formas mais detalhadas de análise do ponto de equilíbrio (FAO, 1974).

Análise do processo

Tempo gasto no arraste por operação

Pela Figura 2, verifica-se que os tempos que mais influenciaram no ciclo foram os das viagens com ou sem carga. Os tempos de manobra e engate também tiveram forte influência na composição do tempo total do ciclo, sendo que o de manobra praticamente foi equivalente ao de deslocamento sem carga, enfatizando a necessidade de se intervir nesta operação, seja com a prática de derrubada orientada, seja com treinamento para aumentar o rendimento da operação.

Correlações entre variáveis que influenciam no tempo de ciclo

O volume da tora arrastada e distância de arraste foram os fatores que apresentaram maior correlação com o tempo de arraste (Tabela 6). A carga também teve forte influência no tempo de engate podendo indicar a necessidade de treinamento de pessoal para a otimização desta operação. O tempo de manobra não apresentou correlação significativa com o volume da tora arrastada, provavelmente pela preocupação de executar a queda orientada das árvores, favorecendo o posicionamento do trator.

Como a distância de arraste está dentro dos padrões normais, as modificações e cuidados para esta exploração deveriam ser orientados para

reduzir o tempo de engate e aumentar a carga média. Quando analisam-se o tempo total de ciclo e a carga, a correlação existente é significativa, porém mais baixa. Logo, a carga poderia ser aumentada, sem interferir muito no tempo de ciclo. Os elementos de maior influência são naturalmente a viagem sem carga do Skidder, a carga e a distância média de arraste.

Tempo de ciclo ideal

Comparando-se com o tempo de ciclo médio (26,6 minutos) de trator de 185 HP em que as aberturas das picadas (distância média de arraste de 290 m) são realizadas pelo trator no momento de arraste, considera-se adequado o tempo de ciclo obtido de 22,24 minutos (Centre Technique..., 1990).

Utilizando a equação obteve-se:

- a) Com a carga máxima possível (8,00 t) e distância média teórica de arraste (157 m): Tempo de turno = 20 minutos;
- b) Com a carga média real obtida no levantamento (4,2 t) e a distância média real de arraste (190 m): Tempo de ciclo = 25 minutos.

Também esta informação fornecida pela equação indica que o tempo de ciclo obtido no levantamento foi satisfatório.

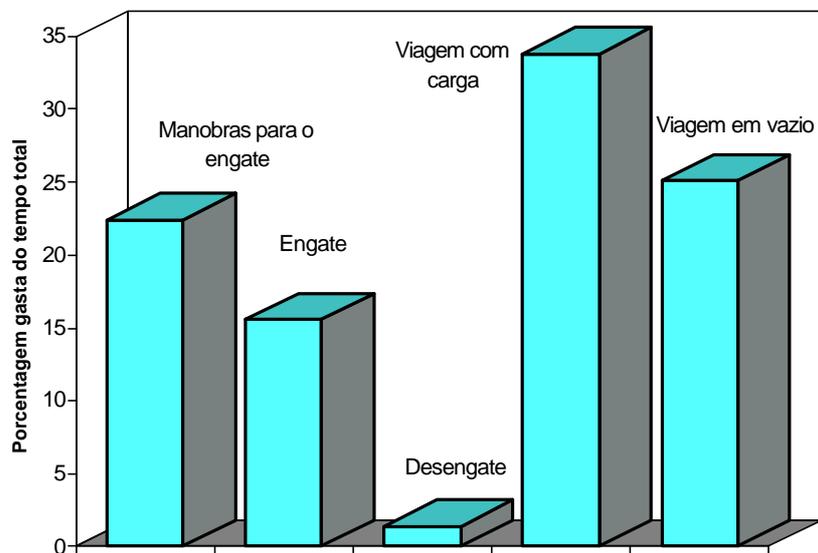


FIG. 2. Arraste: porcentagem de tempo gasto por operação.

TABELA 6. Rendimentos envolvidos nas operações de arraste na Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

Parâmetro Comp. tara	Volume (m ³)	Tempo man.	Tempo [%]	Tempo eng.	Tempo [%]	Tempo deseng.	Tempo [%]	Tempo deslac.	Tempo [%]	Tempo arraste	Tempo [%]	Tempo ciclo	Rend. (m ³ /h)
MEDIA	13,53	4,1067	4,39	20,87	3,18	15,15	0,24	1,38	9,53	34,34	4,91	26,51	19,34
TOTAL	184,6560											22,24	9,52

Onde:
 Comp. tara - Comprimento da tara
 Tempo man. - Tempo de manobra
 [%] - Porcentagem de tempo gasto na operação
 Tempo eng. - Tempo de engate
 Tempo deseng. - Tempo de desengate
 Tempo arr. - Tempo de arraste
 Tempo deslac. - Tempo de deslocamento sem carga
 Rend. - Rendimento em metros cúbicos por hora

Correlação entre variáveis que influenciam na produtividade

Variáveis	R	Significância (G.L. 43)
Tempo de ciclo e carga	0,31	*
Tempo de engate e carga	0,31	*
Tempo de manobra e carga	-0,02	n.s
Tempo de arraste e carga	0,58	**
Tempo e distância de arraste	0,41	**

Estudo de danos produzidos pela exploração

O número de árvores derrubadas ficou entre três e quatro, para cada árvore abatida (média de 3,4 árvores). O baixo dano observado foi devido à orientação da queda das árvores, no sentido de promover o menor dano possível nas remanescentes e ao mesmo tempo, favorecer a operação de engate das toras no guincho do Skidder, diminuindo a necessidade de manobras para esta operação. Outra razão foi o corte de cipós na base da árvore, um ano antes do abate. Esta técnica permitiu que a movimentação do fuste durante a queda ocorresse de forma livre, evitando com isso, arrastar outras árvores.

Os diâmetros médios das árvores derrubadas variaram entre 12 e 16 cm de DAP, não tendo sido observadas árvores destruídas com diâmetros superiores a 30 cm de DAP, com uma perda de volume de 0,3 m³ a 0,7 m³ de madeira por cada árvore abatida.

Na média foram quebradas 1,2 árvores para cada árvore abatida, com diâmetros médios em torno de 12 cm de DAP.

Os danos promovidos às copas (copas destruídas) aumentaram em função de um maior diâmetro da árvore abatida. Isto deve ocorrer devido ao aumento da área da copa e à rede de cipós que ainda existia ligando algumas copas de árvores vizinhas. Ainda assim o diâmetro médio das árvores, que tiveram a copa destruída em função da exploração, foi de 25 cm de DAP com uma média de 1,7 copas destruídas (mais de 3/4 da copa quebrada) por árvore abatida.

O total de danos promovidos pelo abate ficou em torno de 23,03% ou 0,25 m³ do volume total abatido. A maior perda em volume foi verificada pela derrubada das árvores, em consequência da queda da árvore comercial.

Danos parciais à copa também foram verificados, mas não computados como perda total, pela elevada possibilidade da recuperação destas árvores.

Os danos promovidos à floresta pela abertura de estradas, trilhas de arraste e pátios de estocagem, foram calculados em 380 m²/ha distribuídos em:

- a) 450 metros lineares de estradas por 5 m de largura, correspondentes a 22,5 m/ha ou 112,5 m²/ha;
- b) 1.200 metros lineares de trilhas de arraste por 3 m de largura, correspondentes a 60 m/ha ou 180 m²/ha de danos ao povoamento;
- c) Dois pátios de estocagem com as dimensões de 25 m x 35 m correspondentes a 1.750 m² ou 87,5 m²/ha.

Foi estimado o volume de 12,5 m³ de madeira de árvores derrubadas durante a abertura de trilhas de arraste, estradas e pátios de estocagem em todo o talhão de exploração. Este volume corresponde, aproximadamente a 70 árvores com diâmetro variando entre 10 e 30 cm. Em média derrubaram-se 3,5 árvores/ha, afetando aproximadamente 3,8% da área manejada.

Apesar da baixa taxa de exploração executada no presente trabalho (4,4 árvores equivalentes a 20,0 m³/ha em média), somando-se os danos das atividades de abate, abertura de trilhas e o arraste (Tabela 7), verifica-se que o total de árvores danificadas ou destruídas (DAP acima de 10 cm) por hectare, foi em torno de 27 com DAP médio abaixo de 15 cm. Três fatores concorreram para este resultado: derrubada orientada das árvores, planejamento prévio das trilhas de arraste e corte de cipós. Hendrison (1989) e Poore (1989) concordam que o controle das atividades de derrubada e o arraste reduzem de forma significativa o nível de impacto da exploração florestal.

Em um estudo de Uhl & Vieira (1988), na região de Paragominas, em áreas de exploração tradicional de semelhante intensidade com a deste estudo, observaram-se danos em 41 árvores com DAP maior ou igual a 10 cm e 2,6 m³ de madeira danificada ou destruída para cada metro cúbico extraído.

TABELA 7. Danos produzidos na floresta durante a derrubada. Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

Classe DAP (cm)	Vol. (m ³)	Derr.	DAP médio (cm)	Vol. (m ³)	Quebr.	DAP médio (cm)	Vol. (m ³)	Copa destr.	DAP médio (cm)	Vol. total (m ³)
50,0-59,9	1,98	3,00	13,09	0,30	2,29	8,32	0,17	1,25	14,53	0,47
60,0-69,9	2,97	2,53	12,10	0,32	0,63	11,38	0,09	1,65	12,49	0,49
70,0-79,9	3,87	4,00	14,61	0,70	0,80	5,84	0,02	1,50	16,65	1,09
80,0-89,9	4,94	4,11	13,42	0,44	1,40	21,09	0,57	1,90	17,08	1,17
90,0-99,9	6,17	4,00	16,00	0,46	0,00	0,00	0,00	2,67	25,77	1,39
> 100,0	10,46	9,00	21,01		1,00	25,15	0,37	9,00	12,59	6,55
Totais	197,77	175,00		26,97	32,00		2,62	97,00		49,19
Médias	3,50	3,40	13,43	0,51	1,22	11,69	0,19	1,71	15,79	0,86

Onde:

Derr. - número de árvores derrubadas pela queda da árvore;

Quebr. - número de árvores quebradas pela queda da árvore;

Copa destr. - número de árvores com a copa destruída pela queda da árvore.

Dinâmica da floresta

Devido ao alto número de espécies de florestas tropicais, estudos de crescimento e dinâmica, usualmente, são feitos agrupando espécies de comportamento semelhante, de maneira a facilitar a análise dos dados.

Grupamento de espécies é um assunto controverso. Vanclay (1990) encontrou 41 grupos para 237 espécies com funções de incremento significativamente diferentes com $p < 0.01$. Manokaran & Kochummen (1987) e Silva et al., (1989) têm sugerido e usado diferentes divisões relacionadas com aspectos ecológicos ou mesmo econômicos das espécies. A divisão utilizada neste trabalho é uma aproximação dos estudos feitos previamente e das características das espécies que ocorrem na área. O método de agrupamento deve ser flexível e sua adequação realizada de acordo com os dados disponíveis e objetivos do trabalho.

Incremento em diâmetro

O incremento anual em diâmetro foi similar ao encontrado em outros trabalhos realizados em regiões tropicais, como os de Okala & Ola-Adams (1987), Chiew & Garcia (1989), Rai (1989) e Silva et al., (1996), apresentando uma média de 0,27 cm/ano.

O crescimento variou de 1,98 cm/ano (*Jaracatea spinosa*) a 0,1 cm/ano em algumas espécies de sub-bosque (*Quaribea guianensis*). Algumas espécies raras com apenas uma planta amostrada apresentaram crescimento negativo. Provavelmente isso aconteceu devido a problemas durante as medições e apenas demonstra que estas plantas não cresceram neste período.

Os grupos de espécie apresentaram diferenças significativas em crescimento. O grupo das pioneiras, como esperado, apresentou alto crescimento, em torno de 0,7 cm/ano, enquanto espécies tolerantes 0,2 cm/ano (Tabela 8).

TABELA 8. Análise de variância do crescimento em diâmetro por grupo de espécie. Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

Grupo ecológico	Número de plantas	Crescimento (cm ano ⁻¹)	P
Pioneiras	83	0,73a	
Tolerantes	1114	0,24b	<0,001
Todas as plantas	1295	0,27b	

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente (Teste de Tuckey $p > 0.05$).

A iluminação de copa também teve influência bastante forte no incremento em diâmetro. Para todas as árvores, independentemente de grupos, houve diferenças significativas entre as classes de iluminação de copa consideradas. No grupo das pioneiras, apesar das aparentes grandes diferenças entre as médias, especialmente entre as classes de iluminação 2 e 3, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas pelo Teste de Tuckey $p > 0.05$ (Tabela 9).

TABELA 9. Crescimento anual em diâmetro analisado por grupo e iluminação de copa. Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

Grupo ecológico	Iluminação de copa	Crescimento	Plantas	Sd	P
Pioneiras	Luz total	0,71a	28	0,69	
	Alguma luz direta	0,89a	26	0,90	
	Sombreada	0,58b	22	0,43	>0,1
Tolerantes	Luz total	0,38a	203	0,32	
	Alguma luz direta	0,27b	305	0,23	<0,001
	Sombreada	0,19c	522	0,19	<0,001
Todas espécies	Luz total	0,42a	232	0,40	
	Alguma luz direta	0,32b	331	0,37	<0,02
	Sombreada	0,21c	546	0,22	<0,01

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes (Teste de Tuckey $p > 0.05$).

O maior incremento em diâmetro nas áreas manejadas no período considerado foi um óbvio efeito da abertura do dossel promovido pela exploração, o que é bastante expressivo, uma vez que apenas 21% das subparcelas dentro das parcelas em áreas exploradas foram de fato perturbadas pela exploração (Tabela 10).

TABELA 10. Análise de incremento em diâmetro em áreas manejadas e não manejadas. Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

Áreas	Incremento (cm)	Número de plantas	Sd
Manejadas	0,30	559	0,34
Não manejadas	0,24	734	0,28

Pode-se verificar a existência de modelos de crescimento diferentes em função do ciclo de vida das espécies. Assim, árvores que atingem

grandes diâmetros, como a *Ceiba petandra*, continuarão a crescer rápido mesmo em classes de diâmetro acima de 1 m, da mesma forma pequenas árvores como *Inga* sp. (com exceção de *Inga thibaudina*) crescerão mais lentamente ou mesmo caducarão em torno dos 20 cm de DAP, o diâmetro limite de crescimento destas espécies.

Incremento em área basal

A área basal média das PP das áreas manejadas e não manejadas na primeira medição foi respectivamente 23,35 m² e 28,12 m² e após cinco anos 27,27 m² e 30,53 m². O incremento em área basal apresentou resultados semelhantes ao incremento em diâmetro. A abertura de dossel promovida pela exploração favoreceu o incremento em área basal em áreas manejadas de forma diferenciada nos três primeiros anos. Aparentemente, após este período, a tendência é diminuir o incremento tornando-o bem próximo ao de áreas sem manejo. Este fato, também verificado por Silva (1989), é um forte indicativo da necessidade de tratamentos silviculturais por volta do quinto ano após a exploração, buscando a manutenção do crescimento da floresta (Fig. 3).

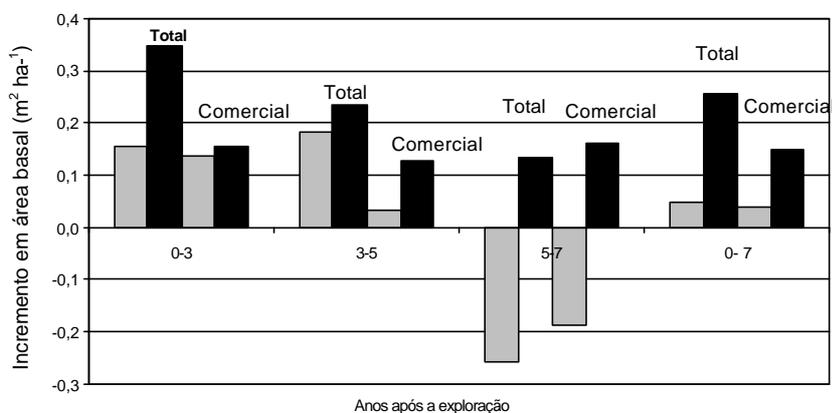


FIG. 3. Incremento médio anual da área basal para todas as espécies (total) e somente para espécies comerciais (comercial) nos primeiros sete anos após o corte nas áreas manejadas (colunas pretas) e não manejadas (colunas cinza).

Volumes de espécies comerciais

Foram consideradas como espécies comerciais todas as espécies de uso corrente no mercado de Rio Branco. O crescimento em volume das espécies comerciais foi da ordem de 1,3 m³/ha/ano na floresta manejada e 0,75 m³/ha/ano nas áreas sem perturbação. Pelo efeito da exploração, o crescimento em volume na floresta manejada ficou concentrado nas árvores residuais entre 10 e 50 cm de DAP.

Os dados obtidos permitem afirmar que a intensidade de corte e ciclo previstos são adequados ao desenvolvimento da floresta e que, possivelmente, para os próximos ciclos, a entrada de novas espécies no mercado diminuirá a pressão de exploração nas espécies hoje manejadas, facilitando a seleção de árvores para o abate e a manutenção da população das espécies manejadas (Tabela 11).

TABELA 11. Volume comercial em áreas manejadas e sem perturbação. Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

Ano	1992	1995	1997
Volume total de espécies comerciais na floresta natural	63,33	65,63	67,10
Volume total de espécies comerciais na floresta manejada	44,92	48,27	51,37
Volume explorável (DAP acima de 50 cm) floresta natural	29,90	33,52	32,07
Volume explorável (DAP acima de 50 cm) floresta manejada	8,50	8,65	8,91
Volume estoque (10 cm <DAP< 50 cm) floresta natural	33,43	32,10	35,03
Volume estoque (10 cm <DAP< 50 cm) floresta manejada	36,42	39,62	42,46

Mortalidade e ingresso

De forma geral, tanto o ingresso como a mortalidade foram elevados em ambas as áreas, podendo ser um indicativo de que áreas não manejadas foram afetadas por perturbações naturais em anos recentes ou, também, podendo fazer parte da própria dinâmica da floresta.

As diferenças entre mortalidade e ingresso foram testadas pelo teste de qui-quadrado. Como esperado, as áreas manejadas diferiram significativamente das não manejadas. Não houve diferenças estatísticas entre as diferentes classes de diâmetro.

Para verificar a existência de alguma classe de diâmetro particularmente afetada pela exploração, diferenças de mortalidade entre as classes de diâmetro foram testadas entre floresta manejada e não manejada. Desta forma, foi possível encontrar uma maior diferença na classe de 5 a 10

cm de DAP entre as áreas manejadas e não manejadas. No entanto, não houve diferenças nas outras classes de diâmetro.

Em outras palavras, diferenças estatísticas de mortalidade após cinco anos da exploração foram evidentes apenas nas árvores com menos de 10 cm (Tabela 12). De fato é razoável esperar que árvores tenham uma taxa de mortalidade maior em áreas que sofreram algum tipo de perturbação não-natural. No entanto, nas classes acima de 10 cm não existem diferenças significativas após cinco anos.

TABELA 12. Comparação de mortalidade de árvores entre áreas não manejadas e manejadas por classe de DAP. Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

Áreas	Número de plantas (ha ⁻¹)		χ^2	P
	Vivas em 1992	Mortas em 1997		
Não manejadas	1199	99	14,51	<0,001
Manejadas	926	123		
Não manejadas (5,0-9,9 cm)	407	32	7,03	<0,01
Manejadas (5,0-9,9 cm)	307	43		
Não manejadas (> 9,9 cm DAP)	368	38	0,13	>0,50
Manejadas (> 9,9 cm DAP)	310	30		

Para este estudo foi considerado o ingresso de todas as plantas acima de 5 cm de DAP. Isto explica as altas taxas de ingresso de 32 e 47 plantas, respectivamente para as áreas não manejadas e manejadas. Houve diferença significativa de ingresso entre as áreas manejadas e não manejadas (Tabela 13). As clareiras de exploração foram colonizadas por pioneiras de ciclo curto, especialmente *Cecropia* sp., *Jaracatea spinosa* e *Urtiga* sp.

TABELA 13. Ingresso de plantas em áreas não manejadas e manejadas. Floresta da Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco-AC, 1994.

	Número de plantas (ha ⁻¹) em 1992	Ingressos em 1997	Ingresso (ano ⁻¹ ha ⁻¹)	χ^2	P
Áreas não manejadas	775	158	32	6,72	<0,01
Áreas manejadas	623	233	47		

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de estudo apresentou características (alta volumetria, boa distribuição de espécies comerciais, relevo plano etc.) que indicam bom potencial para o manejo madeireiro. De maneira geral, pelos dados disponíveis de outros inventários (FEA e BR-364) pode-se afirmar que esta floresta tem características estruturais e de composição semelhante a outras florestas de terra firme no Acre.

No caso do planejamento de exploração, os parâmetros calculados servem para balizar a produção em uma área sem informação prévia. Assim, devem-se compará-los com os resultados de campo, como forma de analisar, identificar e/ou prever falhas no arraste, otimizando o processo.

Estas análises devem ser consideradas na elaboração de planos de manejo. Estes parâmetros servirão para indicar a opção mais adequada de equipamentos (maior ou menor potência), períodos de trabalho, treinamentos necessários etc. Neste trabalho, por exemplo, seria necessário um controle maior sobre a densidade da rede de estradas, por ter sido muito acima do calculado, pela forte influência que exerce nos custos totais da exploração.

O equilíbrio entre o custo de arraste e o custo da estrada, com um custo total mínimo ou em torno deste, nos dará o espaçamento ideal ou ótimo entre as estradas secundárias. Não planejar estes fatores pode elevar os custos de construção das estradas que dão acesso aos compartimentos de exploração ou, no caso de uma construção menor do que o ideal, aumentar os custos de arraste, de qualquer modo elevando os custos totais de extração da madeira.

Com relação ao arraste em si, identifica-se, por exemplo, que a carga média poderia ter sido aumentada por meio da utilização de um sistema misto para o arraste (toro longo combinado com toro curto), que forneceria maior capacidade de manobra para o Skidder e possibilitaria o engate de duas ou mais toras para o mesmo carregamento. Sem informações deste tipo e de fácil coleta, não existirá planejamento da exploração, afetando bastante os custos totais e rendimentos.

Na verdade devem-se desenvolver sistemas de planejamento para todas as atividades como abate, toragem e carregamento, a fim de garantir a qualidade da atividade em si.

Mas não é suficiente apenas bom planejamento visando reduzir custos para garantia do manejo florestal. É necessário garantir a manutenção do povoamento remanescente, pois pretende-se que o manejo seja perpétuo. Sendo assim, a garantia do manejo começa já nas fases de exploração florestal. A queda orientada fornece resultados positivos, minimizando o efeito negativo do abate de árvores maiores. O corte de cipós também deve ser considerado como uma boa prática, por ser rápido e poder ser executado durante a marcação das árvores.

Para evitar danos à copa das árvores vizinhas pode-se, quando possível, adotar o anelamento da árvore a ser abatida. Esta prática, no entanto, deve ser conduzida pelo menos dois anos antes do abate e em espécies que respondam bem a este tipo de tratamento. Possui a vantagem de promover a queda ou enfraquecimento dos galhos maiores da copa, reduzindo sua capacidade de promover danos em árvores vizinhas, assim como uma diminuição na porcentagem de água no fuste da árvore a ser abatida, facilitando o arraste das toras e favorecendo a sua estocagem e processamento.

O planejamento das atividades de exploração, principalmente abate, arraste, aberturas de trilhas de arraste e estradas, leva a uma abertura reduzida de dossel e, portanto, aceitável do ponto de vista de dano ao povoamento, quando comparada à exploração tradicional.

A exploração planejada deve ser uma prática estimulada e futuramente exigida dentro de todos os planos de manejo florestal, ou a garantia da sustentabilidade da área para produção madeireira fica comprometida.

Com relação aos resultados do manejo propriamente dito, o crescimento maior da floresta, nos três primeiros anos após a exploração, indica a necessidade de tratamentos silviculturais (abertura de copagem) como forma de manter estes níveis de crescimento.

É importante verificar que todas as espécies responderam positivamente à exposição à luz, o que promoveu o crescimento diferenciado em áreas manejadas. Espécies comerciais tiveram crescimento de 1,3 m³/ano, demonstrando a sustentabilidade ecológica da atividade. Este crescimento indica um superávit sobre as áreas sem manejo (0,75 m³/ha/ano). É essa a meta principal do manejo de povoamentos multianuais que caracterizam a floresta tropical, e estas informações possibilitam a escolha de ciclos de corte compatíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAYA, H.; HECTOR, J.; CHRISTIANSEN, P. **Aprovechamiento forestal: análisis de apeo y transporte.** San José, Costa Rica: IICA, 1986. 246p. (Serie de Libros y Materiales Educativos, 76).
- BRAZ, E.M. **Otimização da rede de estradas secundárias em projetos de manejo sustentável de floresta tropical.** Rio Branco: EMBRAPA-CPAF/AC, 1997b. 38p. (EMBRAPA-CPAF/AC. Circular Técnica, 15). No prelo.
- BRAZ, E.M. **Planejamento operacional da produção em floresta tropical.** Rio Branco: EMBRAPA-CPAF/AC, 1997a. 14p. (EMBRAPA-CPAF/AC. Documentos, 25).
- BRAZ, E.M.; OLIVEIRA, M.V.N. d'. Arraste em floresta tropical: análise para a identificação dos parâmetros ideais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 2., 1995, Salvador, BA. **Anais...** Viçosa: SIF, 1995. p.222-237.
- CATERPILLAR TRACTOR COMPANY (Peoria, Illinois, USA). **Caterpillar performance handbook.** 21.ed. Peoria, 1990. 1v.
- CENTRE TECHNIQUE FORRESTIER TROPICAL (Paris, França). **Memento du forestier: techniques rurales en Afrique.** Paris, 1990. 1266p.
- CHIEW, K.Y.; GARCIA, A. Growth and yield studies in the Yayasan Sabah forest concession area. In: SEMINAR ON GROWTH AND YIELD IN TROPICAL MIXED/MOIST FOREST, 1989, Kuala Lumpur, Malaysia. **Proceedings...** Kuala Lumpur: Forest Research Institute, 1989. p.192-205.

CONWAY, S. **Logging practices**: principles of timber harvesting systems. San Francisco, USA: Miller Freeman, 1982. 432p.

DYKSTRA, D.P.; HEINRICH, R. **Código modelo de practicas de aprovechamiento forestal de la FAO**. Roma: FAO, 1996. 85p.

FAO (Roma, Itália). **Chainsaws in tropical forests**. Genebra: OIT, 1980. 96p. (FAO. Training Series, 2).

FAO (Roma, Itália). **Logging and log transport in tropical high forest**. Rome, 1974. 90p. (FAO. Forestry Series, 5; FAO. Development Paper, 18).

FUNTAC (Rio Branco, AC). **Plano de manejo de uso múltiplo da Floresta Estadual do Antimari**. Rio Branco, 1995. 1v. Projeto 94/90 Rev. 3(1), Desenvolvimento Intergado da Amazônia Ocidental Baseado nos Recursos Florestais: Fase II – Tecnologias para a Utilização Sustentável das Matérias-Primas Florestais.

HENDRISON, J. **Controlled logging in managed tropical rain forests in Suriname**. Wageningen, The Netherlands: Agricultural University, 1989. 204p.

HIGUCHI, N.; RIBEIRO, R.J.; SANTOS, J.; MINETTE, L.; VIEIRA, G. **Crescimento e incremento de uma floresta Amazonica de terra-firme manejada experimentalmente**. (S.l.: s.n.), 1995. Unpublished.

KING, K.F.S. The failure of tropical forestry management. In: SEMINAR ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TROPICAL FORESTS, 1990, Depansar, Indonésia. **Anais...** Yokohama, Japão: Permanent Committee on Reforestation and Forest Management, 1990. p.5-13.

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

OKALA, D.U.U.; OLA-ADAMS, B.A. The population changes in treated rainforest at Omo Forest Reserve, South-Western Nigeria. **Journal of Tropical Ecology**, v.3, p.291-313, 1987.

OLIVEIRA, M.V.N. d'. **Composição florística e potenciais madeireiro e extrativista em uma área de floresta no Estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF/AC, 1994. 42p. (EMBRAPA-CPAF/AC. Boletim de Pesquisa, 9).

OLIVEIRA, M.V.N. d'. **Regeneração natural de uma floresta de várzea explorada por método tradicional, no Paraná-Abufari no Médio Rio Purus**. Manaus: INPA, 1989. 81p. Tese Mestrado.

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 ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 3., 1994, Porto Alegre, RS. **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro: BIOSFERA, 1994. p.42.

POORE, D. **No timber without trees**. sustainability in the tropical forest. London: Earthscan, 1989. 252p.

RAI, S.N. Rate of diameter growth of tree species in humid tropics of Western Ghats, India. In: SEMINAR ON GROWTH AND YIELD IN TROPICAL MIXED/MOIST FOREST, 1989, Kuala Lumpur, Malaysia. **Proceedings...** Kuala Lumpur: Forest Research Institute, 1989. p.106-116.

SHEIL, D.; BURSLEM, D.F.R.P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, v.83, p.331-333, 1995.

SILVA, J.N.M. A experiência do manejo sob rendimento sustentado em florestas tropicais úmidas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba, PR. **Anais...** São Paulo: SBS / SBEF, 1993. v.3, p.202-206.

- SILVA, J.N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. Oxford: University of Oxford, 1989. 302p. Tese Doutorado.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P.; LOPES, J. do C.A. Growth of a logged-over tropical rain forest of the Brazilian Amazon. In: SEMINAR ON GROWTH AND YIELD IN TROPICAL MIXED/MOIST FOREST, 1989, Kuala Lumpur, Malaysia. **Proceedings...** Kuala Lumpur: Forest Research Institute, 1989. p.117-136.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P.; LOPES, J. do C.A.; OLIVEIRA, R.P.; OLIVEIRA, L.C. Growth and yield studies in the Tapajos region, Central Brazilian Amazon. **Commonwealth Forestry Review**, v.75, n.4, p.325-329, 1996.
- SUDAM (Belém, PA). **Estudo da viabilidade técnico-econômica da viabilidade da exploração mecanizada em floresta de terra firme na região de Curuá-Una**. Belém, 1978.132p.
- SWAINE, M.D.; WITHIMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in Tropical rain forests. **Vegetatio**, v.75, p.81-86, 1988.
- UHL, C.; VIEIRA, I.C.G. Extração seletiva de madeiras: impactos ecológicos em Paragominas. **Pará Desenvolvimento**, n.23, p.46-52, 1988.
- VANCLAY, J.K. Aggregating tree species to develop diameter increment equation for tropical rainforests. **Forest Ecology and Management**, v.42, p.143-168, 1990.
- WHITMORE, T.C. Advances in sustainable management of natural tropical forest and in plantation of native species. In: SYMPOSIUM ON HARVESTING AND SILVICULTURE FOR SUSTAINABLE FORESTRY IN THE TROPICS, 1992, Kuala Lumpur, Malaysia. **Proceedings...** Kuala Lumpur: Forest Research Institute, 1992. p.1-14.