



## DESEMPENHO DO SKIDDER EM TRÊS CONDIÇÕES DE RELEVO NA EXTRAÇÃO DE MADEIRA

Gabriela Cardozo Alves<sup>1</sup>, Alexandre Arthur Schelbauer<sup>2</sup>, Adriana da Silva Santos<sup>3</sup>, Renato Cesar Gonçalves Robert<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Florestal - Autônoma – [gabriela.alves.florestal@gmail.com](mailto:gabriela.alves.florestal@gmail.com)

<sup>2</sup> Bolsista de Extensão Universitária, Laboratório de Abastecimento e Mecanização Florestal, Universidade Federal do Paraná

<sup>3</sup> Eng. Florestal, Mestre em Agroecossistemas, Professora do Instituto Federal do Paraná

<sup>4</sup> Eng. Florestal, Doutor em Engenharia Florestal, Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

### RESUMO

Objetivou-se por meio desta pesquisa avaliar o desempenho de dois *Skidders* em três condições de relevo distintas com auxílio do estudo de tempos e movimentos. Foram avaliadas as produtividades dos *Skidders* em terrenos classificados como: ondulado, forte ondulado e montanhoso. A coleta de dados efetuou-se durante o mês de Junho de 2013. Com o auxílio de um cronômetro foi possível calcular cada atividade da operação de extração de árvores com *Skidders* através do método de tempo contínuo. Para o cálculo da produtividade dos *Skidders*, foi utilizado o volume médio individual do povoamento de *Pinus taeda* a partir de um inventário pré-corte. Também foi realizado o levantamento das principais causas relacionadas a atrasos e prejuízo a eficiência operacional da máquina. Os resultados mostraram que a produtividade média dos *Skidders* foi de 16,33 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e que a principal causa de prejuízo à eficiência operacional foi o tempo do *Skidder* aguardando a derrubada realizada pelos motosserristas. Concluiu-se que à medida que aumenta a declividade do terreno diminui-se a produção do *Skidder*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arraste, colheita e declividade.

### SKIDDER PERFORMANCE IN THREE CONDITIONS OF TERRAIN IN THE WOOD EXTRACTION

#### ABSTRACT

The objective of this research is the evaluation of two *skidders*' performance in three different slope conditions, using the study of time and movements. The *skidders*' performance was evaluated in terrains classified as: sloped, steep sloped and mountainous. The data was collected in June, 2013. With the usage of a chronometer it was possible to calculate each activity of the tree extraction operation with the *skidders*, through the method of continuous time. For the *skidders* productivity calculation, the average individual volume of a *Pinus taeda* stand, out of a pre-cut survey. A survey on the main causes related to delays and losses on operational efficiency of the machine was also done. The results demonstrated that the average productivity of the *skidders* was of 16,33 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> and that the main cause of loss to operational efficiency was the time the *skidder* waited for the felling done by

the chainsaw crew. The conclusion is that as the terrain slope increases, the *skidders* productivity decreases.

**KEYWORDS:** Dragging, harvesting and slope.

## INTRODUÇÃO

A mecanização das operações de colheita de madeira se intensificou a partir da década de 1990, devido à redução da dependência da mão-de-obra, melhoria das condições de trabalho, um fornecimento regular e cada vez maior de madeira e, principalmente, pela necessidade de redução dos custos de produção, implicando aumento no rendimento das operações (BRAMUCCI & SEIXAS, 2002).

Considerando que as operações de colheita e transporte de madeira representam 50%, ou mais, do total dos custos finais da madeira posta na fábrica (MOREIRA et al., 2004), o aperfeiçoamento das técnicas que tornem a colheita e o beneficiamento da madeira mais racionais torna-se cada vez mais necessário (MINETTE et al., 2004). Isso implica aumento no rendimento das operações de colheita florestal, elevando o nível de produtividade e contribuindo para o aumento na competitividade das empresas florestais (BRAMUCCI & SEIXAS, 2002).

Os *Skidders* são tratores florestais articulados que realizam o arraste das árvores da área de corte até a margem da estrada ou pátio intermediário, podendo o material rodante ser de pneus, semi-esteiras ou esteiras. SOUZA et al., (2002) citaram os principais problemas relacionados à operação de arraste de madeira, como a compactação do solo, passagem da máquina sobre as pilhas de árvores e arraste de material para a margem do talhão, bem como a perda de rendimento em função das condições do solo, do povoamento e do clima. *Choker Skidders* ou *Skidders* de cabo tem a atuação em declividades que chegam a ser superiores a 60% ou 31° (MARAN et al., 2012).

Após o corte florestal as árvores são extraídas do povoamento florestal através de métodos mecanizados e em algumas vezes manuais. A extração mecanizada no Brasil em regiões montanhosas utiliza os seguintes maquinários: trator agrícola com guincho arrastador, suspenso, *forwarders* com semiesteiras adaptadas (até 24° de declividade), *forwarders* com guincho de tração auxiliar, *Skidders* (até 24° de declividade) e os cabos aéreos (*skylines*) (ROBERT, 2013).

O sistema de colheita de árvores inteiras ou *full tree* caracteriza-se a partir de árvores que são cortadas e extraídas inteiras até a beira da estrada. Esta técnica pode ser adotada onde as condições de relevo e topografia são mais acidentadas e as árvores possuem grandes volumes individuais.

BALLE (2012) relata que em áreas de colheita em terrenos acidentados na Alemanha, o sistema de colheita predominante é o sistema de toras longas, onde as árvores são derrubadas e processadas (desgalhadas e destopadas) dentro do maciço florestal com o uso de motosserras ou de acordo com a distância entre ramais de 40 metros com o uso de *harvesters* de esteira, especializados para declividades acima de 17° e que após as operações de corte a extração ocorre por meio de cabos aéreos ou *Skidders* de cabos.

Portanto, de acordo com BANTEL (2010) as operações em terrenos declivosos se resumem em sua maioria na derrubada das árvores e em seguida na sua extração, que geralmente é feita com tratores agrícolas adaptados com guinchos arrastadores, *Skidders* e cabos aéreos, podendo também serem realizados, além da derrubada, o traçamento e o desgalhamento ainda no local de derrubada, porém essas operações são realizadas na sua maioria após a extração.

Este trabalho teve como objetivo avaliar, por meio do estudo dos tempos e movimentos, a operação de extração de árvores com *Skidder*, gerando a porcentagem de tempo ocioso e a produtividade da máquina em três classes de relevo distintas.

## MATERIAL E METODOS

Este trabalho foi conduzido nas áreas de plantios florestais de *Pinus taeda* da empresa Arauco Forest Brasil S.A., especificamente na fazenda Anta Gorda, localizada no Município de Adrianópolis que compõe a região do Vale do Ribeira no Estado do Paraná. A Fazenda Anta Gorda (Figura 1) está localizada a uma latitude de coordenadas N: 7240500 m e E: 700500 m do sistema UTM (SAD 69) e altitude média de 810 m acima do nível do mar. A região apresenta, em grande parte do seu território, relevo ondulado e montanhoso com grandes desníveis altimétricos. Os terrenos da região estão assentados predominantemente sobre rochas calcárias, com alto poder de dissolução sendo comum nessas áreas a presença de dolinas, sumidouros e cavernas, típicas de terrenos cársticos (FRANCÊS, 2011).



**FIGURA 1.** Localização da Fazenda Anta Gorda.  
Fonte: FRANCÊS (2011)

O clima da região segundo a classificação climática de Köppen é Cfb - Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

Nesta pesquisa foram utilizados dois tratores florestais arrastadores *Skidders*, da marca Caterpillar, modelo 545, com tração 4 x 4, potência nominal de 225 hp, equipados com rodados de pneus e guincho (Figura 2).



**FIGURA 2.** *Skidder* Caterpillar modelo 545C  
Fonte: autores

A coleta de dados efetuou-se durante o mês de Junho de 2013. Foi realizado um estudo de tempos e movimentos da operação de arraste, por meio do método de

tempos contínuos conforme metodologia descrita por BARNES (1977). Para a coleta de dados foi utilizado um cronômetro centesimal, uma trena e ficha de coleta de dados. O ciclo operacional da extração de árvores com *Skidders* foi dividido em seis elementos (Quadro 1).

**QUADRO 1.** Fases da operação de extração de árvores com *Skidder*.

Nº	Fase	Descrição	Foto
1	Engate	Momento em que dois auxiliares de colheita engatam com cabos de aço (laços de engate) as árvores, recém derrubadas pelo motosserra, ao cabo mestre do <i>Skidder</i> ;	
2	Guichamento	Recolhimento do cabo do <i>Skidder</i> até a área de saída do ramal;	
3	Arraste	Arraste da madeira da área de saída do ramal até o estaleiro na beira da estrada;	
4	Desengate	Desengate dos cabos (laços de engate) que prendem as árvores ao cabo mestre do <i>Skidder</i> .	
5	Empilhamento	Empilhamento das árvores com auxílio da pá dianteira do <i>Skidder</i> ;	
6	Retorno	Retorno do estaleiro a área do ramal onde será realizado o próximo engate.	

No total foram obtidos dados de 99 ciclos operacionais, para um erro de 10% e  $t=1,7$  conforme demonstra a análise de variância ANOVA na tabela 1 abaixo.

**TABELA 1.** Análise de Variância

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Acumulado
<b>Desvio Padrão</b>	00:02:44	00:01:49	00:01:14	00:00:59	00:00:26	00:01:32	00:04:22
<b>Média</b>	00:05:33	00:01:39	00:01:18	00:01:46	00:00:59	00:00:53	00:12:19
<b>CV (%)</b>	49,3	109,6	95,6	55,8	44,9	173,1	35,5
<b>n</b>	99	99	91	91	72	72	99
<b>t</b>	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
<b>N</b>	24	120	91	31	20	300	13
<b>Erro</b>	10						

A declividade do terreno foi considerada como a inclinação das trilhas de arraste, classificada como ondulado, forte ondulado e montanhoso de acordo com a tabela 2.

**TABELA 2.** Declividade do terreno

Relevo	Declividade (graus)
Plano	0 a 1,7
Suave Ondulado	1,8 a 4,6
Ondulado	4,7 a 11,3
Forte Ondulado	11,4 a 24,2
Muito forte ondulado ou Montanhoso	24,3 a 36,9
Escarpado	Acima de 37

Fonte: Adaptado de ROBERT (2013)

A distância de extração considerada foi a distância percorrida pela máquina carregada entre o ramal do talhão e a margem da estrada, onde estava localizado o estaleiro. A distância de extração foi medida em metros.

Na figura 3 o *Skidder* estava na área do ramal, aguardando os operadores engatar os laços de engate das toras ao cabo mestre da máquina. A figura 4 é fase anterior a da figura 3, em que a máquina esta entrando no ramal.



**FIGURA 3.** *Skidder* na área de extração, com dois operadores engatando as toras e com harvester processando as toras retiradas na parte posterior da imagem.

Fonte: autores



**FIGURA 4.** *Skidder* entrando no ramal do talhão.

Fonte: Autores

A figura 5 representa a máquina no momento em que está aguardando a liberação de derrubada das árvores pelos motosserristas para dar continuidade a atividade em outro ramal, pertencendo ou não, ao talhão anterior.



**FIGURA 5.** *Skidder* aguardando a liberação da área de derrubada.

Fonte: Autores

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ciclo operacional observou-se que em média são retiradas aproximadamente cinco árvores por ciclo. O número de árvores retiradas está relacionado com a declividade do terreno e com o Volume Médio Individual (VMI) das árvores, que na área de estudo é de aproximadamente  $0,6 \text{ m}^3 \text{ árvore}^{-1}$ . De maneira geral, em média, constatou-se que os *Skidders* retiraram 27 árvores por hora (tabela 3).

**TABELA 3.** Rendimento Médio do *Skidder* em três condições de relevo

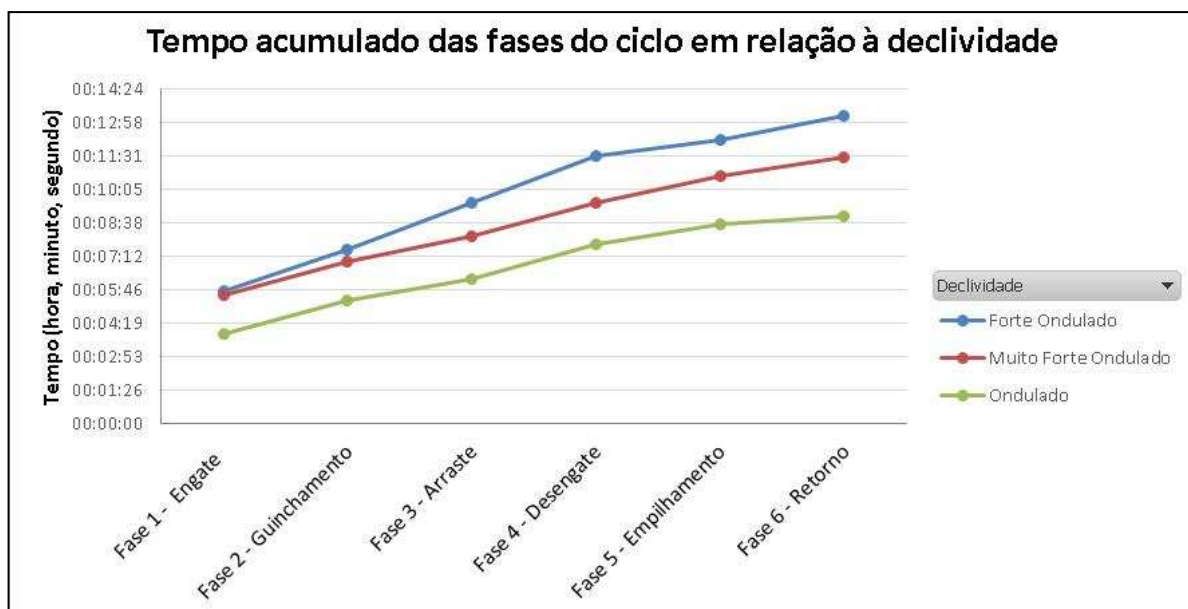
Declividade	Árvores/hora	m <sup>3</sup> /hora
Ondulado	31,31	18,78
Forte Ondulado	27,77	16,66
Muito Forte Ondulado (Montanhoso)	25,44	15,26
Média Geral	27,23	16,33

A média de  $16,33 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  encontra-se mais próxima da média obtida para a declividade fortemente ondulada, o que pode indicar que o uso do *Skidder* esteja mais adequado em relevos planos até forte ondulados. Isto não impede que o *Skidder* seja usado na extração em declividades acima de  $24,3^\circ$  (relevo montanhoso). Entretanto, levando-se em conta questões de segurança e de produtividade deve ser ponderada a aplicação da extração em relevo montanhoso para casos de extrema necessidade.

LOPES et al. (2013) analisando cabos aéreos na mesma região obtiveram a produtividade de  $23 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  mostrando que os cabos aéreos são uma opção de extração mais produtiva, entretanto deve-se levar em consideração o tempo para a instalação das torres de cabos aéreos como fator importante a ser avaliado na produtividade da extração por cabos aéreos.

O comportamento dos resultados corroboram com o mesmo comportamento dos resultados apresentados por BIRRO et al. (2002) que atestam que a medida que aumenta-se a declividade do terreno, diminui-se a produtividade de um *Skidder* de esteiras estudado na extração de *Eucalyptus grandis*.

O tempo acumulado está diretamente relacionado à condição meteorológica e principalmente a declividade do terreno. A média total do ciclo para terreno forte ondulado foi de 9 minutos e 58 segundos, para o muito forte ondulado (montanhoso) foi de 08 minutos e 42 segundos e para o ondulado foi de 6 minutos e 47 segundos, entretanto o número de árvores retiradas na declividade muito forte ondulado (montanhosa) foi de 25,44 árvores por hora, enquanto que no forte ondulado é de 27,77 árvores por hora e no ondulado 31,31 árvores por hora. A Figura 6 demonstra a distribuição do tempo no decorrer das fases da operação.



**FIGURA 6.** Tempo acumulado das fases do ciclo da operação em relação à declividade.

O tempo acumulado gasto pelo *Skidder* no terreno forte ondulado mostrou-se mais irregular quando comparado a terrenos montanhosos ou muito forte ondulados. Além disso, o *Skidder* gastou de modo geral mais tempo nas fases da operação realizadas em terreno menos declivoso. Alguns fatores podem ter influenciado este comportamento como as condições climáticas durante a coleta de dados em ambos

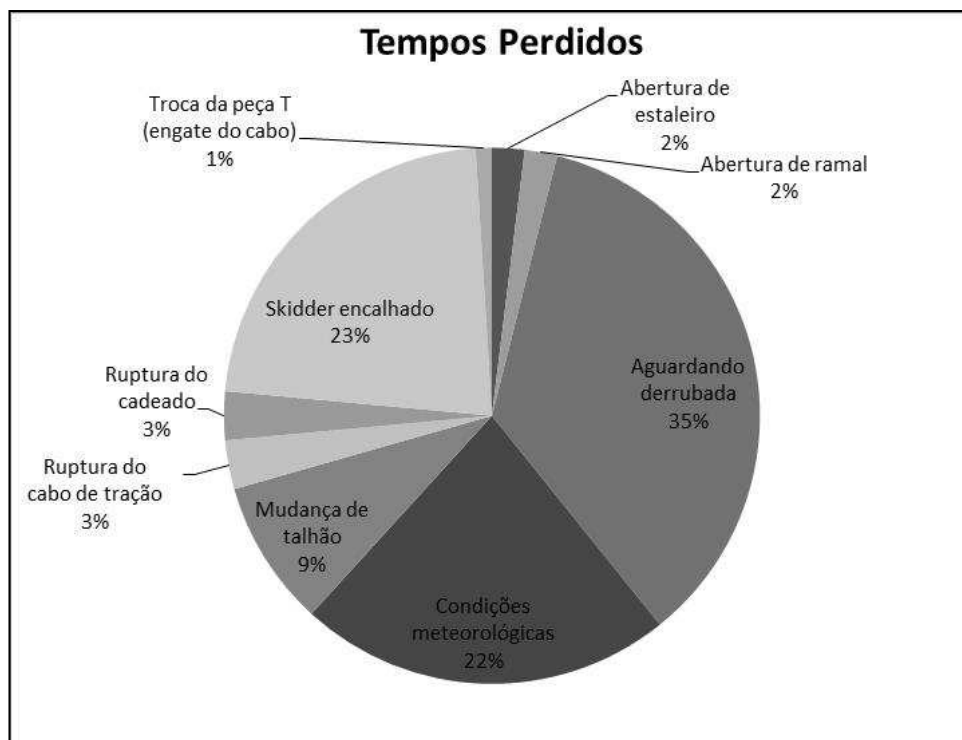
terrenos. O tempo nas fases de engate e guinchamento apresentou pouca diferença em terrenos forte e muito forte ondulados, enquanto que a fase de retorno da classe ondulado é a que mais se diferencia com relação ao tempo das classes de relevo superiores. Os valores gastos em cada fase da operação são demonstrados na tabela 4.

**TABELA 4.** Tempo médio de casa fase da operação

Número	Fases	Tempo médio (minutos e segundos)
01	Engate	05min 33seg
02	Guinchamento	01min 39seg
03	Arraste	01min 18seg
04	Desengate	01min 46seg
05	Empilhamento	00min 59 seg
06	Retorno	00 min 53 seg

A primeira fase da operação ocupou, em média, mais de 50% do tempo total acumulado. Esta fase está diretamente relacionada a agilidade dos auxiliares, para que no momento em que o *Skidder* esteja arrastando as árvores até o estaleiro, empilhando e voltando ao local do retorno os auxiliares já estejam com as próximas árvores pré-engatadas.

O tempo de aguardo da derrubada das árvores pelo motosserrista foi a principal causa dos tempos perdidos, abrangendo 36% das causas. Na sequência as condições meteorológicas e problemas com *Skidder* encahado foram às segundas maiores causas com 23% cada. Na sequência a mudança de talhão abrangeu 9% dos tempos perdidos. Os outros motivos com menor relevância são detalhados na figura 7.



**FIGURA 7.** Tempos perdidos na operação de extração de árvores com *Skidder*.



O tempo em que a máquina esteve aguardando a derrubada das árvores para dar início à próxima área de exploração foi o maior destaque dentre os tempos perdidos, com 35%, esse fato pode estar atrelado à falta de organização e planejamento da operação de extração de árvores com *Skidder*. Segundo LOPES et al., 1999 a colheita de madeira necessita de bom planejamento, pois é uma atividade complexa por causa dos inúmeros fatores biológicos, ambientais, técnicos, humanos e econômicos que a afetam, quer seja direta ou indiretamente.

Os resultados demonstram que o clima também afetou diretamente a operação, principalmente em áreas acidentadas, pois o solo instável e com grande umidade ocasionou o encalhamento da máquina, causa de 23% dos tempos perdidos. Em consequência, as condições meteorológicas chegaram a influenciar ao ponto de paralisar a operação, causa de 22% dos tempos perdidos, justificando que a extração de madeira, quando executada em áreas acidentadas, exige um alto nível de planejamento das operações e bom dimensionamento para o uso de máquinas e equipamentos que sejam capazes de executar as operações contemplando os custos, as condições de trabalho e as interferências no meio ambiente (MINETTE, 1988; PENNA, 2009).

Fatores referentes à ruptura e desgaste de peças com grande uso durante a operação, como ruptura do cadeado, ruptura do cabo de tração e troca da peça T, somaram 7% do tempo total perdido, podendo estar essa frequência relacionada com o mau uso das peças ou com a qualidade das mesmas. Entretanto, vale ressaltar que a função da manutenção preventiva, juntamente com inspeções, é reduzir as paradas corretivas, que são indesejáveis, por não apresentarem previsibilidade. Dessa forma o planejamento das manutenções é fundamental para aumentar a eficiência das máquinas florestais, de maneira geral, uma vez que estas máquinas trabalham em locais isolados e distantes (LINHARES et al., 2012).

Para aumentar a produtividade, diminuir os riscos de acidentes e eliminar as doenças de trabalho, deve-se considerar maior organização dos métodos e técnicas de trabalho e, ainda, estabelecer pausas de descanso para os operadores que estejam bem distribuídas durante a jornada de trabalho (BRIONES et al., 2006). Na extração de madeira, o melhor desempenho depende diretamente do conhecimento do volume da floresta, do planejamento criterioso das operações de corte, extração, carregamento, transporte e descarregamento, o que evita acidentes, proporcionando maior produtividade da mão-de-obra, menor ociosidade dos trabalhadores e menores custos (SEIXAS, 2002). Outros fatores, como volume e rendimento da máquina, clima, precipitação e treinamento dos operadores, influenciam também não só a extração, mas sim a atividade florestal como um todo (OLIVEIRA et al., 2006).

## CONCLUSÕES

- Existe a diminuição da produtividade do *Skidder* com o aumento da declividade do terreno.
- O tempo gasto na operação não foi proporcional à declividade, a classe forte ondulado superou a muito forte ondulado (montanhosa) e a classe ondulado teve um tempo inferior as demais.
- A derrubada é a principal responsável por diminuição da taxa de utilização do *Skidder* em terrenos de ondulados a montanhosos.

## REFERÊNCIAS

- BALLE, F. **Motormanuelle Starkholzernte am steilen Hang mit traktionswindenunterstütztem Forstspeziialschlepper.** Masterarbeit, Albert Ludwigs Universität, Freiburg im Breisgau, Freiburg, Alemanha, 2012.
- BANTEL, C. A. **Estudo de diferentes sistemas de colheita de *Eucalyptus spp.* em área montanhosa.** Tese (Doutorado) – UNESP, Botucatu, 2010.
- BARNES, R. M. **Estudos de movimentos e de tempos:** projeto e medida do trabalho. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 635p.
- BIRRO, M. H. B.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P.; MINETTI, L. J. Avaliação técnica e econômica da extração de madeira de eucalipto com “track-skidder” em região montanhosa. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.525-532, 2002.
- BRAMUCCI, M.; SEIXAS, F. Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “harvesters” na colheita florestal. **Scientia Forestalis**, n.62, p.62-74, 2002.
- BRIONES, P. C.; SOTOMAYOR, A. F.; CAVIERES, P. V. Evaluación técnica de un sistema tradicional de cosecha en plantaciones de *Eucalyptus globulus* de corta rotación en Valdivia, Chile. **Bosque**, v.27, n.3, p.272-276, 2006.
- FRANCES, H. J. S. **Análise da Técnica de Cabos Aéreos na Colheita de Pinus sp. no Município de Adrianópolis** – PR. Trabalho de Conclusão de Curso para título de Especialista em Gestão Florestal, 2011.
- LINHARES, Mariana et al. EFICIÊNCIA E DESEMPENHO OPERACIONAL DE MÁQUINAS HARVESTER E FORWARDER NA COLHEITA FLORESTAL. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 42, n. 2, p. DOI: 10.1590/S1983-40632012000200007, 2012.
- LOPES, E. S.; RUDEK, A. R.; OLIVEIRA, D.; GONÇALVES, S. B. Influência da distância de guinchamento e de extração na produtividade de um sistema de cabos aéreos em região montanhosa. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1696-1704, 2013.
- LOPES, E. S. et al. Influência de alguns aspectos ergonômicos e sociais no planejamento da colheita florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 4., 1999, Campinas. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 1999. p.322-330.
- MARAN, J. C.; RAMOS, J. A. M.; ROBERT, R. C. G. Extração florestal. In ROBERT, R. C.G. **Guia prático de operações florestais na colheita de madeira.** 1ª edição. Curitiba: Editora Imprensa UFPR, 2012.
- MINETTE, L. J. et al. Análise técnica e econômica do Forwarder em três subsistemas de colheita em florestas de eucalipto. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.91-297, 2004.

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

MOREIRA, F. M. T. et al. Avaliação operacional e econômica do “Feller-Buncher” em dois sistemas de colheita de florestas de eucalipto. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.199-205, 2004.

OLIVEIRA, R.J. et al. Avaliação Técnica e Econômica da Extração de Madeira de Eucalipto com “Clambunk Skidder”. R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.267-275, 2006.

PENNA, E.S. Avaliação ergonômica e ambiental de cabos aéreos na colheita de pinus em Cerro Azul, PR. 2009. 155p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

ROBERT, R. C. G; **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita mecanizada em plantios de Eucalyptus spp. em duas condições de relevo acidentado**. 112p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SEIXAS, F. Extração. In: MACHADO, C. C. (Org.). Colheita florestal. Viçosa: UFV, p. 89-128, 2002.

SOUZA, A. P. et al. Perspectivas na área de colheita e transporte florestal. **Revista da Madeira**, n.51, p.52-62, 2002.