



Revista Árvore

ISSN: 0100-6762

r.arvore@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa

Brasil

Birro Batista, Mauro Henrique; Machado Cardoso, Carlos; Souza, Amaury Paulo de; Minetti, Luciano
José

Avaliação técnica e econômica da extração de madeira de eucalipto com "Track-Skidder" em região
montanhosa

Revista Árvore, vol. 26, núm. 5, setembro-outubro, 2002, pp. 525-532

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48826501>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA EXTRAÇÃO DE MADEIRA DE EUCALIPTO COM “TRACK-SKIDDER” EM REGIÃO MONTANHOSA¹

Mauro Henrique Batista Birro², Carlos Cardoso Machado³, Amaury Paulo de Souza³ e Luciano José Minetti⁴

RESUMO - O presente estudo teve como objetivo central avaliar técnica e economicamente atividades de extração em área montanhosa, utilizando um trator florestal arrastador com esteiras (*Track-Skidder*). O estudo foi conduzido em povoamentos de eucalipto de uma empresa florestal do Estado de Minas Gerais, nos quais o sistema de colheita foi o de árvore inteira, sendo o sistema mecanizado utilizado nas suas atividades de corte, extração e traçamento. A avaliação técnica consistiu em detectar e dimensionar os fatores de interrupções operacionais e mecânicas, como também em determinar os índices de produtividade, eficiência operacional, disponibilidade mecânica e grau de utilização. A avaliação econômica consistiu na determinação dos custos operacionais, bem como em determinar a distribuição destes custos. As áreas de estudo foram estratificadas em três níveis de declividades e três níveis de distâncias de extração. De acordo com o estudo os estratos de menor declividade e distância de extração apresentaram melhor produtividade em relação aos estratos de maior declividade e distância de extração. Ao final do período de avaliação a máquina atingiu disponibilidade mecânica de 79% e eficiência operacional de 76%. Seu custo operacional foi de US\$57,00 por hora efetiva, sendo a depreciação e os juros os maiores elementos deste custo.

Palavras-chave: Colheita florestal, “*Track-Skidder*”, custo e produtividade.

TECHNICAL AND ECONOMICAL EVALUATION OF EUCALYPT WOOD LOG EXTRACTION USING A TRACK-SKIDDER ON A MOUNTAINOUS AREA

ABSTRACT - This study had as an overall objective to make a technical and economic evaluation of log extraction activities on a mountain area using a *Track-Skidder*. The study was developed in a eucalypt plantation owned by a Minas Gerais company that uses a mechanized full-tree system. The technical evaluation consisted of analyzing the operational factors and mechanical delays as well as determining the productivity indexes, operational efficiency and mechanical availability. The economical evaluation consisted of determining the operational costs as well as the distribution of these costs. A total of 1.691 hours of machinery operation was evaluated and the study areas were stratified in three levels of slope degree and three extraction distances. In agreement with the study, machinery productivity decreases with the increase of the slope degrees and the extraction distances. At the end of the evaluation period, the machine reached a mechanical readiness of 79% and an operational efficiency of 76%. Its productivity varied from 17 to 25 m³/ha and its operational cost was R\$ 171,00/ha (US\$57,00/ha).

Key words: Harvesting, *Track-Skidder*, cost, and productivity.

1. INTRODUÇÃO

Com uma área de 528.383 milhões de hectares de florestas nativas ricas em biodiversidade e de 4,750 milhões de hectares de reflorestamento, sendo 2,920 milhões

com espécies de *Eucalyptus* spp., 1,690 milhão de *Pinus* spp. e 138 mil hectares de outras espécies, o setor florestal brasileiro tem como seus principais produtos, entre outros, madeira roliça, serrados, painéis, chapas de fibras, laminados, carvão e celulose (Valverde, 2000).

¹ Recebido para publicação em 4.4.2002.

Aceito para publicação em 6.11.2002.

Projeto financiado pela Celulose Nipo-Brasileira S.A. - CENIBRA.

² Eng. Florestal, M.S., Bolsista da CAPES, Caixa Postal 100, 35162-970 IPATINGA-MG, <mauro.birro@cenibra.com.br>;

³ Professor Titular do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa - UFV; ⁴ Pesquisador Titular do MCT/UFV.

Anualmente, a economia florestal brasileira tem sido responsável por aproximadamente 4% do Produto Interno Bruto (PIB), gerando 600.000 empregos diretos, US\$450 milhões em arrecadação de impostos e US\$4,1 bilhões em divisas de exportações (Garlipp, 1995).

Segundo Tanaka (1986), a colheita florestal é um conjunto de operações realizadas no maciço florestal, visando preparar e transportar a madeira até o seu local de utilização, mediante o emprego de técnicas e padrões estabelecidos, tendo por finalidade transformá-la em produto final.

A colheita florestal pode ser interpretada como um sistema integrado por subsistemas de aproveitamento de madeira. Entende-se por sistema um conjunto de operações que podem ser realizadas num só local, ou em locais distintos, e que devem estar perfeitamente integradas e organizadas entre si, de modo que permita o fluxo constante de madeira, evitando-se pontos de estrangulamento e levando os equipamentos à sua máxima utilização (Salmeron, 1981).

No setor florestal, a colheita de madeira é a fase mais importante economicamente, dada à sua alta participação no custo final do produto e aos riscos de perda envolvidos nessa atividade (Duarte, 1994; Jacovine et al., 1997).

Com o aumento da demanda por madeira e a redução da disponibilidade de mão-de-obra, com a maior competição por essa mão-de-obra, principalmente nas regiões mais industrializadas, bem como com o aumento de seu custo (salários e encargos sociais), diversas empresas passaram a procurar sistemas de colheita alternativos. A mecanização das atividades de colheita passou a ser mais estudada, pois apresentava potencial de aumentar a produtividade, reduzindo custos e melhorando as condições de trabalho (Moreira, 1998).

A escolha do tipo de colheita mecanizada deve levar em consideração variáveis como a experiência e habilidade da mão-de-obra, a espécie florestal, o produto primário, a distância de arraste e o transporte, o desempenho da máquina, o capital requerido e a característica do terreno. A falta de consideração de alguma dessas variáveis resultará em problemas operacionais e ineficiência (Conway, 1976; Salmeron, 1980; Machado, 1984).

No sistema de árvores inteiras a árvore é derrubada e, em seguida, transportada para uma estrada ou pátio de processamento, onde ela é preparada para o transporte.

De acordo com o autor, algumas vantagens deste sistema são: deixar a área limpa de resíduos, diminuindo o risco de incêndios; se a indústria pode utilizar biomassa como fonte energética, existe o material disponível como subproduto; concentração de várias operações em um único ponto, permitindo as operações a granel, sendo uma vantagem especial para árvores de pequenas dimensões; excelente para condições topográficas desfavoráveis; e maior rendimento operacional, se comparado ao sistema de toras curtas (Machado & Castro, 1985).

A extração da madeira é um dos pontos críticos da colheita, uma vez que o custo de unidade de madeira de uma etapa chega a ser 25 vezes maior que o transporte principal em alguns países. Porém, a mecanização de áreas acidentadas exige o uso de equipamentos dimensionados para executarem suas tarefas nestas condições, que eles apresentem custos compatíveis e baixo impacto ambiental e proporcionem boas condições de trabalho ao operador (Minette, 1988).

O principal objetivo deste trabalho foi analisar técnica e economicamente a extração de madeira com o *Track-Skidder* em regiões montanhosas. Os objetivos específicos foram determinar a influência de alguns fatores que afetam o desempenho do *Track-skidder* na atividade de extração; determinar a produtividade, eficiência operacional e disponibilidade mecânica e os principais fatores de manutenção e interrupção de operação da máquina avaliada; e determinar o custo operacional da atividade, bem como os elementos deste custo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Região de Estudo

Este estudo foi realizado em áreas de operação de colheita florestal pertencentes a uma empresa produtora de celulose, no período de agosto a outubro de 2001, localizadas no distrito de Cocais das Estrelas, município de Antônio Dias, no Estado de Minas Gerais, cuja longitude é 42° 46' 09 W e latitude 19° 26' 35 S.

As áreas de coletas de dados são caracterizadas pela topografia montanhosa, altitudes variando de 600 a 800 m, clima subtropical úmido, precipitação média de 1200 mm/ano e Latossolo Vermelho-Amarelo.

Os povoados florestais eram da espécie *Eucalyptus grandis*, com 12 anos de idade, espaçamento de 3x3 m, com estoque médio de 379 m³/ha, volume este

acima da média local, em regime de primeira talhadia, tendo como finalidade matéria-prima para produção de polpa de celulose.

2.2. Sistema de Colheita

O sistema de colheita utilizado foi o de árvores inteiras com operações mecanizadas de corte, extração e traçamento.

Na operação de corte foi utilizado um trator florestal derrubador-amontoador Feller-Buncher, da marca Timberjack, modelo 608L, de esteiras e com cabine nivelaante. Após esta etapa os feixes de árvores foram desgualhados e destopados manualmente, com o uso de machadinhas.

Na extração foi utilizado um trator florestal arrastador com esteiras (*Track-Skidder*), da marca Caterpillar, modelo 527. Na operação de traçamento foi utilizado um conjunto carregador florestal com esteiras e mesa traçadora “Slasher”, da marca Caterpillar, modelo 320, sendo as toras traçadas no comprimento de 2,70 m.

2.3. Descrição da Máquina de Extração

O trator florestal arrastador com esteiras (*Track-Skidder*), da marca Caterpillar, modelo 527 (Figura 1) tem sua origem no Japão, onde a máquina-base é

montada, e nos Estados Unidos onde é montado o seu arco acumulador. Possui motor 3304 DITA, diesel de 4 cilindros em linha, com potência de 124 kW, equipado com lâmina frontal, arco acumulador da marca Esco, com área útil de 0,93 m², montado em braço articulado “Swing Boom”. Possui peso de aproximadamente 21.500 kgf, distância de 2.160 mm entre esteiras, 712 mm de altura do solo, 3.298 mm de altura total e 5.725 mm de comprimento. Possui tanque de combustível com capacidade de 285 litros de óleo diesel e um consumo médio de 24 litros de combustível por hora efetiva de operação. Esta máquina entrou em operação no mês de junho de 2001, e no início da coleta de dados desta avaliação apresentava 409 horas de operação em seu horímetro.

2.4. Fatores de Influência no Desempenho da Máquina de Extração

2.4.1. Distância de Extração

A distância de extração (DE) foi considerada entre a base do feixe de árvores formado na operação de corte até a margem da estrada onde o feixe é depositado, tendo sido estratificada em três níveis:

- I – DE ≤ 100 m;
- II – 100 < DE ≤ 150 m; e
- III – 150 < DE ≤ 250 m.

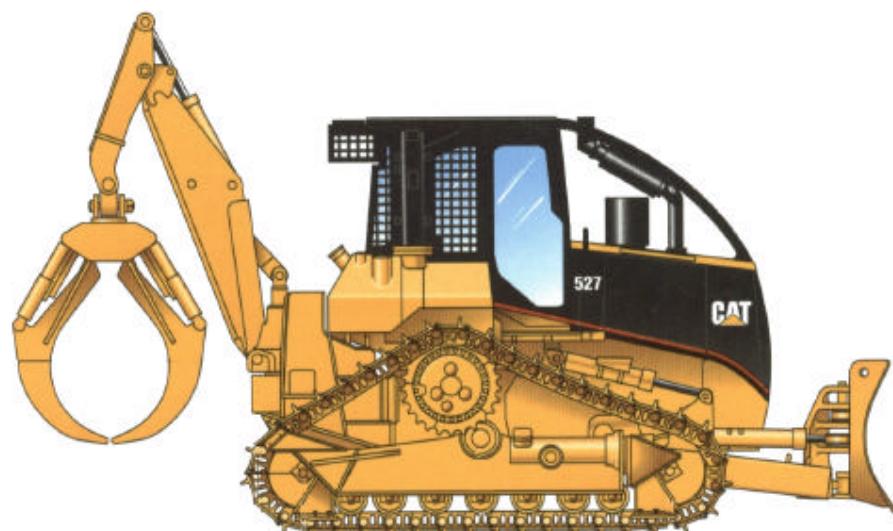


Figura 1 – Trator florestal arrastador com esteiras (*Track-Skidder*).
Figure 1 – *Track-Skidder*.

2.4.2. Declividade do Terreno

A declividade do terreno (DL) é a inclinação dos ramais de extração da madeira, expresso em graus, e foi determinada com o uso de um clinômetro, tendo sido estratificada em três níveis:

- i – $20^\circ < DL \leq 24^\circ$;
- ii – $24^\circ < DL \leq 28^\circ$; e
- iii – $28^\circ < DL \leq 32^\circ$.

2.5. Coleta de Dados

Durante o estudo foram observadas 1.691 horas de operação e paradas da máquina na operação de extração de madeira, tomando-se estas informações no horímetro da máquina, não tendo sido observados, contudo, os elementos dos ciclos operacionais, nem o estudo de tempo e movimentos destes elementos, tendo sido avaliadas somente as horas efetivas (he) de trabalho e as interrupções do período.

2.6. Análise Estatística

Foram efetuadas as análises de regressão, a fim de verificar a correlação entre a variável dependente (produtividade) e a variável independente (distância) em três faixas de declividade do terreno. Foram consideradas como melhores equações aquelas que apresentaram maior coeficiente de determinação (R^2).

2.7. Produtividade

Para determinação da produtividade (m^3/ha) da máquina, considerou-se o volume médio por árvore fornecido pela tabela de inventário pré-corte, tendo sido este valor multiplicado pelo número de árvores extraídas de cada parcela, obtendo-se o volume total extraído por área.

A partir do acompanhamento da máquina foram obtidas as horas efetivamente trabalhadas. Este tempo foi considerado como o número total de horas menos as horas com interrupções mecânicas e operacionais. A produtividade da máquina foi calculada pela seguinte expressão:

$$Prod = \frac{na \times va}{he}$$

em que $Prod$ = produtividade (m^3/ha); na = número de árvores extraídas; va = volume médio por árvore (m^3); e he = horas efetivas de trabalho (h).

2.8. Disponibilidade Mecânica

Utilizou-se a disponibilidade mecânica como sendo a porcentagem do tempo de trabalho programado em que a máquina está mecanicamente apta a realizar trabalho produtivo, desconsiderando-se, portanto, o tempo em que a máquina está em manutenção. Pode ser expressa pela seguinte expressão:

$$DM = \frac{H - TPM}{H} \times 100$$

em que DM = grau de disponibilidade mecânica (%); TPM = tempo de permanência em manutenção (h); e H = horas totais (h).

2.9. Eficiência Operacional

Considerou-se como eficiência operacional a porcentagem do tempo efetivamente trabalhado em relação ao tempo total programado para o trabalho, expressa pela equação:

$$EO = \frac{HE}{(HE + HP)} \times 100$$

em que EO = eficiência operacional (%); HE = tempo de trabalho efetivo (h); e HP = horas paradas operacionais (h).

2.10. Determinação de Custos Operacionais

Para determinação dos custos operacionais, utilizou-se o método contábil com valores estimados e reais. Os custos fixos foram estimados pela metodologia proposta pela FAO (1974), citada por Machado & Malinovski (1988), e para os custos variáveis foram utilizados os dados fornecidos pela empresa.

2.10.1. Custos Fixos

a) Juros

Os juros ($J=US$/he$) foram calculados pela aplicação de uma taxa de juros ao investimento, correspondente ao capital proporcionado por agência financeira:

$$J = \frac{(Ca \times i \times f)}{Vu}$$

em que Ca = custo de aquisição da máquina (R\$); i = taxa anual de juros (%); f = fator de correção; e Vu = vida útil da máquina (horas).

Foram considerados para efeito de cálculo:

$$\begin{aligned} Ca &= R\$ 840.000,00 (\text{US\$}280,000,00); \\ i &= 12\% \text{aa}; \\ f &= 0,6 \text{ (correção para juros compostos); e} \\ Vu &= 18.000 \text{ horas.} \end{aligned}$$

b) Depreciação

O método de depreciação utilizado foi o linear, em que o valor depreciable é obtido ao subtrair do valor de aquisição da máquina seu valor residual ($D=R$/he$). Ao dividir o valor depreciable pela vida útil estimada, obtém-se a quota de depreciação a ser deduzida anualmente:

$$D = \frac{(Ca - Vr)}{Vu}$$

em que Ca = custo de aquisição da máquina (R\$); Vr = valor residual (R\$); e Vu = vida útil (horas).

Foram considerados para efeito de cálculo:

$$\begin{aligned} Ca &= R\$ 840.000,00 (\text{US\$}280,000,00); \\ Vr &= 20\% \text{ de } Ca \text{ (R\$ } 168.000,00 \text{ ou} \\ &\text{US\$}56,000,00); \text{ e} \\ Vu &= 18.000 \text{ horas.} \end{aligned}$$

2.10.2. Custos Variáveis

a) Mão-de-obra

Os custos de mão-de-obra foram calculados pela seguinte fórmula:

$$MDO = \left[\frac{Sop \times Es}{HTM} \right]$$

em que MDO = custo de mão-de-obra por hora efetiva (R\$/he); Sop = somatório dos salários mensais dos operadores (R\$); Es = taxa de encargos sociais (%); e HTM = horas efetivas trabalhadas no mês (he).

b) Manutenção e Peças

b.1) Manutenção (Man)

Os custos de manutenção por hora trabalhada foram determinados pela seguinte fórmula:

$$Man = \frac{(Sof \times Es) + Off}{HTM}$$

em que Man = custo de manutenção por hora efetiva (R\$/he); Sof = somas dos salários mensais dos mecânicos (R\$); Es = taxa de encargos sociais (%); Off = despesas diversas de oficina e serviços de terceiros (R\$); e HTM = horas efetivas trabalhadas no mês (he).

b.2) Peças de Reposição

As despesas com peças foram determinadas pela seguinte fórmula:

$$Peças = Comb \times fp$$

em que $Peças$ = valor com gastos em peças (R\$/he); $Comb$ = valor com gastos em combustível (R\$); e fp = fator de relação histórico (0,5).

c) Combustível e Lubrificantes

c.1) Combustível

Os gastos com combustível foram determinados pela seguinte fórmula:

$$Comb = Cmm \times Pu$$

em que $Comb$ = custo com combustível por hora efetiva (R\$/he); Cmm = consumo médio horário da máquina (l/he); e Pu = preço por litro de combustível (R\$/l).

c.2) Lubrificantes

O custo de lubrificantes, graxas e óleos hidráulicos foi determinado pela seguinte fórmula:

$$OHL = Comb \times f$$

em que OHL = custo de óleos hidráulicos, graxas e lubrificantes (R\$/he); $Comb$ = custo com combustível por hora efetiva (R\$/he); e f = fator de relação histórico (0,25).

2.11. Determinação dos Custos de Extração

Os custos de extração ($CE=R$/m³$) foram obtidos pela seguinte fórmula:

$$CE = \frac{(J + D + MDO + Man + Peças + Comb + OHL)}{Prod}$$

em que CE = custo de extração (R\$/m³); J = custo com juros (R\$/he); D = custo de depreciação (R\$/he); MDO = custo com mão-de-obra (R\$/he); $Peças$ = custos com peças (R\$/he); $Comb$ = custos com combustível (R\$/he); OHL = custos com lubrificantes, graxas e óleo hidráulico (R\$/he); e $Prod$ = produtividade (m³/he);

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estimativa de Produtividade

No Quadro 1 estão as produtividades médias do *Track Skidder* nos diferentes estratos de declividade do terreno. As equações geradas em função da distância de arraste estão demonstradas no Quadro 2.

A produtividade foi 28% superior nas condições operacionais favoráveis em relação àquelas de maiores distâncias de extração e declividade do terreno mais acentuada (Quadro 2).

Quadro 1 – Produtividade média para as diferentes faixas de declividade do terreno

Table 1 – Average productivity for different slope degrees

Declividade	Produtividade Média (m ³ /ha)
20° - 24°	22,5
24° - 28°	19,2
28° - 32°	17,7

Quadro 2 – Equações de produtividade de arraste para diferentes distâncias e declividades

Table 2 – Skidding productivity equations for different distances and slope degrees

Declividade	Equação	R ²
20° - 24°	$P = 28,976 + (-0,0325 \times DE)$	0,8368
24° - 28°	$P = 28,960 + (-0,0486 \times DE)$	0,8151
28° - 32°	$P = 24,927 + (-0,0361 \times DE)$	0,8624

P = produtividade (m³/ha); e DE = distância de arraste (m).

As curvas ajustadas para as diferentes distâncias de extração, variando-se a declividade do terreno, mostram que a produtividade decresce à medida que aumentam a distância de extração e a declividade do terreno. Nas maiores distâncias de extração a produtividade é mais afetada por ela do que pela declividade do terreno (Figura 2).

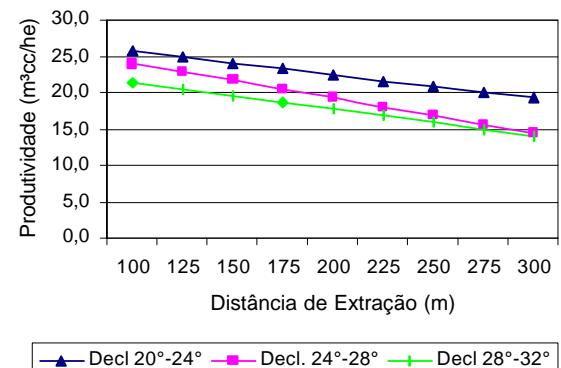


Figura 2 – Produtividade média de arraste em função da distância de extração e declividade do terreno.

Figure 2 – Skidding average productivity as a function of the distance and slope degree.

3.2. Determinações de Interrupções Mecânicas

A Figura 3 apresenta as causas de interrupções mecânicas avaliadas durante o período do experimento. As interrupções somaram 361 horas, correspondendo a 21% do total de horas disponíveis para operação, traduzindo-se em 79% de disponibilidade mecânica.

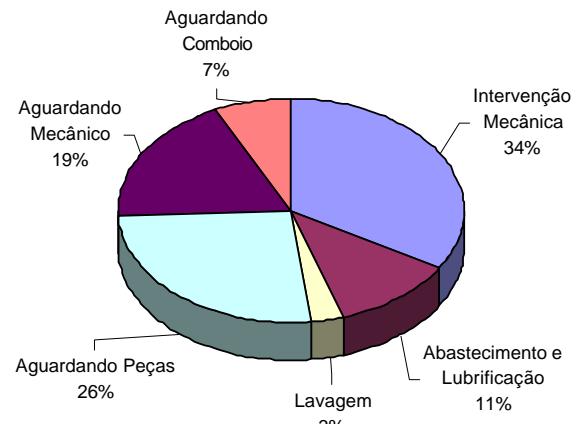


Figura 3 – Distribuição das interrupções mecânicas.

Figure 3 – Mechanical delays distribution.

Pode-se observar que o item “Aguardando peças” foi muito representativo, o que se deve ao fato de a máquina ser nova e a empresa não possuir um estoque

eficiente de peças. O item “Aguardando mecânico”, que também se apresentou elevado, se deve às grandes distâncias de deslocamento até a frente de operação. Neste item foram computados os tempos de manutenção corretiva e preventiva.

3.3. Determinação das Interrupções Operacionais

Na Figura 4 encontram-se as principais causas das interrupções operacionais avaliadas durante o período do experimento. As interrupções somaram 319 horas, correspondendo a 24% do total de horas mecanicamente disponíveis para operação, traduzindo-se em 76% de eficiência operacional.

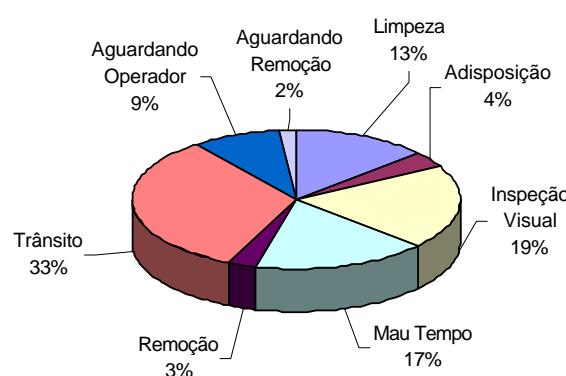


Figura 4 – Distribuição das interrupções operacionais.
Figure 4 – Operational delays distribution.

O item “Trânsito” foi causado pelo deslocamento da máquina entre as frentes de trabalho onde a distância é superior a 500 m. O item “Mau tempo” deve-se principalmente a ocorrências de chuvas muitas fortes, que poderiam comprometer a segurança da operação. A “inspeção visual” era feita pelo operador ao início de cada turno, onde ele verificava toda a integridade da máquina, bem como os níveis de água óleo e combustível.

3.4. Determinação do Custo Operacional

Considerando-se a taxa de juros anual de 12%, a disponibilidade mecânica de 79% e a eficiência operacional de 76%, estimou-se o custo por hora efetiva de trabalho igual a R\$ 171,00 (US\$57,00). A distribuição dos custos operacionais é demonstrada na Figura 5.

Nota-se que os itens “Depreciação” e “Juros”, ou seja, os custos fixos, corresponderam a quase terça parte na participação dos custos operacionais. Os custos variáveis diretos (combustível, lubrificantes e peças) totalizaram 29% do custo e os custos variáveis indiretos (salário, serviços, oficina e comboio) totalizaram 40%.

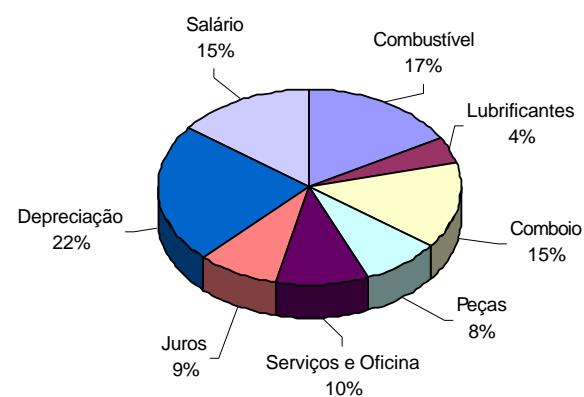


Figura 5 – Distribuição dos custos operacionais.
Figure 5 – Operational costs distribution.

A Figura 6 ilustra o custo de produção da atividade de extração, em que o custo é inversamente proporcional à produtividade do equipamento, devendo-se ressaltar que no presente trabalho este custo variou de R\$ 9,66/m³ (US\$3,22/ m³) na faixa de maior distância de extração e declividade do terreno a R\$ 6,90/ m³ (US\$2,30/ m³) na faixa de melhor condição operacional.

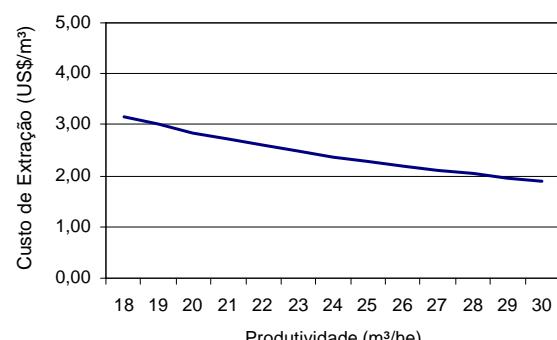


Figura 6 – Comportamento do custo de extração em função da produtividade.
Figure 6 – Extraction cost behavior as a function of productivity.

4. CONCLUSÕES

- Nas condições estudadas a produtividade foi maior nas menores faixas de declividades do terreno e distância de extração.
- A distância de extração exerceu maior influência na produtividade do que a declividade do terreno.
- A disponibilidade mecânica do *Track-Skidder* foi bastante influenciada pela logística de suprimento de peças.
- O grau de utilização foi mais afetado pelo trânsito da máquina entre as frentes de trabalho e pelas distâncias entre elas, consequentemente reduzindo a eficiência operacional do *Track-Skidder*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONWAY, S. **Logging practices: principles of timber harvesting systems.** São Francisco, Miller Freeman, 1976. 416 p.
- DUARTE, R. C. G. **Sistemas de corte florestal mecanizado.** Viçosa, MG: UFV, 1994. 21 p. Monografia (Exigência para conclusão do curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- FAO. **Logging and log transport in man-made forests in developing countries.** Roma: 1974. 90 p. (Forest Paper - FAO,18).
- GARLIPP, R.C.D. O boom da certificação florestal: é preciso garantir a credibilidade. **Revista Silvicultura**, v. 17, n. 61, p. 17-22, 1995.
- JACOVINE, L. A. G. et al. Reflexos da má qualidade na colheita florestal semi-mecanizada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1997, Vitória. **Anais....** Vitória: Sociedade de Investigações Florestais, 1997. p. 296-308.
- MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1984. 138 p.
- MACHADO, C. C.; CASTRO, P. S. **Exploração florestal, 4.** Viçosa: UFV, 1985. 32 p.
- MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Ciência do trabalho florestal.** Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1988. 65 p.
- MINETTE, L. J. **Avaliação técnica e econômica dos tratores florestais transportadores (forwarders), na extração de madeira de eucalipto.** Viçosa: UFV, 1988. 77 p. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- MOREIRA, F. M. T. **Mecanização das atividades de colheita florestal.** Viçosa: UFV, 1998, 25 p. Monografia (Exigência para conclusão do curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- SALMERON, A. **A mecanização da exploração florestal.** Piracicaba: IPEF, 1980. (Circular Técnico,88).
- SALMERON, A. Exploração florestal. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Formação, manejo e exploração de florestas com rápido crescimento.** Brasília: 1981. p. 83-123.
- TANAKA, O. P. Exploração e transporte da cultura do eucalipto. **Informe Agropecuário**, n. 141, p. 24-30, 1986.
- VALVERDE, S. R. **A contribuição do setor florestal para o desenvolvimento sócio-econômico: uma aplicação de modelos de equilíbrio multissetoriais.** Viçosa, MG: UFV, 2000. 105 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.