

Foto: Fábio Thaines



Planejamento da exploração em uma unidade de produção de floresta tropical no Estado do Amazonas

Evaldo Muñoz Braz¹
Fábio Thaines²

O planejamento da exploração florestal é peça fundamental no manejo das florestas tropicais. O bom planejamento, além de reduzir os custos de exploração, pode reduzir o dano à floresta remanescente, garantindo novas extrações econômicas no futuro (DYKSTRA; HEINRICH, 1995).

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

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

Além das técnicas conhecidas relativas ao abate e toragem, técnicas relativas à extração também têm importância na redução de danos ao compartimento e na otimização destas atividades, principalmente técnicas relativas ao planejamento da rede de estradas em compatibilização, a rede de arraste e pessoal e equipamento necessário.

Este comunicado objetiva demonstrar a importância do planejamento adequado, com ênfase na rede de estradas florestais e dimensionamento de equipamentos e equipes adequados para exploração do compartimento de 547 ha com 16 m³ ha⁻¹ de madeira explorável, em empresa na Região Amazônica.

Planejamento ótimo da rede de estradas

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

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

¹Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, evaldo@cnpf.embrapa.br

²Engenheiro Florestal, Tecnologia e Manejo Florestal (Tecman), fabio.tecman@gmail.com

Nem sempre a redução de custos passa apenas pela diminuição de construção de estradas, aumentando a distância de arraste (Figura 1). A curva superior, na figura, mostra o custo total que é mínimo somente na estreita faixa central. A partir daí, mesmo diminuindo o custo em construção de estradas, o custo de arraste torna-se tão alto que influencia muito nos custos totais, tornando muito onerosa a operação (BRAZ, 2005).

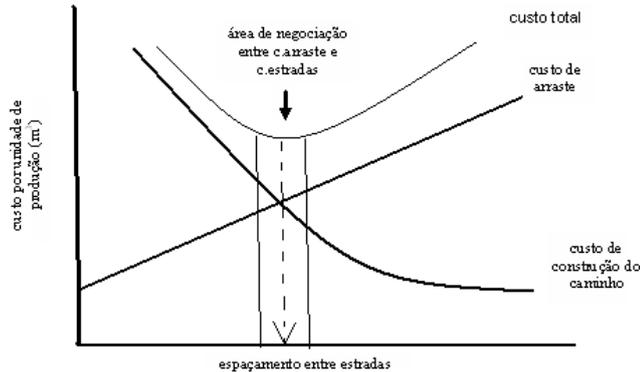


Figura 1. Ponto ótimo entre estradas e arraste.

Fonte: Adaptado de Heinrich (1973).

Conceitualmente, densidade de estradas é a relação entre o comprimento total de estradas a ser construída e a área total a ser abastecida pela rede.

A densidade ótima de estradas pode ser calculada por Sudam (1978) (adaptado):

$$DOE = 50 \sqrt{C \cdot q / R}$$

Sendo:

$$C = c \cdot t \cdot 1.000 L^{-1};$$

$$C = \text{custo de extração em R\$ por m}^3 \text{ km}^{-1};$$

$$c = \text{custo da operação de arraste em R\$ min}^{-1};$$

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

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

$$q = \text{volume de madeira a ser explorado em m}^3 \text{ ha}^{-1};$$

$$R = \text{custo de construção da estrada em R\$ km}^{-1}.$$

De acordo com a topografia, pode ser admitido uma variação de 20% do calculado. A ideia principal do cálculo é identificar o ponto ótimo como parâmetro.

A densidade ótima de estradas (DOE) secundárias calculada foi de 18,49 m ha⁻¹ (Tabela 1). A densidade obtida em campo foi de 21 m ha⁻¹. A densidade real é de apenas 13,5% menor que a densidade ideal. Isso está dentro dos 20% de variação que pode ocorrer devido à topografia e aos acidentes do terreno. O planejamento buscou, portanto, o ponto ótimo que equilibra custos de estradas secundárias e custos de arraste. Deve-se salientar que muitas densidades não planejadas para condições semelhantes podem estar bem acima deste valor, ocasionando maiores custos e danos à floresta. Quando calculadas, darão informações de parâmetros aos engenheiros e técnicos planejadores.

Tabela 1. Densidade ótima de estradas calculadas e seus índices, área de 547 ha.

Variáveis	Indicadores
Densidade ótima de estradas calculada (DOE) (m ha ⁻¹)	18,49
DRE real / ha	21,00
Número de equipes	2
Metros lineares de estrada / hora	100,00
Número de horas trabalhadas / dia	8,00
Relação DOE calculada / DRE (%)	0,88
Total de estradas abertas	10.940,00
Tempo abertura de estrada (h)	54,70
Tempo abertura de estrada (mês)	0,26

DOE - densidade ótima de estradas; DER - densidade real de estradas.

Distribuição ótima dos estaleiros

Teoricamente, a razão 10 mil sobre DOE é igual à distância entre estradas. A Figura 2 mostra as relações entre distância ótima entre caminhos, distância média teórica de arraste e zona de localização dos pátios.

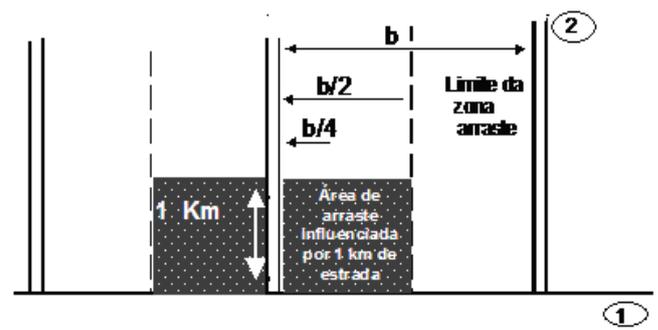


Figura 2. Separação ótima entre estradas.

Sendo:

1 : estrada principal;

2 : estradas secundárias para os quais quer se calcular a distância ótima;

b : distância ótima entre caminhos em metros;

b/2 : redução econômica da distância da estrada;

b/4 : distância média teórica de arraste.

Sendo o DOE calculado de $18,49 \text{ m ha}^{-1}$, a distância entre estradas é de 540 m. Sabe-se que, se colocados idealmente nos vértices dos cruzamentos entre estradas, a distância ideal entre os pátios será igual à distância ótima entre estradas. Assim, mediante esse artifício (simulando que as distâncias entre estradas são regulares), a distribuição ótima deverá cobrir raios para arraste de 270 m. Enfatiza-se que todas as necessidades já mencionadas de relevo, lançamento das estradas de acordo com limites de inclinação do terreno (preferencialmente divisores), topografia, drenagem, potencial madeireiro da área acrescentado desse parâmetro, devem ser consideradas para uma boa localização do pátio. Esse fator relacionado a um posicionamento ótimo é ponto a mais a colaborar na eficiência e, portanto, não deve ser tratado de maneira rígida. Nessas condições, a distância média de arraste calculada será de 135 m (b/4).

De acordo com a distância entre estaleiros calculada, a área de atuação é de 22,89 ha, ou seja, cada pátio de 20 m x 25 m cobriria aproximadamente 23 ha ou o equivalente a 368 m^3 de madeira. O número de pátios necessários de forma otimizada seria de 24 pátios para os 547 ha do compartimento. A área dos 24 pátios é de 12 mil m^2 , que significam 0,22% do compartimento. Sendo assim, ainda existe uma folga de mais de 0,48% (caso precise um melhor arranjo, devido à topografia muito acidentada) sobre o compartimento, pois o Ibama permite 0,75% da área do compartimento em pátios (IBAMA, 2002).

Balanceamento de equipamento e pessoal

De acordo com o definido no plano de manejo florestal e com os sistemas escolhidos, a realização da produção desejada dependerá agora do ajuste

desses fatores com os módulos de trabalho desejados. O processo do balanceamento é o nivelamento, em termos de tempo e custo, de determinada linha de produção, no caso, a exploração florestal, eliminando-se demoras improdutivas e mantendo-se um ritmo de trabalho constante (MACHADO, 1984).

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

A previsão e o cálculo dos equipamentos necessários devem ser os mais exatos possível. Os custos de exploração de florestas naturais são altos e devem ser reduzidos, portanto, sem comprometer a segurança no trabalho, o ambiente e a data de entrega do produto (madeira). O conceito matemático "otimização" deve ser considerado, ou seja, o melhor uso dos recursos disponíveis.

Nesse cálculo, para o adequado balanceamento, a primeira condição é tornar viável as diferentes fases de exploração nos períodos considerados. Esses períodos, distribuídos por grupos de meses, são importantes devido, principalmente, à influência climática que pode haver em sua implementação.

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

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

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

local, estudos de tempo, etc.). O ideal é buscar estudos de tempo e racionalização desenvolvidos por instituições de pesquisa.

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

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

$$R/m^2 = \frac{N \cdot He / A}{V}$$

Sendo:

R = rendimento ou quociente técnico ou padrão;

N = número de fatores de produção envolvidos;

He = horas efetivas de trabalho;

A = área trabalhada em hectare.

A Figura 3 indica o rendimento das atividades de manejo em hectares por dia para o compartimento

considerado (BRAZ, 2010). Esses índices relacionam-se às condições de exploração, podendo variar de acordo com o potencial da floresta, treinamento e equipamento do pessoal de campo, entre outros fatores.

A Tabela 2 mostra a distribuição de pessoal de acordo com as necessidades por atividade e por mês, baseados nos rendimentos obtidos. A coluna Eq/p indica o número de pessoal por equipe, e a coluna P/at indica somatório total de pessoal necessário por atividade. Em cada coluna mensal aparece o somatório de pessoal de acordo com o número de equipes determinadas para aquele mês. A Tabela 2 facilita a visão e planejamento de campo, prevendo em que meses haverá maior necessidade de pessoal ou maior folga, evitando estrangulamentos. Facilitará também a composição dos custos da empresa ao longo do período de atividades.

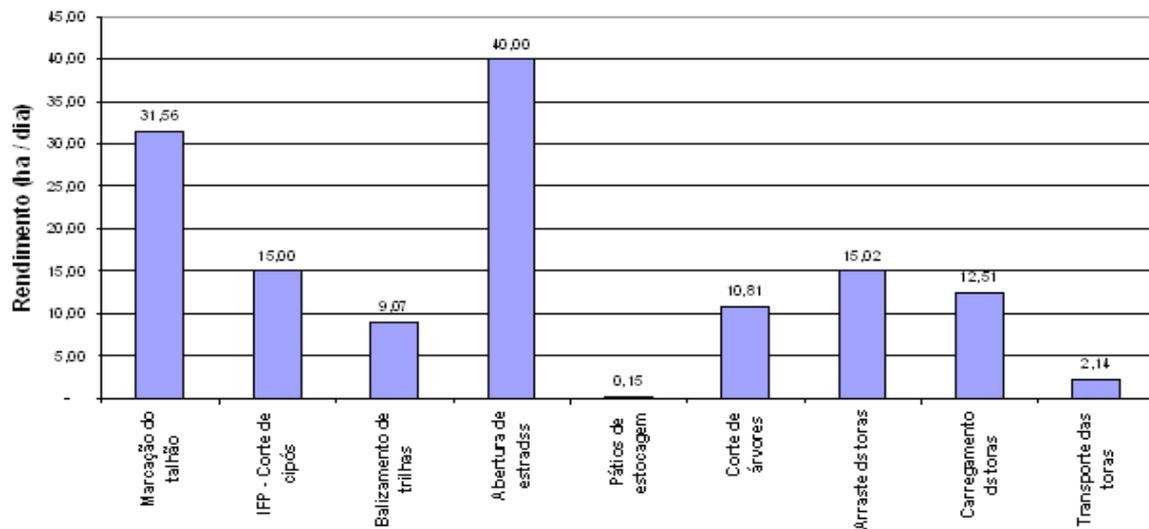


Figura 3. Rendimento das atividades de manejo em hectares por dia.

Tabela 2. Planejamento das necessidades mensais de pessoal e equipament

Atividades/pessoal e equipamentos	Eq/p	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	T/at
Atividade Pré-Exploratória: Ano 0														
Compartimentalização	1eq/5								5	5				10
Inventário 100%/ Mapa logístico	1eq/4									4	4	4		12
Preparo da área (corte cipós)	1eq/2									2	2	2		6
TOTAL de pessoal/ mês por Atividade									5	11	6	6		28
Atividade Exploratória: Ano 1														
Atividades/pessoal e equipamentos	Eq/p	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	P/at
Marcação de árvores p/corte	1eq/2				2	2								4
Estudo do traçado da estrada no terreno	1eq/5						5	5	5					15
Construção de estradas Esteira, motosserra, motoniveladora, carregadora frontal	1eq/8						8	8	8					24
Construção de pátios de estocagem	1eq/4						4	4	4					12
Derrubada e traçamento	1eq/2						3	3	3					9
Arraste Skidder 180hp + 1operador e auxiliar	1eq/2							1	1	1				6
Carregamento Carregadora frontal 85hp	1eq/2								2	2	2	2		8
Controle do sistema	2				2	2	2	2	2	2	2	2		16
TOTAL de pessoal/ mês por Atividade					4	4	22	24	26	6	4	4		94

Eq = equipamento; p = pessoal; T/at = total por atividade.

Fonte: Braz (2010).

Por outro lado, a Tabela 2 é importante para, com base no conhecimento do período mais intenso de chuva, evitar-se trabalhar nessas ocasiões. Nessa tabela, pode-se ver que o tempo disponível para o arraste reduz-se a três meses no ano em condições ideais. Fora desse período, existe risco de interrupção das atividades devido ao clima.

Todas as atividades relacionadas ao plano de manejo, principalmente as ligadas à exploração,

devem partir de estimativas e projeções que facilitem seu planejamento, para que não haja falhas ou estrangulamentos em períodos críticos (período de chuvas por exemplo). A não utilização destes conceitos implica em desperdício na gestão da empresa. Os procedimentos de planejamento devem ser internalizados pelas empresas que trabalham com manejo das florestas tropicais.

Devido aos altos custos das atividades de estradas e arraste, além do cálculo da densidade ótima de estradas para o compartimento e ciclos ótimos de arraste, deve-se determinar principalmente o dimensionamento das demais equipes, evitando gastos e danos ao ambiente, sendo questões fundamentais para a redução de custos da empresa.

Referências

BRAZ, E. M. **Planejamento da exploração em florestas naturais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 32 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 118).

BRAZ, E. M. **Subsídios para o planejamento do manejo de florestas tropicais da Amazônia**. 2010. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DYKSTRA, D. P.; HEINRICH, R. **FAO Model Code of Forest Harvesting Practice**. Rome: FAO, 1995. 85 p.

HEINRICH, R. **Logging operations and forest road constructions in Nigeria**. Rome: FAO, 1973. 22 p.

IBAMA. **Manejo florestal sustentável na Amazônia 2002**. Brasília, DF: 2002. 95 p. Acompanha CD-ROM e mapa. Projeto PNUD BRA 97/044.

MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal**. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1984. 138 p.

SILVA, M. L. da, MIRANDA, G. M. Custos. In: MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2002. p. 216-242.

SUDAM. **Estudo de viabilidade técnico-econômica da exploração mecanizada em floresta de terra firme região de Curuá-Una**. Belém, PA, 1978. 133 p. PNUD/FAO/IBDF/BRA-76/027.

Comunicado Técnico, 250

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
Fone / Fax: (0**) 41 3675-5600
E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2010): conforme demanda

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*
Membros: *Antonio Aparecido Carpanezzi, Cláudia Maria Branco de Freitas Maia, Cristiane Vieira Helm, Dalva Luiz de Queiroz, Elenice Fritzsos, Jorge Ribaski, José Alfredo Sturion, Marilice Cordeiro Garrastazu, Sérgio Gaíad*

Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Revisão de texto: *Mauro Marcelo Berté*
Normalização bibliográfica: *Elizabeth Denise Roskamp Câmara*
Editoração eletrônica: *Mauro Marcelo Berté*