



Revista Árvore

ISSN: 0100-6762

r.arvore@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa

Brasil

da Silva Leite, Elton; Fernandes, Haroldo Carlos; Guedes, Ilvânia Luiz; do Amaral, Edvaldes José; das Graça Lacerda, Elcio

Utilização de guindaste na extração de madeira em região montanhosa

Revista Árvore, vol. 36, núm. 1, febrero, 2012, pp. 195-201

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48821985020>

- ▶ 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

UTILIZAÇÃO DE GUINDASTE NA EXTRAÇÃO DE MADEIRA EM REGIÃO MONTANHOSA¹

Elton da Silva Leite², Haroldo Carlos Fernandes³, Ilvânia Luiz Guedes⁴, Edvaldes José do Amaral⁵ e Elcio das Graça Lacerda⁶

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho avaliar tecnicamente o desempenho do guindaste na extração de madeira de eucalipto em região montanhosa. A avaliação consistiu em determinar as atividades do ciclo operacional, os índices de produtividade, a eficiência operacional, a disponibilidade mecânica e identificar os fatores de interrupções operacionais e mecânicas na extração de uma floresta de eucalipto com produtividade média de 327 m³ ha⁻¹ e 0,23 m³ árvore⁻¹, variando a distância de extração de 30 em 30 m até a distância máxima de 150 m durante o intervalo de 37 dias com média de 68 ciclos por dia. As etapas desenvolvidas nos ciclos operacionais evidenciaram a distribuição de: 32% descida do cabo; 7% amarração da carga; 31% arraste da carga; 6% içamento e giro da carga e; 24% descarregamento. A equação da produtividade do guindaste [$y = -9,05 \ln(x) + 54,6$] demonstra-se ser maior quando a distância de extração diminui e revelando que é possível extrair madeira a 15,20 m³ h⁻¹ para uma distância de 78 m e 29,54° (56,67%) de declividade em média, tendo uma disponibilidade mecânica de 91,66% e eficiência operacional de 80,38% a um custo de produção de 8,55 R\$ m⁻³ (5.03 US\$ m⁻³) com a contratação do guindaste no valor de 130,00 R\$ h⁻¹. O sistema de extração de madeira com guindaste tem elevadas vantagens ambientais, operacionais e econômicos, melhorando a logística para escoamento da produção, com formação de pilhas de 4 m de altura.

Palavras-chave: Mecanização florestal, extração florestal e produtividade.

UTILIZATION OF CRANE IN WOOD EXTRACTION IN A MOUNTAINOUS AREA

ABSTRACT – The objective of this study was to technically evaluate the performance of the crane in the extraction of eucalyptus wood in a mountainous region. The evaluation was to determine the activities of the operational cycle, the productivity indexes, the operational efficiency and the mechanical availability and to identify the factors of operational and mechanical disruption the extraction of a eucalyptus forest with average productivity of 327 m³ ha⁻¹ and 0.23 m³ tree⁻¹, varying the distance of extraction de 30 in 30 m up to 150 m during the range of 37 days with an average of 68 cycles per day. The steps developed in the operating cycle show the distribution of: 32%, cable decline; 7% lashing load, 31% load drag, 6% lifting and turning the load; and 24% unloading. The equation of crane productivity [$y = -9.05 \ln (x) + 54.6$] shows to be greater when the extraction distance decreased and revealing that it is possible to extract the wood at 15.20 m³ h⁻¹ for a distance of 78 m and 29.54° (56.67%) of slope, on average, with a 91.66% mechanical availability and operational efficiency of 80.38% and a production cost of 5.03 US\$ m⁻³ by hiring the crane at 76.43 US\$ h⁻¹. This extraction system with crane has high benefits environmental, running and economic, improving logistics for production, forming transport with logs up to 4 m high.

Keywords: Forestry mechanization, Forest extraction and Productivity.

¹ Recebido em 11.11.2010 e aceito para publicação em 15.11.2011.

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <elton.leite@ufv.br>.

³ Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <haroldo@ufv.br>.

⁴ Engenharia de Produção, Celulose Nipo Brasileira S.A. - CENIBRA. E-mail: <ilvanio.guedes@cenibra.com.br>.

⁵ Engenharia Mecânica, Celulose Nipo Brasileira S.A. - CENIBRA. E-mail: <edvaldes.amaral@cenibra.com.br>.

⁶ Ifes -Santa Teresa. E-mail: <elciodgl@hotmail.com>.

1. INTRODUÇÃO

A colheita florestal em áreas acidentadas, ou em condições topográficas desfavoráveis exigem um alto nível de planejamento e detalhamento das operações. Sendo necessário o desenvolvimento de máquinas e equipamentos específicos para essas condições, com o objetivo de minimizar os custos, diminuir a necessidade de mão-de-obra e aumentar a produtividade (LIMA; LEITE, 2002).

No setor florestal a colheita de madeira é a etapa mais importante economicamente, dada à sua elevada participação no custo final do produto e aos riscos de perdas envolvidos na atividade (BIRRO et al., 2002).

De forma geral, a mecanização das atividades de colheita passou a ser muito estudada, com objetivo de atingir maiores produtividades, reduzindo os custos e melhorando as condições de trabalho (BIRRO et al., 2002).

A extração de madeira em áreas acidentadas exige o uso de equipamentos dimensionados para executarem as tarefas nestas condições, que apresentem custos compatíveis e baixo impacto ambientais e proporcionem boas condições de trabalho ao operador (MINETTE, 1988).

Conforme Studier e Binkley (1974) os sistemas de cabos aéreos, guincho-arrastador, balões e helicópteros podem ser aplicados em extração de madeira em terrenos levemente a altamente ondulado, alcançando até 100% de declividade.

O uso do guincho-arrastador (conjunto trator agrícola e guincho TMO) na extração de madeira tem sido alvo de muita discussão e debates técnicos sobre seus danos ambientais e ergonômicos tornando este módulo de extração como uma das piores alternativas. Esta discussão está no fato de que o uso da máquina potencializa notícias máximas de turbidez, assoreamento e vazão (recurso hídrico); e alto grau de erosão do solo (recurso edáfico), isso ocorre devido a abertura de sulcos nos talhões e rompimento das barreiras laterais das estradas (FREITAS et al. 2007).

O arraste de feixes com o guincho-arrastador não se vislumbra, inicialmente, nenhuma medida que possa minimizar o problema, mas entende-se que, em função dos aspectos ambientais negativos provocados por essa operação. Assim, deve-se buscar outras formas

de extração que seja aplicável em áreas de inclinações elevadas, tendo o seu uso futuro diminuído ou descartado (JACOVINE et al., 2005)

Diante do exposto, a utilização do guindaste é uma alternativa em potencial por, teoricamente, facilitar o deslocamento da carga de madeira reduzindo as forças de arraste sobre o solo e, tendo a possibilidade de içamento da carga favorecendo o empilhamento às margens das estradas. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar tecnicamente o desempenho do guindaste na extração de madeira de eucalipto em região montanhosa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em povoamentos de eucalipto pertencentes à CENIBRA - Celulose Nipo Brasileira S.A, no município de Antônio Dias, no estado de Minas Gerais, coordenadas geográficas (projeto Pinhão, talhão 449) latitude 19° 29' 20,59" longitude 42° 45'27,49" e talhão 465 latitude 19° 29' 04,08" longitude 42° 44'36,15", determinadas com auxílio de um GPS geodésico.

O sistema de colheita utilizado foi o de toras curtas, com traçamento de 2,60 metros. As operações de derrubada e traçamento foram realizadas pelo método semimecanizado, com o uso de motosserras e machadinhas, onde a galhada foi disposta na área de corte.

As toras foram empilhadas manualmente formando pequenos eitos para extração. Apesar de relativamente simples, a operação tem como fatores críticos de sucesso a preparação adequada das pilhas de madeira com colocação correta de "travesseiros" para facilitar a passagem do sub-cabo durante a amarração da pilha.

Realizou-se a extração da madeira do talhão até a beira da estrada pelo guindaste, formando as pilhas de madeira destinadas para o carregamento e transporte.

O guindaste utilizado foi da marca TEREX, modelo RT 230 com capacidade para 30 toneladas de carga, equipado com motor cummins modelo 6BT5.9, potência nominal de 130 cv (95,6 kW), direção nas 04 rodas, transmissão power-shift, com 06 velocidades à frente e 06 à ré, com lança telescópica de 04 estágios e alcance máximo de 20 m, giro contínuo da cabina e peso de 26 t, com limite do cabo de arraste de cargas de até 120 m de distância, com 5/8" de diâmetro, conforme mostrado na Figura 1.



Figura 1 – Guindaste TEREX, modelo RT 230, em operação.
Figure 1 – Crane TEREX, RT 230 model, in operation.

A operação foi realizada por um operador e três auxiliares, sendo dois para a movimentação do cabo principal e sub-cabos e um organizando a descarga e soltura do cabo. A lança telescópica foi erguida a uma altura de 12,30 m em relação à estrada, com ângulo de 30° (57,74%).

Após o nivelamento, o guindaste ocupou aproximadamente toda faixa da estrada de aproximadamente 8 metros de largura. A área de coleta de dados foi caracterizada por dois talhões com uma inclinação variado de 18,2° (32,88%) a 37,1° (75,63%), com desvio padrão de 5,23° e coeficiente de variação de 17%, sendo a média de 29,54° (56,67%), para os diversos efeitos de extração.

A área de estudo foi inventariada, com um volume de 322,86 m³ ha⁻¹ e com 0,21 m³ árvore⁻¹ no talhão 01 e 331,93 m³ ha⁻¹ com 0,24 m³ árvore⁻¹ no talhão 02. A largura das estradas onde realizou o experimento foram em média 7,84 metros.

Para a distância de extração superior a 120 m foi utilizado um cabo auxiliar de 30 m com 5/8" de diâmetro, estendendo a distância máxima de arraste em 150m. A distância de extração foi considerada entre a base do feixe de toretes formado na operação de corte até a margem da estrada onde o feixe é depositado. Foram utilizados cinco níveis de extração em função das distâncias de arraste, determinados em faixas de 30 em 30 metros, identificado pelo centro das classes: 15 (0-30m), 45 (30-60m), 75 (60-90m), 105 (90-120m) e 135 (120-150m).

Utilizou um sub-cabo para amarração dos feixes de madeira com diâmetro de 1/2", comprimento de 9 m, montado com presilhas presas, sapatilhas e gancho corrediço de 1/2" para amarração dos feixes.

A análise técnica contemplou um estudo de tempos e movimentos através do uso do método de tempo contínuo cronometrando para cada atividade em cada ciclo. A máquina operou durante 37 dias com média de 68 ciclos por dia. Com intuito de definir o número de observações do ciclo operacional utilizou-se o modelo seguido por Oliveira (2009) especificada pela expressão, para um erro amostral máximo de 5 %.

$$n \geq \frac{t^2 + CV^2}{E^2}$$

em que n = número mínimo de ciclos; t = valor de t; CV = coeficiente de variação(%); E = erro admissível (%).

As etapas desenvolvidas no ciclo operacional foram definidas como: Descida do cabo - referiu-se ao tempo decorrente da ação de deslocar o cabo do guindaste até o feixe de madeira no interior do talhão; Amarração da carga - considerou-se ao período da atividade de amarrar o subcabô no feixe de madeira e engatar o cabo principal; Arraste da carga - compreendeu-se ao tempo de arraste; Içamento e giro da carga - iniciou-se com o içamento da carga e estendeu-se até o momento em que a madeira encontrava-se suspensa sobre a pilha onde iria ser depositada; Descarregamento - referiu-se ao período da operação de deposição do feixe na pilha de madeira.

A coleta de dados foi realizada no turno de trabalho compreendido das 7 às 16 horas, registrando todos os dados do ciclo operacional e volume de madeira extraído, utilizando um cronômetro sexagesimal, uma prancheta e formulários específicos. Foram anotadas também as ocorrências da jornada tais como horas disponíveis, horas trabalhadas, consumo de combustível, tempo parado, atividades do ciclo operacional e condições climáticas.

A produtividade da máquina foi determinada em metros cúbicos de madeira extraída com casca por hora efetiva de trabalho, determinada através do uso da seguinte expressão. Foi computado o peso de madeira no ato do içamento da carga.

$$\text{Pr} \text{od} = \frac{v}{he}$$

em que Prod = produtividade ($\text{m}^3 \text{cc h}^{-1}$); v = volume de madeira extraído ($\text{m}^3 \text{cc}$); e he = horas efetivas de trabalho (h).

A disponibilidade mecânica foi calculada 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, sendo determinada 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).

A eficiência operacional foi quantificado como a porcentagem do tempo efetivamente trabalhado em relação ao tempo total programado para o trabalho (BIRRO, 2002), expressa pela equação:

$$EO = \frac{he}{(he + hp)} \times 100$$

em que EO = eficiência operacional (%); he = horas efetivas de trabalho (h); e hp = horas paradas (h).

Para a análise de custo de produção foi utilizada o valor de contratação do guindaste de 130,00 R\$ h^{-1} ou 76,43 US\$ h^{-1} , contratado pelo prestador de serviço. O custo de extração foi obtido pela seguinte fórmula:

$$CE = \frac{CC}{\text{Pr} \text{od}}$$

em que CE = custo de extração (R\$ m^{-3}); CC = custo horário de contratação (R\$ h^{-1}); Prod = produtividade ($\text{m}^3 \text{cc h}^{-1}$).

3.RESULTADOS

A Figura 2 mostra o percentual médio de cada atividade na composição do ciclo de extração de madeira com o uso do guindaste.

As atividades de descida do cabo e arraste da carga foram semelhantes consumindo um total de 63% do tempo gasto, observou-se que a velocidade do auxiliar deslocando o cabo para posterior engate no feixe de madeira é semelhante a de tracionamento do cabo pelo guindaste (arraste da carga). A etapa de amarração da carga consumiu 7% do total. A otimização deste tempo se deu em virtude dos feixes estarem formados e sistematizados através de travesseiros, que permitiram um amarrado rápido e consistente. Já o descarregamento da carga consumiu 24% do tempo gasto.

O empilhamento caracterizou-se em ocupar uma faixa máxima de 38 m, sendo 19 m à esquerda e 19 m a direita do guindaste, com altura de pilhas de até 4 m.

A Figura 3 mostra o tempo de ciclo em função da distância, nota-se que há um aumento do tempo de ciclo à medida que aumenta a distância.

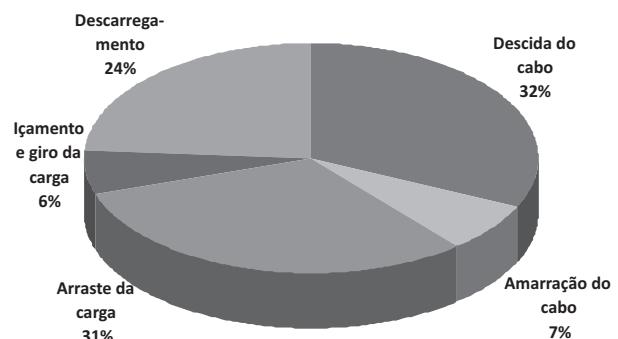


Figura 2 – Distribuição porcentual dos elementos do ciclo operacional do guindaste.

Figure 2 – Percentage distribution of elements of the crane operating cycle.

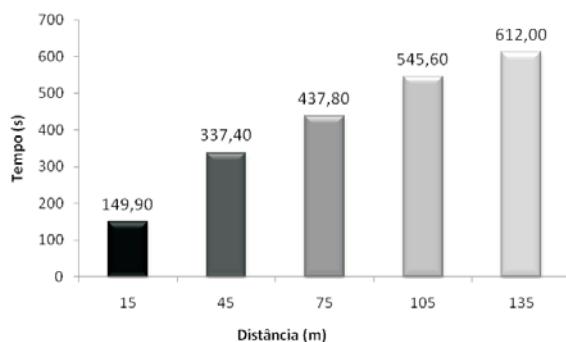


Figura 3 – Tempo médio do ciclo operacional em função da distância de extração.

Figure 3 – Average length of operational cycle in function of extraction time.

Nas atividades de amarração de carga, içamento e giro e descarregamento verificou-se não haver influência da distância, pois os movimentos são os mesmos e as distâncias não são alteradas na operação. As atividades de descer o cabo e arrastar a carga até a estrada são diretamente influenciadas pelas distâncias de extração, implicando em aumento de tempo proporcional ao aumento da distância.

Na atividade de arraste de carga buscou operar com maiores velocidades do guindaste, porém a máquina ficou muito instável devido a obstáculos como cepas, tocos, oscilações do micro relevos, pedras, colocando em risco a operação.

A utilização do guindaste TEREX demonstra que é possível extraír madeira a uma produtividade de $15,20 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ para média de 78 m de distância e $29,54^\circ$ ($56,67\%$) de declividade, em uma floresta com volume de $327 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e $0,23 \text{ m}^3 \text{ árvore}^{-1}$. O tempo médio de ciclo de cada carga foi de 6,55 minutos com volume médio de $1,66 \text{ m}^3$ por carga ou $1294,89 \text{ kg carga}^{-1}$. As velocidades médias de descida e subida do cabo foram $0,82 \text{ m s}^{-1}$ e $0,60 \text{ m s}^{-1}$ respectivamente, apurados através do tempo e distância de extração. O consumo médio de combustível do guindaste foi de $4,56 \text{ L h}^{-1}$.

O tempo médio gasto para deslocamento e mudança de local do guindaste foi de 28,03 minutos, com distância entre pontos em média de 50 m. Normalmente se fazia um deslocamento a cada turno de trabalho de 8 horas.

Na Figura 4 observa-se uma forte correlação entre a produtividade e distância de arraste. O modelo matemático mostra que a distância apresenta correlação

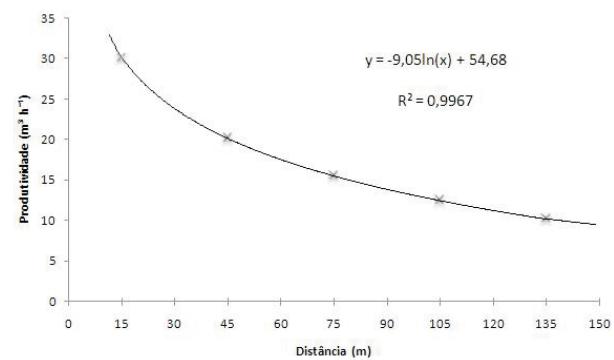


Figura 4 – Produtividade em função da distância de arraste TEREX.

Figure 4 – Productivity in function of distance carrier of TEREX crane.

de 99,67% na produtividade. A equação $y = -9,05 \text{ Ln}(x) + 54,6$, onde x representa a distância e y a produtividade do guindaste.

O custo de extração de madeira foi de $8,73 \text{ R\$ m}^{-3}$ ($5,13 \text{ US\$ m}^{-3}$), para uma disponibilidade mecânica de 91,66% e a eficiência operacional de 80,38%, considerando um custo de contratação de $130,00 \text{ R\$ h}^{-1}$ da máquina.

4. DISCUSSÃO

Oliveira (2009) avaliando técnica e economicamente três tipos de cabos aéreo na extração de *Pinus elliottii*, com 22 anos de idade concluiu que, é possível extraír madeira a uma produtividade de $14,84$, $18,54$ e $16,61 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ para os cabos aéreo da marca Penzsaur K300, K501 e K601 em um volume médio por árvore de $0,42 \text{ m}^3$ e uma declividade média de 36° para o Penzsaur K300, 27° para o K501 e 24° para o K601. os dados evidenciam que, sob condições de terrenos inclinados, a adoção do guindaste TEREX avaliado obteve dados compatíveis com aqueles obtidos por Oliveira 2009, viabilizando o seu uso na extração de madeira de forma segura e eficiente.

Simões (2010) avaliando o cabo Penzsaur K301 - T obteve o rendimento operacional variando de $9,55$ a $23,58 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, para uma distância de extração de até 400 m, com um custo médio de extração de $3,35 \text{ US\$ m}^{-3}$.

Em comparação com um track skidder Caterpillar modelo 527, sob condições de declividade variando de 28° a 32° e distância média de extração de 130 m, obteve-se uma produtividade de $18,00 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ (BIRRO, 2002).

Oliveira et al. (2006) estudando o clambunk skidder da marca Valmet, modelo 890.1 em diferentes condições operacionais, chegou à produtividade de $18,34 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ e um custo de $4,96 \text{ US\$ m}^{-3}$, operando em declividades variando de 18 a 27° e distância de extração de 200 a 250 m .

Comprovando que o guindaste apresenta uma produtividade similar a do track skidder e do clambunk skidder, com a vantagem de apresentar uma compactação mínima no solo, pois a máquina não tem a necessidade de entrar no talhão.

Devido à restrição de pilhas com altura máxima em torno de 1 m , empilhamento manual, na lateral das estradas na extração com o uso do guincho-arrastador, muitas vezes não é possível retirar toda a madeira do talhão de uma vez, por falta de espaço para empilhamento. Tal fato implica em deslocamento da máquina para outro local até que seja retirada a madeira da estrada, retornando, então, para concluir a retirada da madeira do talhão, constituindo aumento de custo por deslocamentos e perdas de eficiência operacional. Já extração de madeira com guindaste permite a formação de pilha de até 4 m .

Tais dados evidenciam que, sob condições de terrenos acidentados, a adoção do guindaste TEREX avaliado obteve dados compatíveis com aqueles obtidos por outras máquinas, viabilizando o seu uso na extração de madeira de forma segura e eficiente.

Em relação à segurança no trabalho percebe-se a redução do risco de acidentes com o guindaste, pois este se encontra bem fixado e não necessita de estar a beira da estrada, isso é incomum o fato do trator com o guincho-arrastador ficar muito próximo à margem da estrada chegando até a entrar nos talhões, podendo ocasionar acidentes graves.

A base fundamental desta discussão está no caso de que autores que avaliaram o uso de guincho-arrastador potencializa degradação de áreas por abrir sulcos nos talhões onde opera deixando o terreno desprotegido da chuva e, ao romper as barreiras nas laterais das estradas, o que permite que enxurradas criem caminhos preferenciais promovendo erosão em sulco e, consequentemente, carreia terra e areia para os rios próximos a estas áreas, promovendo os assoreamentos e contaminação de cursos d'água.

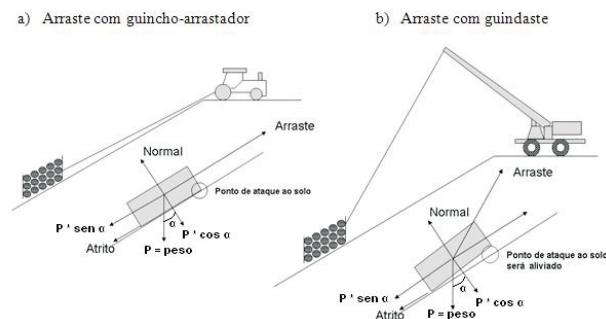


Figura 5 – Diagrama de forças: a) Arraste com guincho-arrastador e b) arraste com guindaste.

Figure 5 – Diagram of forces: a) Drag-carrier with winch and b) drag crane.

Já com o uso do guindaste a preservação da proteção lateral das estradas é devido ao fato de içamento da carga total, evitando anteposição de escoamentos superficiais que promovem a erosão.

Ao contrário do guincho-arrastador, o uso de guindaste na extração florestal permite operação de arraste com menor ação sobre o solo. Isso ocorre devido à direção da força de arraste ter vetor em ângulos diferentes, conforme a Figura 5.

Recomenda-se a adoção de melhorias na habilidade do operador, como treinamento operacional, e melhorias nos controles operacionais, substituir alavancas por comandos em "joystick", e aumentar a capacidade dos pistões das sapatas, visando maior estabilidade do guindaste.

Propõe a substituição do cabo de $5/8"$ por um de $1/2"$ o qual irá permitir alcançar maiores áreas, chegando a 200 m com uma apropriada referência na extração de madeira.

Na atividade de descer o cabo, a utilização de dispositivo mecânico para deslocamento deste sentido guindaste/pilha pode contribuir significativamente para redução do tempo de ciclo e desgaste físico dos auxiliares.

5. CONCLUSÕES

O guindaste diminuiu o tempo gasto com a operação de extração de madeira com a redução da distância. As etapas desenvolvidas no ciclo operacional

demonstram que as velocidades de decida e arraste do cabo são semelhantes, consumindo juntas 63% do tempo. A extração da madeira com o uso do guindaste tiveram uma produtividade de 15,20 m³ h⁻¹ a um custo de 8,73 R\$ m⁻³, com a contratação do guindaste no valor de 130,00 R\$ h⁻¹, com uma disponibilidade mecânica de 91,66% e a eficiência operacional de 80,38% para uma média distância de extração de 78 m e 29,54° (56,67%) de declividade do terreno, em uma floresta de eucalipto com volume de 327 m³ ha⁻¹ e 0,23 m³ árvore⁻¹.

A adoção do sistema de extração de madeira com guindaste proporciona, maiores vantagens ambientais, operacionais e econômicos. O uso do guindaste pode ser um aliado no combate a erosão em áreas declivosas, otimiza-se o local de depósito de madeira as margens das estradas, com empilhamento de 4 metros de altura e o local de operação apresenta boas condições ergonômicas, contribuindo para ganhos de produção.

7. REFERÊNCIAS

BIRRO M. H. B. et al. Avaliação técnica e econômica da extração de madeira de Eucalipto com “track-skidder” em região montanhosa. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.525-532, 2002.

FREITAS, L. C. et al. Avaliação quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal em dois módulos. **Revista Ceres**, v.54, n.313, p.297-308, 2007.

LIMA, J. S. S.; LEITE, A. M. P. Mecanização. In: MACHADO, C. C. (Org.). **Colheita florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p.33-54.

JACOVINE, L. A. G. et al. Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.391-400, 2005.

MINETTE, L. J. **Avaliação técnica e econômica dos tratores florestais transportadores (forwarders), na extração de madeira de eucalipto**. 1988. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.

OLIVEIRA, R. J. **Avaliação técnica e econômica de cabos aéreos na colheita de pinus no município de Cerro Azul – PR**. 2009. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

OLIVEIRA, R. J. et al. Avaliação técnica e econômica da extração de madeira de eucalipto com “clambunk skidder”. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.267-275, 2006.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T.; BANTEL, C. A. Custos e rendimentos operacionais da extração de madeira de eucalipto com cabo aéreo. **Cerne**, v.16, n.2, p.185-192, 2010.

STUDIER, D. D.; BINKLEY, W. V. **Cable Logging Systems-DTM/Pacific Northeast Station, Forest Service/USDA**. Oregon: 1974. 210p.