

Foto: Renato Olivir Basso



Índices de exploração para florestas naturais da microrregião de Sinop, MT

Evaldo Muñoz Braz¹
Renato Olivir Basso²
Jairo Poncio Silva³
Patricia Povia de Mattos⁴

O manejo de florestas naturais requer técnicas de planejamento adequadas para a redução de custos e de danos ao povoamento remanescente. Em algumas atividades da exploração florestal incidem os custos principais do manejo. Assim, conhecer estes custos e métodos apropriados para poder reduzi-los torna-se fundamental e constitui uma das principais questões do engenheiro florestal na empresa responsável pelas áreas a serem manejadas.

As técnicas de engenharia florestal existentes propiciam a identificação de índices ótimos para as principais atividades, evitando custos excessivos ou planejamento caótico. Na exploração das florestas naturais da Amazônia, os principais custos incidem na construção de estradas e no arraste das toras até os pátios de estocagem (estaleiros). Estas duas atividades estão intimamente ligadas e são dependentes, como será mostrado a seguir. O carregamento também é uma atividade cara e dependente da otimização dos pátios. Sua melhoria

depende de layout operacional adequado (BECKER, 1994; CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL, 1989).

Tempo de ciclo ideal

Um fator importante a ser levado em consideração no manejo florestal é o tempo gasto nas operações. Esse tempo denomina-se “tempo de ciclo” e reflete a eficiência do “plano de operação” preparado para o equipamento, neste caso o skidder. O tempo de ciclo merece constante atenção por estar diretamente ligado à produção e seu custo por hora (BRAZ; OLIVEIRA, 2001).

O “plano de operação” dos equipamentos florestais, como o skidder, devido ao seu alto custo diário, tem tanta importância como as “linhas de montagem” das indústrias. Sendo o arraste uma das operações mais caras do manejo florestal, o tempo de ciclo do trator

¹ Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

² Engenheiro florestal, gerente proprietário da Elabore Projetos e Consultoria Florestal, Sinop, MT.

³ Técnico florestal da Palmasola S/A, Brasnorte, MT.

⁴ Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

skidder é fundamental para a análise da redução do custo desta operação (BRAZ, 2010).

O tempo de ciclo do arraste pode ser avaliado por amostragem, fórmulas, tabelas (fornecidas pelo fabricante do equipamento) ou equações desenvolvidas para condições semelhantes.

Em atividades iniciais de planejamento, pode-se ter uma ideia geral do “tempo de ciclo”, utilizando-se tempos médios encontrados em outros trabalhos realizados em florestas tropicais ou mesmo com equações regionais na busca de tempo de ciclos ideais. Entretanto, cada local e trator de arraste utilizado, condições de terreno e carga, influirão na estrutura de “tempo de ciclo” (CONWAY, 1976). Florestas com disponibilidade de toras maiores, desde que dentro da capacidade de carga do trator, possibilitarão maior produção.

Os implementos adicionais que o skidder utilizar (como garra do tipo *grapple*), influirão substancialmente, se bem utilizados, na redução deste ciclo. Mas o fator principal que influirá no tempo de ciclo é o planejamento das redes de estradas e sua combinação com a rede de arraste.

A abertura excessiva de estradas e o planejamento inadequado da rede significam um maior impacto no talhão, diminuindo as perspectivas de sustentabilidade do manejo aplicado (HENDRISON, 1989). Em situações onde existe uma rede pouco densa, pode ocorrer dano em excesso, causado por arraste desnecessário. Então, aberturas em excesso ou em carência resultarão no aumento dos custos totais da extração da madeira, seja pelo gasto com a construção das estradas que dão acesso aos compartimentos de exploração, seja pelos elevados custos de arraste. A otimização dessa rede, em função das distâncias ideais de arraste, deve ser considerada nos planos de manejo de florestas tropicais. O planejamento das estradas da rede, sejam secundárias ou picadas de arraste, deve buscar uma combinação entre distância ótima, densidade, forma fundamental da rede, classes de estradas, disposição dos estaleiros, tal que os custos de arraste, transporte sobre estradas e construção das estradas propriamente ditas sejam minimizados. (BRAZ, 1997).

Após estas análises, deve-se inferir o “tempo ideal de arraste”, que também é fator importante. Os

demaís são o tempo perdido e tempo de engate e desengate da tora. Assim, volta-se à relação custos de arraste versus custos de estradas.

Cálculo da separação ótima entre estradas (SOE)

Separação ótima entre estradas é a separação ótima teórica entre as estradas da rede, que permitirá obter distâncias de arraste ideais para determinado equipamento de extração, como, por exemplo, o trator de arraste, com menores custos de utilização e de construção das estradas. O equilíbrio entre o custo de arraste e o custo da estrada com um custo total mínimo dará o espaçamento ideal ou ótimo entre as estradas secundárias.

O cálculo utilizado para a determinação da distância ótima entre estradas explica o ponto ótimo de equilíbrio entre os custos de arraste e construção de estradas (SILVERSIDES; SUNDBERG, 1989). Esse cálculo teórico serve de base para a análise de ponto de equilíbrio comparativo com as distâncias reais obtidas. Existem fórmulas para calcular este ponto ótimo. Mas o mesmo pode ser calculado supondo-se os custos de diferentes densidades de estradas e de custos de arraste, interpolando-os até obter aquele com o menor custo. Cada densidade menor de estradas implicará em maior arraste, diminuindo os custos de estradas, mas com aumento dos custos de arraste e vice-versa.

A distribuição dos pátios tem relação direta com a distância entre estradas, visando a uma distância equilibrada de arraste.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os índices de planejamento e de produção da extração da madeira na microrregião de Sinop, MT.

Será avaliado um Plano de Exploração Anual sob normas de manejo, de uma área com floresta natural, na microrregião de Sinop, MT, com 500 ha, para estimativas dos índices de planejamento e de produção das principais etapas de exploração.

A área avaliada é plana, o que propicia estradas secundárias paralelas com necessidade de pouca correção. A distância entre estradas utilizada neste plano de manejo é de 400 m, o que proporciona uma distância média de arraste de 100 m. O planejamento de estradas e sistemas de arraste foram projetados conforme ilustra a Figura 1.

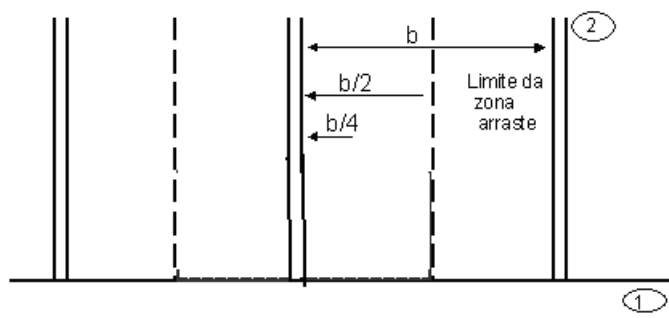


Figura 1. Separação ótima entre estradas e relação com distâncias de arraste, sendo: 1 - estrada principal; 2 - estradas secundárias para as quais se quer calcular a distância ótima; b - distância ótima entre caminhos em metros; b/2 - redução econômica da distância da estrada; b/4 - distância média teórica de arraste.

Densidade de estradas

Calculou-se a densidade ideal de estradas de acordo com os custos (Figura 2). Para esta área plana, foram obtidos 26 m ha^{-1} , resultando em uma distância entre estradas de 385 m. Acosta et al. (2011) em uma região bastante acidentada (15% de declividade) e utilizando sistema melhorado, com pátios intermediários, obtiveram uma densidade média de $18,45 \text{ m ha}^{-1}$. A densidade calculada de 26 m ha^{-1} é a que minimiza os custos para as condições de exploração locais.

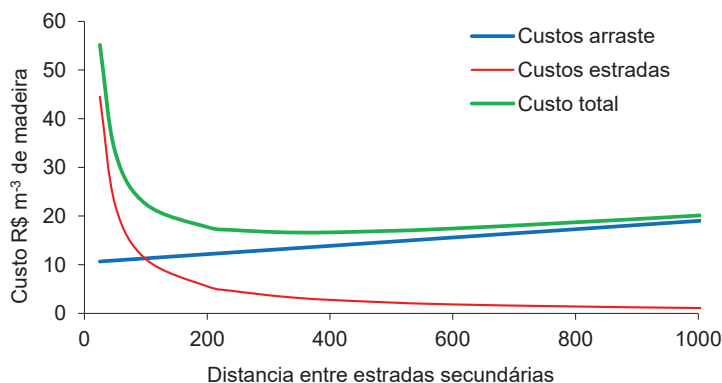


Figura 2. Relação de custos de arraste de toras e de construção de estradas para microrregião de Sinop.

Tempo de construção de estradas

O tempo gasto para a produção de 1.000 m de estrada secundária, com utilização de um trator de esteira 7D, foi 9 horas e 8 minutos, com desvio padrão de 0,62 h. A Figura 3 mostra o padrão das estradas florestais no plano de manejo.



Figura 3. Estradas secundárias florestais: padrão e largura

Tempo gasto para a abertura de pátios (estaleiros)

Os estaleiros têm dimensões de $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$. O tempo médio gasto para a abertura dos estaleiros utilizando o mesmo trator 7D foi 52 minutos, com desvio padrão de 4,7 minutos.

Os estaleiros são planejados para comportar 180 a 200 m^3 em toras. Como o volume da área de influência do estaleiro pode atingir 377 m^3 , pode ser necessário usá-lo em duas etapas. Isto reduz o dano à floresta, evitando-se a abertura de estaleiros maiores ou em maior número. Com a densidade de estradas de 26 m ha^{-1} , cada estaleiro servirá para estocar as toras originárias de 11,34 a 14,4 ha de floresta.

Em que pese um cálculo da distância pré-fixado, as informações de inventário 100% devem ajudar a definir a melhor localização dos estaleiros, pois baixa densidade de árvores pode influenciar sua posição. O pátio deve ser localizado em lugar seco e plano. A distância entre dois pátios, teoricamente, não deve ser menor que a distância ótima entre estradas. Isso será, evidentemente, um balizador para a alocação dos mesmos, uma vez que a concentração de madeira poderá descartar determinados pontos ou incrementar outros. Entretanto, essa orientação auxiliará a otimização do arraste e, portanto, a redução desses custos.

Arraste de toras

O arraste das toras foi realizado com o trator skidder (152 hp) (Figura 4). As toras possuíam 3,5 m³ em média. O tempo de ciclo avaliado variou de 2,56 a 9,4 minutos. A média obtida foi de 6,9 minutos (desvio padrão de 2,4 minutos). A produção estimada variou de 29 a 35 m³ h⁻¹. O skidder consumiu 140 litros de óleo diesel por oito horas trabalhadas.



Figura 4. Chegada do skidder no estaleiro e desengate das toras.

Observa-se na Tabela 1 o impacto que a distância média de arraste de toras ou a distância mal calculada podem causar no rendimento da operação.

Tabela 1. Distância média de arraste de toras e tempo de ciclo para as condições da microrregião de Sinop, MT.

Distância média de arraste (m)	Tempo de ciclo (min)	Produção (m ³ h ⁻¹)
95	6,69	31,36
100	7,75	30,87
150	8,81	26,70
200	8,90	23,53
250	10,93	21,03

O arraste é também dependente da dimensão média das toras do talhão. Isto quer dizer que, até certo ponto, enquanto dentro da capacidade de carga do trator e das condições do terreno, o aumento médio da dimensão das toras acarretará maior produtividade.

Considerando um talhão de 500 ha, na densidade de estradas de 26 m ha⁻¹, largura de 4 m e estaleiros de 20 m x 20 m, o impacto na área será de 1,35%, bem abaixo do fixado pela legislação que é de 2%,

segundo a Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Mato Grosso.

O custo dos pátios é aproximadamente 30% daquele obtido para as estradas e 5% do custo do arraste e dependente da distância entre estradas. Assim, conhecer o ponto de equilíbrio (*break-even-point*) entre os custos de estradas e arraste de toras é fundamental para a redução dos custos totais da exploração florestal.

O tempo de ciclo ideal é dependente da “distância ideal de arraste”, pois o tempo necessário para percorrer a distância de arraste (vazio e carregado) influi entre 45% e 65% no tempo de movimentação da máquina.

Conclusões

Os índices avaliados para a microrregião podem servir de balizadores da exploração, contribuindo para um manejo que reduza custos e danos ao povoamento remanescente. Tais índices têm validade para a microrregião de Sinop e em condições diferentes de relevo devem ser reavaliados.

Referências

- ACOSTA, F. D.; GARCÍA, M. L.; DE LIMA, M. P. Densidade ótima de estradas e pátios baseada no custo mínimo do sistema de exploração no manejo de florestas nativas no Estado de Mato Grosso. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 5., 2011, Santa Maria, RS. **Sustentabilidade florestal**: [anais]. Santa Maria, RS: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2011, p. 43-47.
- BECKER, G. Optimization of road network and transport systems: a pre-condition for improved organization and design of labour in forestry. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DA MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 8., 1994. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1994. p. 111-115.
- BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. d'. **Planejamento da extração madeireira dentro de critérios econômicos e ambientais**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 8 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 39).
- BRAZ, E. M. **Otimização de rede de estradas secundárias em projetos de manejo sustentável de florestas tropical**. Rio Branco, AC: Embrapa-CPAF/AC, 1997. 38 p. (Embrapa-CPAF/AC. Circular técnica, 15).
- 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, RS.

CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. **Mémento du forestier**: techniques rurales en Afrique. Paris, 1989. 1266 p.

CONWAY, S. **Logging practices**. San Francisco: Miller Freeman, 1976. 416 p.

HENDRISON, J. **Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1989. 24 p

SILVERSIDES, C. R.; SUNDBERG, U. **Operational efficiency in forestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989. v. 1, 219 p.

Comunicado Técnico, 395

Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
CEP 83411-000 - Colombo, PR
Fone: 41 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/



1ª edição
Versão digital (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Vice-Presidente: *José Elidney Pinto Júnior*
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*
Membros: *Elenice Fritzsos, Giselda Maia Rego, Ivar Wendling, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Penteado, Valderes Aparecida de Sousa*

Expediente

Supervisão editorial: *José Elidney Pinto Júnior*
Revisão de texto: *José Elidney Pinto Júnior*
Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*
Editoração eletrônica: *Neide Makiko Furukawa*