



**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA**  
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - MAPA  
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - CPATU  
Belém, PA

**NOÇÕES DE EXPLORAÇÃO  
MECANIZADA PARA  
FLORESTA DE TERRA FIRME  
- CASO CURUÁ-UNA**

Belém, PA  
1992

ISSN 0101-2835



**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA**  
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - MARA  
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental - CPATU  
Belém, PA

**NOÇÕES DE EXPLORAÇÃO  
MECANIZADA PARA  
FLORESTA DE TERRA FIRME  
- CASO CURUÁ-UNA**

**Permínio Pascoal Costa Filho  
José Maria Lima**

**Belém, PA  
1992**

EMBRAPA-CPATU. Documentos, 64

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à  
EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n  
Telefones: (091) 226-6612, 226-6622  
Telex: (091) 1210  
Fax: (091) 226-9845  
Caixa Postal, 48  
66240 - Belém, PA

Tiragem: 500 exemplares

### Comitê de Publicações

Antônio Agostinho Müller  
Célia Maria Lopes Pereira  
Emanuel Adilson de Souza Serrão  
Emmanuel de Souza Cruz  
Francisco José Câmara Figueirêdo - Presidente  
Hércules Martins e Silva - Vice-Presidente  
José Furlan Júnior  
Maria de Nazaré Magalhães dos Santos  
Miguel Simão Neto  
Noemi Vianna Martins Leão  
Ruth de Fátima Rendeiro Palheta

### Revisores Técnicos

Francisco Guerra - SUDAM  
José Roberto Malinowski - UFPA  
Paulo Contente - FCAP

### Expediente

Coordenação Editorial: Francisco José Câmara Figueirêdo  
Normalização: Célia Maria Lopes Pereira  
Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos  
Composição: Francisco de Assis Sampaio de Freitas

COSTA FILHO, P.P.; LIMA, J.M. Noções de exploração mecanizada para floresta de terra firme - caso Curuá-Una. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1992. 20p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 64).

1. Floresta - Exploração - Brasil - Pará - Santarém - Curuá-Una. 2. Floresta - Mecanização - Brasil - Pará - Santarém - Curuá-Una. I. Lima, J.M. colab. II. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). III. Título. IV. Série.

CDD: 634.95098115

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	5
ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS OPERAÇÕES FLORESTAIS.....	6
Infra-estrutura: máquinas, equipamentos, estradas e pátios.....	7
CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS, PICADAS DE ARRASTE E PATIOS DE ESTOCAGEM.....	7
Estrada principal permanente.....	9
Estradas secundárias.....	9
Estradas temporárias.....	9
Picadas de arraste.....	10
Pátios de estocagem.....	13
OPERAÇÕES FLORESTAIS.....	14
Derruba.....	14
Traçamento.....	14
Extração.....	15
Carregamento e descarregamento.....	16
Transporte.....	17
Transporte rodoviário.....	17
Transporte fluvial.....	17
ESTRUTURA PARA EXECUÇÃO DA EXPLORAÇÃO...	18
Pessoal.....	18
Equipamentos.....	18
Manutenção.....	19
CUSTO.....	19
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	20

# NOÇÕES DE EXPLORAÇÃO MECANIZADA PARA FLORESTA DE TERRA FIRME - CASO CURUA-UNA<sup>1</sup>

Perminio Pascoal Costa Filho<sup>2</sup>  
José Maria Lima<sup>3</sup>

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o governo brasileiro tem envidado esforços para aumentar a capacidade produtiva da floresta amazônica, para que esta região tenha o mesmo ritmo de desenvolvimento social e econômico (com franca efetividade) das demais regiões do país.

Dentre os grandes problemas do setor florestal da Amazônia, destacam-se, de modo especial, aqueles referentes à "racionalização das atividades de exploração florestal", como por exemplo o rendimento sustentado de matéria-prima às indústrias nacionais e internacionais, através da administração bem conduzida da floresta (manejo florestal), a fim de garantir o fornecimento contínuo de madeira, além de aumento da produtividade. Este é um tema de grande importância regional que envolve problemas técnicos, econômicos e sociais que poderão, isoladamente, determinar os fatores limitantes ao desenvolvimento da região,

---

<sup>1</sup>Trabalho realizado no âmbito do Projeto "Plano de manejo sustentado para floresta do planalto da Estação Experimental de Curuá-Una" - Convênio SUDAM/FCAP.

<sup>2</sup>Eng. Ftal. EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48. CEP 66001. Belém, PA.

<sup>3</sup>Eng. Ftal. M.Sc. FCAP. Departamento de Ciências Florestais. Caixa Postal 917. CEP 66001. Belém, PA.

comprometendo conseqüentemente qualquer investimento industrial.

A exploração florestal na Amazônia ainda é puramente extrativista, onde o esforço humano é altamente solicitado limitando, assim, a produção contínua e segura às exigências do desenvolvimento industrial.

É imperativo que haja uma transformação radical e prática nos métodos rudimentares empregados na exploração, com a utilização de metodologia moderna e racional, baseada principalmente no alto nível de mecanização das diversas operações.

Em virtude desta problemática, procura-se através deste trabalho, dar algumas diretrizes sobre o plano de exploração florestal tomando como exemplo o caso de Curuá-Una, onde em área de 1.000ha foi realizado o inventário com o mapeamento florístico e depois dividida em dez blocos de 100ha.

Objetiva-se fornecer subsídios técnicos sobre metodologias de exploração mecanizada em mata de terra-firme, a fim de assegurar a racionalidade da atividade exploratória e o abastecimento contínuo de matéria-prima às indústrias madeireiras.

## ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS OPERAÇÕES FLORESTAIS

Este plano fundamenta-se em experiências de pesquisas realizadas na região, cujos resultados demonstraram a viabilidade técnico-econômica da exploração mecanizada. Para tal, foram consideradas as informações contidas no inventário florestal de uma área de 1.000ha, a qual apresentou o volume médio explorável de  $83.087\text{m}^3$ , proporcionais à intensidade de  $83,037\text{m}^3/\text{ha}$ , com média de 22 árvores/hectare, referentes a 123 espécies (Barros et al. 1990).

## **Infra-estrutura: máquinas e equipamentos, estradas e pátios**

O investimento inicial feito em maquinaria é normalmente elevado, havendo necessidade de se planificar e organizar atentamente as operações de exploração florestal, para evitar alto custo operacional.

Os equipamentos empregados são dimensionados de acordo com o tamanho das toras e do volume de matéria-prima necessária ao abastecimento da indústria, evitando assim, a superestimação dos mesmos, o que provocaria o mal uso destes em função da produção e custos maiores da atividade. Assim sendo, a produção elevada de matéria-prima determina, como consequência, a construção de grandes pátios de estocagem. O longo período de estocagem em local de ambiente natural (pátios na floresta ou pátios à beira dos rios), sem o acondicionamento adequado das toras, provoca grande perda de qualidade e volume, ocasionado pelo aparecimento de fendas, ataque de fungos e insetos etc., resultando no aumento do custo por metro cúbico do produto final (Costa Filho & Yared 1978).

### **CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS, PICADAS DE ARRASTE E PATIOS DE ESTOCAGEM**

As estradas são bastante onerosas para o custo final da exploração. Portanto, devem ser bem planificadas, não só para reduzir os custos de exploração, como também para diminuir a percentagem de áreas abertas. Esta observação aplica-se também aos pátios de estocagem e picadas de arraste. Com relação à densidade de estradas, ela está em função da distância de arraste. Normalmente calcula-se a partir da fórmula:  $D = e/d$ , onde  $D$  = densidade de estradas florestais em m/ha;  $e$  = coeficiente de dificuldade da estrada (varia de 5 a 9); e  $d$  = distância média de arraste em m ou em km.

Neste plano foi utilizada a seguinte rede de estradas (Fig. 1):

## BLOCO I

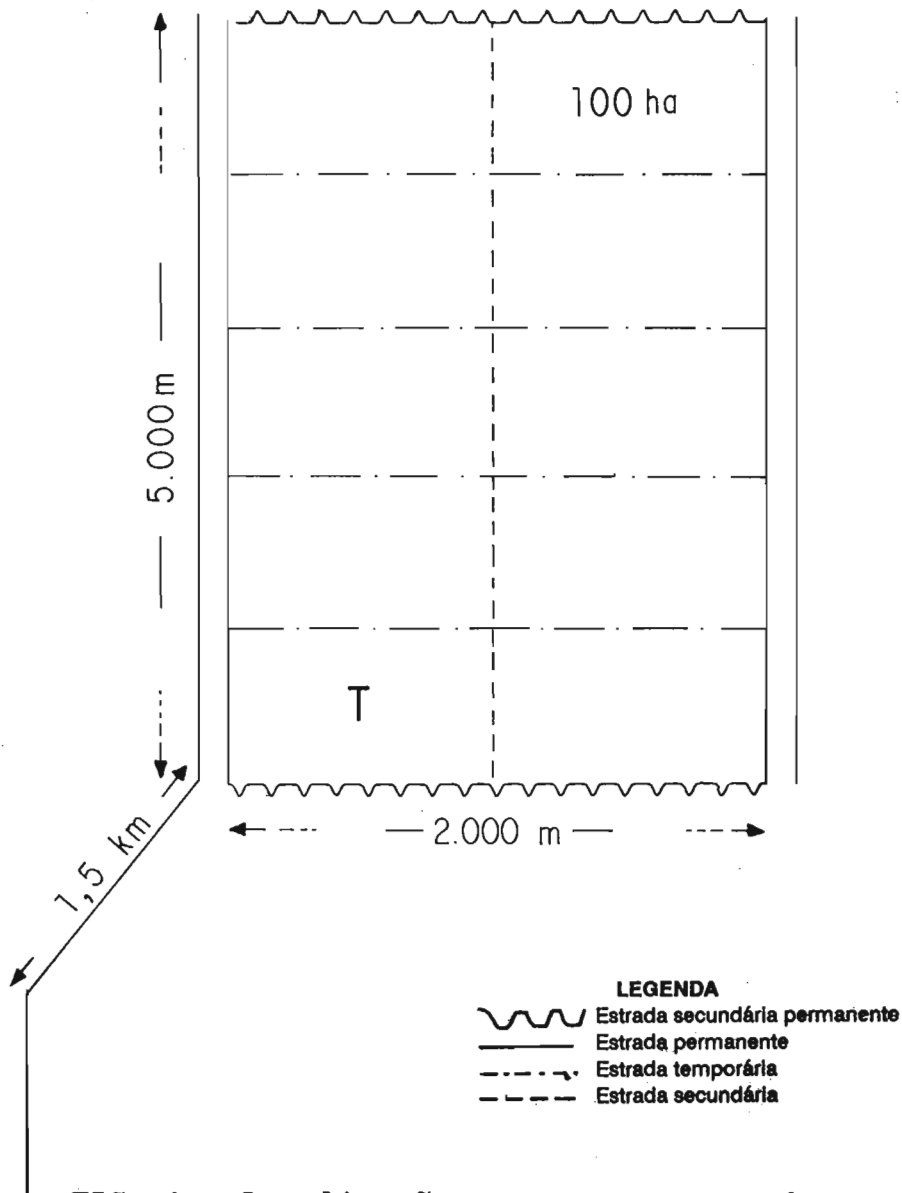


FIG. 1 - Localização da rede de estradas.



## **Estrada principal permanente**

A estrada principal é considerada a espinha dorsal da rede de estradas. Dela partem normalmente as estradas secundárias, tornando possível o acesso à toda área florestal. Deve ter capacidade de suportar o transporte durante todo o ano. Também podem auxiliar as outras atividades a serem desenvolvidas na área explorada.

A estrada principal permanente deve ter as seguintes características: largura de 6,0 a 8,0m, compactada com piçarra (pista de rolamento); inclinação de 8%; custo estimado/m de US\$ 6.00 a US\$ 10.00; faixa de insolação 6,0m de cada lado e sistema de drenagem de 1,0m de cada lado.

## **Estradas secundárias**

As estradas secundárias são as de ligação entre a estrada principal. Normalmente durante a época de elevada pluviosidade não são trafegáveis, geralmente são usadas durante o curto período de quatro meses, aproximadamente.

As características das estradas secundárias são: largura média de 3,5 a 5,0m; compactadas sem material laterítico e feitos pequenos drenos; custo estimado/m de um a 5.00 US\$; faixa de insolação de 3,0m de cada lado e sistema de drenagem de 0,5m de cada lado.

## **Estradas temporárias**

As estradas temporárias dão acesso às picadas, diminuindo a distância média de araste. Normalmente são usadas durante o verão por um período de até dois meses e meio. Essas estradas têm normalmente a largura de 3,0 a 4,0m, não são compactadas e apenas abauladas.

## Picadas de arraste

As picadas de arraste São vias de escoamento usadas apenas pelo trator florestal para o transporte das árvores abatidas (fuste) até o pátio de estocagem. A construção destas picadas deve ser feita de tal forma que se tenha a distância média de arraste de 350 a 400m até o pátio de estocagem. Assim sendo, sugere-se que o intervalo entre estas picadas seja de aproximadamente 50m.

Para possibilitar o perfeito escoamento da matéria-prima a ser explorada na primeira área - Bloco 1 - (Fig. 1), além dos 12km de estradas que dão acesso à área, torna-se necessário construir 28,5km, dos quais 11,5km são de estrada principal permanente, 4km de estrada secundária e 13km de estrada temporária. Para o talhão (Fig. 2) são necessários apenas 2,5km de estrada principal permanente, 1km de estrada secundária e 2km de estrada temporária. Essas estradas devem ser localizadas em torno do talhão a ser explorado, observando as características de construção mencionadas anteriormente.

Com relação às picadas de arraste, recomenda-se que sejam abertas obedecendo a orientação de derrubada das árvores e mantendo-se um intervalo de aproximadamente 50m entre elas (Figs. 2 e 3).

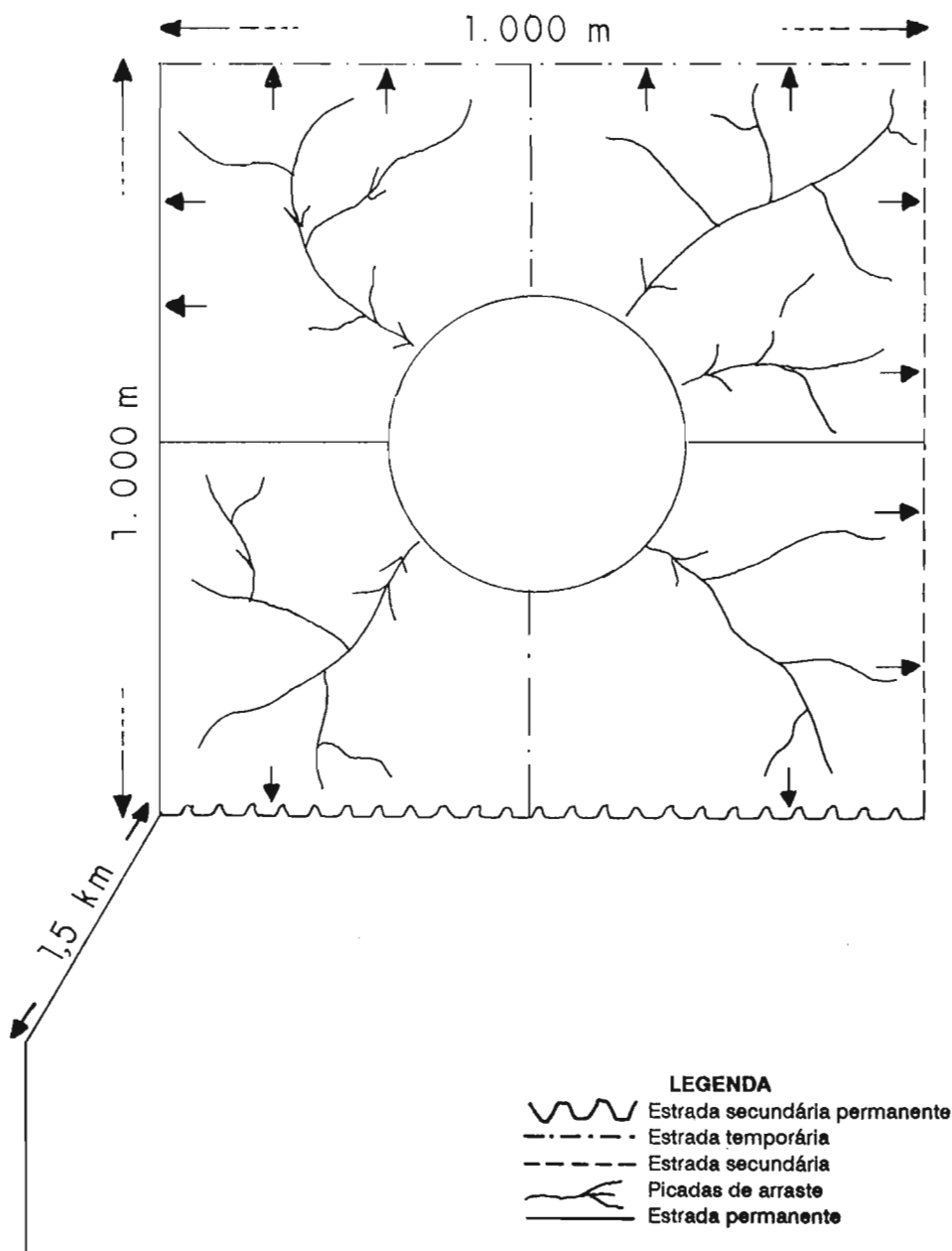


FIG. 2 - Localização do pátio e rede de picadas de arraste principais/secundárias.

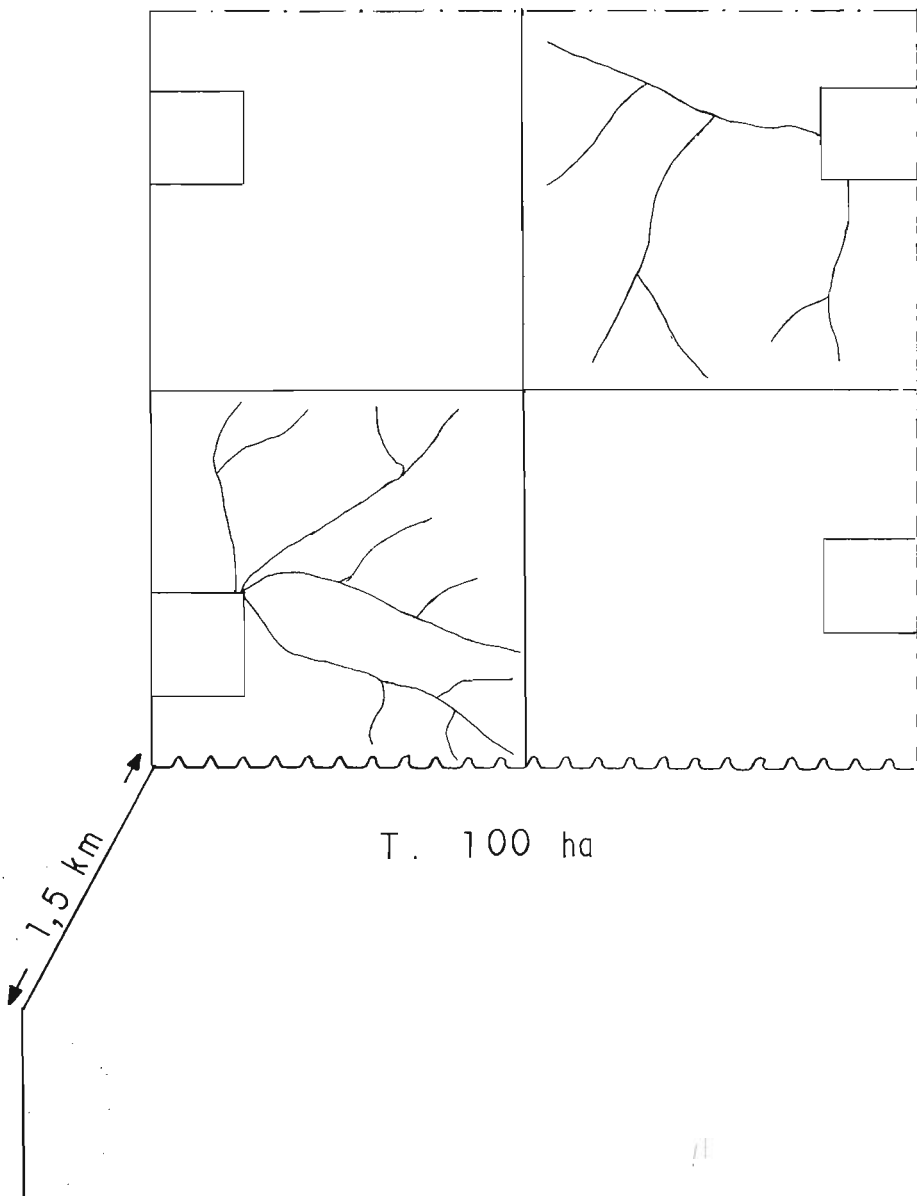


FIG. 3 - Localização dos pátios de rede de picadas de arraste.

## Pátios de estocagem

A quantidade de pátios de estocagem deve estar relacionada com a da capacidade de arraste do trator florestal e do volume de madeira a ser explorado. Neste caso específico para o talhão (Fig. 2), de 100ha, sugere-se que sejam construídos quatro pátios de 50m x 50m, considerando-se que a exploração terá um período de aproximadamente 90 dias de duração. Caso os trabalhos sejam desenvolvidos durante a época de altos índices de pluviosidade sugere-se a construção de seis pátios de 40m x 40m.

Os pátios além de diminuir a distância de arraste, permitem que seja feita boa seleção e preparação de árvores a serem transportadas por via rodoviária. Logo esses pátios devem ser bem feitos para permitir o fluxo de madeira mais rápido, principalmente tratando-se de exploração industrial.

Os pátios existentes nos talhões devem ter capacidade para estocar um volume de 2.000m<sup>3</sup> de toras.

A escolha da localização desses pátios pode ser feita em função da densidade e ocorrência das árvores nos talhões, ou seja, eles podem situar-se na bordadura das estradas de escoamento (estradas permanente e temporárias), de maneira a assegurar o fluxo de transporte de madeira mesmo em época de elevada queda pluviométrica. Os pátios também podem ser localizados dentro da área, interligados por estradas temporárias, e, conseqüentemente, ligados à estrutura principal permanente. Considerando o volume a ser explorado, cada talhão de 100ha deve compreender no máximo 2ha de pátios na mata, o que corresponde a 2% de áreas abertas por talhão (Costa Filho, 1991). Os pátios devem ser bem planejados para evitar aberturas inúteis que prejudicarão as ações de manejo da área após exploração.

## OPERAÇÕES FLORESTAIS

### Derrubada

Considerada como o início do processo industrial por determinar tanto a quantidade quanto a qualidade da madeira a ser aproveitada, a derrubada é uma operação muito importante sobretudo quando tratar-se de exploração planejada cujo objetivo seja o rendimento auto-sustentado. Esta operação deve ser orientada de tal forma que facilite a operação subsequente (extração) e cause o menor dano possível à vegetação remanescente.

As árvores são abatidas segundo sua inclinação e, quando possível, devem ser derrubadas em função das picadas de arraste, ou seja, fazendo ângulo de 45° da base dos fustes com essas picadas. O corte das árvores deve ser feito próximo à raiz, com no máximo 70cm acima do solo. Quando se tratar de árvore com sapopema ou contraforte, o corte deverá ser efetuado a 1m acima deste.

No caso específico de árvores com sapopema, a derrubada deve funcionar também como uma ação seletiva das árvores que possivelmente estejam ocas, as quais no momento em que o operador começar a derrubada e perceber esse defeito, não devem ser eliminadas e sim aneladas com motosserra. São consideradas não aproveitáveis, quando o defeito (oco) atingir 30% do fuste, ou seja, quando não for possível aproveitar ao menos duas toras de 3,5m, economicamente viáveis, à exceção de espécies como mogno, freijó etc.

### Traçamento

O traçamento como as outras operações deve ser bem planejado, de tal modo que se tenha o maior aproveitamento da árvore. O traçamento deve ser feito em duas etapas: uma na mata e outra no pátio de estocagem. Na mata traça-se o fuste apenas na primeira bifur-

cação, arrastando-o inteiro, mesmo que tenha alguma tortuosidade, para o traçamento seletivo que é feito no pátio. Com isso reduz-se o volume de resíduos a ser deixado na floresta, como também se pode fazer o melhor aproveitamento do fuste, efetuar o melhor controle de qualidade e realizar as outras operações necessárias na floresta após a exploração.

## Extração

Para a operação de extração dos fustes, recomenda-se o uso de trator florestal de rodas, marca Skidder, de 130 HP, de fabricação nacional. Segundo pesquisas realizadas na região (Costa Filho & Costa 1980, 1983), este equipamento tem apresentado grande mobilidade no terreno e capacidade produtiva excelente, mercê de suas características.

O Skidder é uma máquina relativamente rápida, com grande capacidade de carga, mas para que possa ser aproveitada adequadamente é necessário preparar, com antecedência, boas picadas de arraste e bons pátios de estocagem (SUDAM et al. 1978). O êxito da operação de extração ou arraste dependerá, evidentemente, da orientação da derrubada. Quanto melhor conduzida a derrubada, melhor será a produtividade no arraste. Essa máquina tem capacidade de arraste de sete toneladas por viagem, o que é suficiente para o trabalho. Geralmente é adaptada com um guincho, onde deve-se usar um cabo principal com alma de aço, com comprimento de 25 a 30m, e diâmetro de 7/8".

De acordo com o volume, o Skidder tem capacidade de arrastar até três fustes por viagem. Para isso é necessária a fabricação de estropos, que são peças de cabo de aço de 3/4" de diâmetro, com alma de aço e de comprimento variável entre 3,5 a 5m e servem para enlaçar os fustes que serão ligados diretamente ao cabo principal do Skidder.

A produção média de extração do trator florestal é de 70m<sup>3</sup>/dia, considerando seis horas efetivas de trabalho, no período de redu-

zidos índices pluviométricos, a uma distância média de 400m, sofrendo uma redução de 30 a 40% no período de alta pluviosidade.

Essa distância de arraste é economicamente viável até 1.000m em terrenos fáceis e médios, como é o caso da exploração em Curuá-Una, porém há uma perda em produção diária de aproximadamente 20%.

## **Carregamento e descarregamento**

As operações de carregamento e descarregamento são também muito importantes, principalmente quando necessita-se ter um fluxo contínuo no transporte madeireiro, considerando a produção de madeira por dia. Existem vários métodos e equipamentos a serem utilizados, sendo que, em função dos objetivos da exploração e volume total a transportar, deve-se usar o método mais adequado para cada situação.

A eficiência do carregamento tem muita influência na produtividade e custo de transporte (SUDAM et al. 1978).

Entre os métodos mais usuais de carregamento e descarregamento utilizados nesta operação, é recomendado o uso de carregadeira frontal articulada, com capacidade de 12t. É um equipamento caro, mas de grande rapidez no carregamento. Para o funcionamento desse método é necessário que os pátios de estocagem estejam em boas condições.

Outro método que pode ser recomendado é o de rampas de embarque na mata, sendo que estas podem ser feitas com troncos de árvore ou simplesmente fazendo no solo uma rampa com o uso de uma lâmina de trator, que pode ser de esteiras ou de rodas, ou com um guincho estacionário com cabos, para carregar as toras no caminhão.

A eficiência, principalmente do carregamento, tem muita influência na produtividade e custo de transporte.



## Transporte

A operação de transporte deve ser planejada em função do volume produzido na mata e estocado nos pátios. No caso de Curuá-Una, têm-se dois tipos de transporte: um rodoviário, com distância máxima de aproximadamente 20km até o pátio à baira-rio, e outro fluvial, com distância de aproximadamente 120km até o pátio da indústria. Logo, para manter o fluxo contínuo de matéria-prima oriunda da área de exploração, é necessário o uso de equipamentos de transporte compatíveis com a situação em questão, e que tenham as seguintes características:

### Transporte rodoviário

No transporte rodoviário pode ser utilizado caminhão com semi-reboque, com capacidade de 25 a 30t por viagem, de tal forma que no pátio à baira-rio mantenha-se um estoque de madeira de, aproximadamente, 250 m<sup>3</sup>/dia, ou com caminhões trucados de menor porte sem semi-reboque e com capacidade de 15 a 20t por viagem. O número de caminhões deverá ser maior para atingir a mesma produção diária anteriormente citada.

### Transporte fluvial

No caso do transporte fluvial, este deve estar perfeitamente associado ao transporte rodoviário. Assim sendo, é necessário que se tenha um rebocador e, no mínimo, duas balsas com capacidade para 200t cada, a fim de que permaneça sempre uma no pátio à baira-rio carregando, garantindo assim o fluxo de escoamento, segundo a distância de transporte. Isto significa que a cada dois dias estará chegando uma balsa carregada no seu destino final. O ideal seria dispor de duas balsas e dois rebocadores, porquê tornaria o fluxo de escoamento mais estável, garantindo o escoamento, uma vez que no caso de avaria de um rebocador sempre

estaria o outro em funcionamento e todo dia chegaria na indústria um carregamento de 200t.

## **ESTRUTURA PARA EXECUÇÃO DA EXPLORAÇÃO**

### **Pessoal**

Na exploração florestal deste nível, é necessária uma equipe altamente capacitada para a execução das operações, as quais devem ser bem planejadas e organizadas, em função, principalmente, do tamanho da área e do volume a ser extraído.

Outros aspectos devem ser considerados no dimensionamento do grupo de trabalho, tais como as atividades de derrubada, traçamento, arraste, carregamento e descarregamento, transporte, e também em função da produção de matéria-prima que se pretende atingir. A equipe deve ser composta por engenheiros florestais, técnicos de nível médio, mecânicos, operadores e braçais. No caso de Curuá-Una, os membros componentes foram os seguintes profissionais: dois engenheiros florestais, dois motosserristas, um operador de Skidder, um operador de pá carregadeira, um operador de motoniveladora, um operador de vibrocompactador, três motoristas de caminhão, um técnico agrícola e doze braçais. Entretanto, devido a localização geográfica da região a ser explorada, deve-se manter na zona uma equipe de primeiros socorros composta de um enfermeiro e um meio de transporte rápido.

### **Equipamentos**

Os equipamentos devem ser bem dimensionados para cada operação em função da produção de matéria-prima que se pretende atingir. É muito importante este cuidado a fim de se evitar superdimensionamento de maquinário, que significa maior investimento e alto custo final de produção.

## **Manutenção**

Em se tratando de exploração florestal totalmente mecanizada, a manutenção é uma atividade de suma importância para que se tenha bom desenvolvimento nas operações florestais, ou seja, para que essas operações se realizem sem interrupções longas. Qualquer paralisação no maquinário causa graves distúrbios e aumento dos custos.

## **CUSTO**

Para o cálculo dos custos das operações florestais, deve-se determinar o valor por unidade de tempo das máquinas, mão-de-obra utilizada nas operações e a produção durante a mesma unidade de tempo (Costa Filho 1985). O somatório de todos esses valores dá o custo final da atividade de exploração.

Os parâmetros que se deve considerar para realizar os cálculos de custos são: a) custos fixos - depreciação, juros, seguros, manutenção que corresponde a 40% da depreciação anual do maquinário (peças de reposição e acessórios); b) custos variáveis - reparos a por cada 100 horas trabalhadas das máquina pesada (3% da depreciação anual) e motosserra (6% da depreciação anual), combustíveis (1,5 fator de correção), lubrificantes (1,5 fator de correção) e acessórios; c) mão-de-obra e d) administração e imprevistos

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Todas as recomendações citadas devem ser aplicadas em função da necessidade e objetivos da exploração a ser realizada. A exploração totalmente mecanizada é onerosa, e requer alto investimento inicial. Entretanto, os custos são depreciáveis no máximo em quatro anos para os equipamentos pesados, recuperando-se, assim, o investimento em período

mais curto, de onde se deduz que a planificação e organização das operações são de importância fundamental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BARROS, P.L.C.; COSTA FILHO, P.P.; QUEIROZ, W.T; JANKAUSKIS, J. **Plano de manejo florestal para a área do planalto de Curuá-Una.** Belém: SUDAM/FCAP, 1990. 10v.
- COSTA FILHO, P.P. **Considerações sobre o estudo de tempo e produção para a exploração florestal.** Moçambique: FAO, 1985. 28p.
- COSTA FILHO, P.P. **Mechanized logging and the damages caused to tropical forests case of the brazilian amazon.** As (Norway): IUFRO, 1991. no prelo.
- COSTA FILHO, P.P.; COSTA, H.B. da. **Exploração mecanizada na floresta tropical úmida sem babaçu.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 38p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 9).
- COSTA FILHO, P.P.; COSTA, H.B. da. **Segurança operacional de exploração florestal mecanizada.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1983. 20p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 42).
- COSTA FILHO, P.P.; YARED, J.A.G. **Études de l'exploitation mecanisée et du transport en forets de terre ferme en amazonie brésilienne.** In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 8, 1978, Jakarta, Indonesia. **Proceedings.** Jakarta: INFRO, 1978.
- SUDAM; IBDF; PRODEPEF. **Estudo de viabilidade técnico-econômica da exploração mecanizada em floresta de terra firme na região de Curuá-Una.** Belém: SUDAM, 1978. 133p.

