

Nº 5, out/97, p.1-6



PLANEJAMENTO DE ARRASTE MECANIZADO EM FLORESTA TROPICAL

Evaldo Muñoz Braz ¹
Marcus Vinício Neves d'Oliveira ²

INTRODUÇÃO

O arraste mecanizado é a operação mais onerosa da exploração florestal de mata nativa. Apesar deste fato, seu planejamento até o momento tem sido negligenciado, tanto na elaboração como na execução dos planos de manejo e de exploração florestal. Sendo assim, os responsáveis pela exploração florestal executam estas operações sem saber como otimizá-las, para reduzir o custo e o desperdício de material e equipamento (Braz & Oliveira, 1995).

Estas otimizações são possíveis quando se tem uma idéia sobre: a) distância média de arraste a ser percorrida e seu planejamento, identificando planejamento no 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 a separação ótima de estradas.

Este trabalho visa basicamente sugerir uma seqüência metodológica de trabalho para o planejamento adequado do arraste mecanizado, baseado no proposto em Braz & Oliveira (1996), e métodos existentes.

INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA O PLANEJAMENTO DO ARRASTE MECANIZADO

Planejamento do abate

As árvores serão abatidas de maneira a facilitar o arraste. A forma ideal de abate em floresta tropical é o sistema espinha-de-peixe (SUDAM, 1978).

A orientação do abate pode diminuir a distância de arraste e diminuir significativamente o nível de dano na população florestal remanescente. Como recomendações gerais: as árvores devem ser derrubadas em ângulo de 30 a 45° em relação à direção de arraste, permitindo assim que o trator de arraste apanhe o fuste da árvore pela extremidade sem passar pela copa. Convém evitar derrubar a árvore

¹ Eng.-Ftal., B.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 392, CEP 69908-970, Rio Branco, AC.

² Eng.-Ftal., M.Sc., Embrapa Acre.

perpendicular em direção de arraste, pois o fuste e os galhos podem ficar presos em outras árvores, dificultando o mesmo (SUDAM, 1978).

Normas gerais de arraste

O arraste depende de um planejamento adequado das estradas secundárias, picadas de arraste (derivadas do inventário a 100 %) e técnicas apropriadas de abate. Em trabalho realizado por Oliveira & Braz (1995), utilizando a exploração planejada, o dano máximo promovido pela abertura das copas foi de 15% (considerando abate, arraste e estradas), aceitável ao nível de exploração cuidadosa (Poore, 1989).

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

O sistema de arraste será composto das seguintes operações (Hendrison, 1989):

- a) busca das árvores abatidas usando mapa de localização, originado do inventário a 100%;
- 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, serão conectadas ao cabo de aço do guincho.
- d) com a carga completa, o trator de arraste dirige-se para o pátio de estocagem para descarregar as toras e retornar à zona de abate (sempre pelos caminhos mais curtos e balizados para menor dano ao povoamento).
- e) uma nova carga deve estar pronta pelo estropeiro.

Hendrison recomenda também a utilização de guinchos para uma distância máxima de 50 m, considerando um fator importante para a redução de danos no povoamento.

Planejamento das trilhas de arraste

As trilhas de arraste devem ser abertas tendo como base o mapa de exploração com a localização das árvores a serem abatidas. O planejamento das trilhas deve ser feito de maneira a maximizar o arraste com o menor dano à floresta, considerando as características fisiográficas do terreno, tais como relevo, bacia hidrográfica etc.

Planejamento e construção dos estaleiros

A distribuição dos estaleiros deverá ser otimizada, contribuindo para facilitar o arraste e também não exceder o ideal, evitando maior dano ao povoamento. O tamanho do estaleiro também deve ser otimizado (de acordo com o potencial da área). Como base, o seu dimensionamento estará em 25 m x 35 m, com faixas de circulação laterais para entrada e saída do skidder.

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

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

Custo máquina/hora

O custo operacional do trator é composto pelos custos do maquinário, pessoal e de administração. O esquema proposto pela FAO/ECE/KWF é válido tanto para cálculos prévios como intermediários e posteriores do maquinário florestal (Stöhr, 1981), sendo portanto, o recomendado a ser utilizado.

Cálculo da capacidade de carga

Para efeito de simplificação, o cálculo da capacidade de carga sugere o sistema indicado pelo Performance Handbook (Caterpillar, 1990), onde se considera a resistência de rampa (Rrp), resistência ao rolamento (RR) e resistência de arraste (RA).

Resistência de rampa (Rrp)

$$Rrp = (DMS).(10 \text{ kg/t}).(PMA)$$

Onde:

DMS - declividade máxima de subida em %, sendo 10 kg o acréscimo a cada 1% de inclinação;

PMA - Peso médio de arraste = GVW + CMT.

Onde:

GVW: Peso de operação do equipamento considerado;

CMT: Carga média transferida (carga média. 0.5).

Resistência ao rolamento (RR)

$RR = (2\% \text{ GVW}) + (0.6\% \text{ de GVW por cm de penetração do pneu, conforme a característica do terreno}).$

Resistência de arraste (RA)

A resistência de arraste sofre influência do peso da carga, inclinação do terreno e principalmente, se a rampa está em subida ou descida e é dada pela Tabela 1.

Resistência total

É dada por:

$$RT = Rrp + RR + RA$$

Força tratora usável (FTU)

$FTU = GVW . \text{Coeficiente de Tração}.$

O coeficiente de tração varia de acordo com o solo e é dado por tabela (anexa).

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

Cálculo da carga mínima diária com relação aos custos (análise do ponto de equilíbrio)

Neste caso, isola-se a atividade arraste das demais para analisá-la em separado. No cálculo, considera-se o custo de arraste e o retorno médio de acordo com o valor médio obtido com as espécies locais arrastadas até o estaleiro.

Esta análise é feita por duas retas, a do custo e a da renda (Conway, 1982):

$Y_c = a + bx$ (custo) e $Y_r = bx$ (renda).

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, sendo:

$b =$ custo direto por unidade a produzir.

O resultado final (valor de x) nos indicará o ponto de equilíbrio entre receita e custo, informando o mínimo a produzir (por mês, dia, hora, etc).

Tempo de arraste

Outro fator importante para considerar no planejamento é o tempo gasto nas operações.

O tempo de ciclo do arraste pode ser avaliado por amostragem, mediante modelos especiais, fórmulas, equações ou tabelas (fornecidas pelo fabricante do equipamento).

Braz & Oliveira (1995), apresentaram a seguinte equação de tempo de ciclo para o Campo Experimental da Embrapa Acre (os cálculos dos coeficientes foram calculados utilizando-se os estudos de tempo da atividade de acordo com as variáveis e utilizando-se posteriormente uma regressão múltipla):

$TC = 8.42 + 1.403X_1 + 0.03X_2$, onde:

TC = tempo de ciclo;

$X_1 =$ volume (m^3);

$X_2 =$ distância (m).

Separação ótima entre estradas secundárias (SOE)

É importante se ter uma idéia da separação ótima entre estradas secundárias, pois é esta distância ótima teórica entre as estradas da rede, que nos permitirá obter distâncias ideais de arraste para determinado equipamento de extração, neste caso, o trator de arraste, com os menores custos de sua utilização e também menores custos de construção das estradas (Braz, 1997). 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.

O cálculo da SOE pode ser estimado da seguinte forma:

- a) Estipulam-se várias (5 a 10) distâncias médias de arraste (DMA) em que o trator possivelmente trabalhará (nas condições do terreno), por exemplo 100, 150, 200, 300 até 1000 m e calcula-se o custo de arraste neste trecho;
- b) Mediante a fórmula simplificada $10.000/4 \cdot DMA$, se obtém a correspondente densidade ótima de estradas (DOE, m/ha) para esta distância de arraste. Quanto maior a DMA, sua correspondente DOE fica menor;
- c) Identifica-se os custos de extração em relação a distância de arraste (considerando cuidadosamente o tipo de equipamento) e o correspondente custo de construção de estradas de acordo com sua metragem por hectare (considerando o padrão ou categoria das estradas). À medida que a distância de arraste aumenta, seus custos sobem. Em contrapartida os custos de construção de estradas começam a cair (as

estradas podem estar separadas em categorias: permanentes e temporárias, por exemplo);

- d) Somam-se os custos correspondentes (DMA + DOE);
- e) Haverá algum ponto intermediário entre 100 m e 1000 m, onde o somatório será o menor de todos. Este será o *ponto ótimo*. Fora deste ponto poderá se estar construindo estrada a mais (ou a menos) e arrastando a menos (ou a mais), resultando em custos maiores. Como o DMA teórico é igual a SOE/4, a distância entre estradas escolhidas será igual ao DMA escolhido, multiplicado por 4.

Braz (1997), aborda com maiores detalhes, o planejamento da rede de estradas secundárias.

CONCLUSÃO

O planejamento do abate e estaleiros facilitará o abate e o arraste causando menos danos ao povoamento.

Com o conhecimento prévio da distância média ideal de arraste, capacidade máxima do trator de acordo com as condições do terreno, cálculo da carga mínima com relação aos custos, saber-se-á que padrões de arraste devem ser adotados, facilitando a detecção de possíveis falhas no sistema de exploração como um todo.

Esta proposta de análise é simplificada e pode ser mais sofisticada de acordo com as condições da empresa.

Com estas informações, o planejamento dos trabalhos de campo fica facilitado, pois temos uma previsão dos custos, distâncias, produtividade ideal etc. Sem estes cuidados, o trabalho torna-se extensivo e com grandes possibilidades de prejuízo.

TABELA 1. Tração necessária na barra para vencer a resistência ao arraste de acordo com o peso das toras.

Peso (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rampa															
30%	964	1527	2090	2653	3216	3729	4342	4905	5468	6031	6594	7157	7720	8283	8846
25%	857	1376	1894	2412	2930	3448	3966	4484	5002	5520	6038	6556	7074	7592	8110
20%	750	1224	1698	2172	2646	3120	3594	4068	4542	5016	5490	5964	6438	6912	7386
15%	643	1072	1501	1930	2359	2788	3217	3646	4072	4504	4933	5362	5791	6220	6649
10%	535	920	1305	1690	2075	2460	2845	3230	3615	4000	4385	4770	5155	5540	5925
5%	426	769	1112	1445	1798	2141	2484	2827	3170	3513	3856	4199	4542	4885	5228
0	317	618	919	1220	1521	1822	2122	2424	2725	3026	3327	3628	3929	4230	4531
-5%	211	465	720	975	1230	1485	1740	1995	2250	2505	2760	3015	3270	3525	3780
-10%	105	313	521	729	937	1145	1353	1561	1769	1977	2185	2393	2601	2809	3017
-15%	-	136	310	484	658	832	1006	1180	1354	1528	1702	1876	2050	2224	2398
-20%	-	-	100	240	380	520	660	800	940	1080	1220	1360	1500	1640	1780

Fonte: Paraná Equipamentos (1985).

Dados obtidos em terrenos de chão seco, liso e argiloso. Em chão úmido, as resistências são menores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAZ, E.M. **Otimização da rede de estradas secundárias em projetos de manejo sustentável.** Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 1997. 38p. (Embrapa-CPAF/AC. Circular Técnica, 15).
- BRAZ, E.M.; OLIVEIRA, M.V.N. d'. Arraste em floresta tropical: análise para identificação dos parâmetros ideais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 2., 1995, Salvador, BA. **Anais...Viçosa: SIF, 1995.** p.222-237.
- BRAZ, E.M.; OLIVEIRA, M.V.N. d'. Planning to reduce damage. **Tropical Forest Update**, Yokohama, Japão, v.6, n.3, p.13-14,1996.
- CATERPILLAR. **Performance Handbook.** 18.ed. Peoria, Illinois, U.S.A, 1987. p.653-661.
- CONWAY, S. **Logging practices.** San Francisco: Miller Freeman, 1982. p.392-393.
- HENDRISON, J. **Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname.** The Netherlands: Wageningen Agricultural University, 1989. 204p.
- OLIVEIRA, M.V.N. d'.; BRAZ, E.M. Reduction of damage to tropical moist forest through planned harvesting. **Commonwelth Forest Review**, v.74, p.208-210, 1995.
- PARANÁ Equipamentos (Curitiba, PR). **Trator florestal Cartepillar 518:** estudo para aplicação, operação e produção. Curitiba, 1985. 1v.
- POORE, D. **No timber without trees:** sustainability in the tropical forests. London: Earthscan, 1989. 1v.
- STÖHR, G.W.D. Metodologia do custo-hora para máquinas florestais. In: BECKER, G.; STÖHR, G.W.D.; MALINOVSKI, J.R. **III Curso de atualização sobre sistemas de exploração e transporte florestal.** Curitiba: FUPEF, 1981. p.33-43.
- SUDAM (Belém, PA). **Estudo da viabilidade técnico-econômica da exploração mecanizada em floresta de terra firme:** região de Curuá-Una. Belém,1978. 1v.

