



## O desempenho de *harvester* de pequeno porte no primeiro desbaste de pinus é superior em método totalmente seletivo

Marcelo Bonazza<sup>1</sup>  
Jean Alberto Sampietro<sup>2</sup>  
Alaercio Denega<sup>3</sup>  
Flávio Henrique Schallenger Alves<sup>4</sup>  
Altimar Marsaro<sup>5</sup>  
Mário Dobner Júnior<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina ([marcelo.bonazza@ufsc.br](mailto:marcelo.bonazza@ufsc.br)), <sup>2</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina ([jean.sampietro@udesc.br](mailto:jean.sampietro@udesc.br)), <sup>3</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina ([alaerciodenega@gmail.com](mailto:alaerciodenega@gmail.com)), <sup>4</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina ([flavioschallenger@outlook.com](mailto:flavioschallenger@outlook.com)), <sup>5</sup>Universidade Federal de Santa Catarina ([al\\_timar@live.com](mailto:al_timar@live.com)), <sup>6</sup>Florestal Gateados LTDA ([mario@gateados.br](mailto:mario@gateados.br))

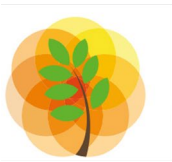
**RESUMO:** *Este trabalho objetivou comparar o desempenho de um harvester de pequeno porte em diferentes métodos de trabalho no primeiro desbaste de pinus aos 8 anos. O estudo foi conduzido em áreas planas de uma empresa no sudeste do Paraná. Empregou-se delineamento em blocos casualizados com três repetições, testando-se quatro tratamentos: desbaste misto por baixo com remoção da 5ª linha (A); misto pelo alto com remoção da 5ª linha (B); misto pelo alto com remoção da 10ª linha (C); totalmente seletivo pelo alto (D). Estudo de tempo e movimentos ao nível de elemento do ciclo foi realizado para mensurar os tempos consumidos e a produtividade. Os tratamentos influenciaram significativamente os tempos com deslocamento e busca e derrubada árvores, resultando em uma produtividade significativamente maior no tratamento D e menor no A (média de 12,53 versus 11,41 m<sup>3</sup> PMH<sub>0</sub><sup>-1</sup>, respectivamente). O volume das árvores também influenciou o tempo total do ciclo e a produtividade, de modo que os tratamentos que proporcionaram maior volume médio por ciclo (D e B), foram aqueles de melhor desempenho. O desbaste totalmente seletivo pelo alto foi o tratamento em que o harvester de pequeno porte apresentou melhor desempenho operacional no corte de pinus em primeiro desbaste.*

*Palavras-chave:* desbaste de pinus, corte florestal, estudo do trabalho florestal

### Introdução

O desbaste é um dos tratamentos silviculturais mais importantes no manejo de florestas plantadas destinadas à produção de madeira (Lopes et al., 2016). Consiste na retirada racional e criteriosa de parte das árvores de um povoamento, de modo a permitir a regulação da competição entre as árvores remanescentes, quanto à água, luz e nutrientes, e conseqüentemente, resultando em árvores com maior valor agregado em termos de produção, qualidade e diversidade de usos da madeira (Bonazza et al., 2020).

Contudo, neste tipo de operação, o pequeno tamanho das árvores, os cuidados para não causar danos nos indivíduos remanescentes e a limitação de acesso e mobilidade do maquinário no interior do povoamento, restringem o desempenho operacional e aumentam os custos de produção, o que por



vezes limita a rentabilidade e viabilidade do trabalho (Oikari et al., 2010), sobretudo, em intervenções de primeiro desbaste, onde as condições operacionais tendem a ser ainda mais restritivas do que em intervenções de desbastes posteriores (Spinelli, 2004).

Desse modo, a busca pelo aumento da produtividade e redução de custo tem sido fator-chave para que novas tecnologias sejam desenvolvidas os processos aperfeiçoados. Para tanto, a análise operacional de máquinas e equipamentos de colheita por meio do estudo do trabalho, tem importância por ser fundamental dando suporte às correções e alterações no processo de produção e, sobretudo, desenvolvimento tecnológico das atividades florestais (Ackerman et al., 2014).

O teste de novas alternativas de maquinário, sobretudo para operações de difícil execução, como é o caso dos desbastes, é fundamental no processo de desenvolvimento tecnológico das operações de colheita. Nesse sentido, o presente estudo objetivou comparar o desempenho operacional de um *harvester* de pequeno porte em diferentes métodos de trabalho no primeiro desbaste de *Pinus taeda* L. aos 8 anos de idade.

## **Material e métodos**

O estudo foi conduzido em áreas planas de uma empresa no sudeste do Paraná. O povoamento florestal no experimento tinha 27,5 hectares de área total, com 7 anos de idade, densidade inicial de 1.333 árv ha<sup>-1</sup> com 2,3% de falhas, tendo antes da intervenção, diâmetro à altura do peito médio de 18,2 cm, altura total média de 10,8 m, área basal de 35 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> e volume médio de 0,112 m<sup>3</sup> árv<sup>-1</sup>.

O método de colheita empregado era o de toras curtas (*cut-to-length*), com *harvester purpose-built* Vimek 404 T6 de pneus com motor de 44,7 kw de potência realizando as atividades de corte. Foram avaliados quatro métodos de trabalho (tratamentos): A) desbaste sistemático com remoção da 5ª linha + seletivo por baixo; B) desbaste sistemático com remoção da 5ª linha + seletivo pelo alto; C) desbaste sistemático com remoção da 10ª linha + seletivo pelo alto; e, D) desbaste totalmente seletivo pelo alto. Em geral, nos tratamentos cerca de 40% das árvores do povoamento foram cortadas.

Estudos de tempos e movimento ao nível de elementos do ciclo foi conduzido empregando-se delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições de, aproximadamente, 2 ha de área. O ciclo de trabalho do *harvester* foi dividido nos seguintes elementos: deslocamento entre árvores, busca e derrubada da árvore e processamento. Os tempos consumidos em cada elemento foram mensurados por meio da técnica de cronometragem de tempo individual com uso de com uso de cronômetro digital e formulários específicos.

Os dados foram, primeiramente, analisados por estatística descritiva, depois submetidos ao



teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov com posterior a análise de correlação de Pearson ( $r$ ) e, por fim, análise de variância por Modelo Linear Geral.

## Resultados e discussão

No total foram avaliados 5.710 ciclos de trabalho do *harvester*, resultando em um erro de amostragem da produtividade de 1,0%. O tempo consumido no deslocamento entre árvores teve correlação negativa com a produtividade ( $r = -0,42$ ;  $p < 0,01$ ), apresentando o menor valor no tratamento B (Tabela 1). A busca e derrubada de árvores também apresentou correlação negativa com a produtividade ( $r = -0,63$ ;  $p < 0,01$ ) e o tratamento D mostrou o menor consumo de tempo nessa etapa (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) dos tempos consumidos no ciclo de trabalho, tempo total e volume por ciclo e produtividade para os tratamentos avaliados.

Métrica de desempenho	Tratamentos			
	A	B	C	D
Tempos consumidos no ciclo (s m <sup>-3</sup> )				
Deslocamento entre árvores	74,8 ( $\pm 38,9$ )	60,7 ( $\pm 30,5$ )	79,1 ( $\pm 41,4$ )	68,3 ( $\pm 40,1$ )
Busca e derrubada de árvores	104,3 ( $\pm 52,7$ )	108,8 ( $\pm 51,1$ )	93,4 ( $\pm 47,4$ )	88,0 ( $\pm 39,5$ )
Processamento de árvores	168,8 ( $\pm 67,6$ )	164,7 ( $\pm 74,3$ )	165,5 ( $\pm 82,1$ )	158,9 ( $\pm 73,3$ )
Tempo total do ciclo (s m <sup>-3</sup> )	347,8 ( $\pm 111,8$ )	333,9 ( $\pm 112,0$ )	338,0 ( $\pm 117,6$ )	315,2 ( $\pm 103,4$ )
Volume por ciclo (m <sup>3</sup> ciclo <sup>-1</sup> )	0,099 ( $\pm 0,010$ )	0,118 ( $\pm 0,006$ )	0,112 ( $\pm 0,002$ )	0,118 ( $\pm 0,004$ )
Produtividade (m <sup>3</sup> PMH <sub>0</sub> <sup>-1</sup> )	11,41 ( $\pm 3,59$ )	11,86 ( $\pm 3,54$ )	11,87 ( $\pm 3,84$ )	12,53 ( $\pm 3,65$ )

Tratamentos: A - desbaste sistemático com remoção da 5ª linha + seletivo por baixo; B - desbaste sistemático com remoção da 5ª linha + seletivo pelo alto; C - desbaste sistemático com remoção da 10ª linha + seletivo pelo alto; D - desbaste totalmente seletivo pelo alto; PMH<sub>0</sub>: hora-máquina produtiva livre de interrupções.

O processamento foi o elemento que mais consumiu tempo no ciclo de trabalho do *harvester* (média geral de 49%), sendo esse comportamento esperado conforme outros trabalhos a literatura (Spinelli, 2004; Erber et al., 2016). Dessa forma, esse elemento do ciclo apresentou a maior correlação negativa com a produtividade ( $r = -0,74$ ;  $p < 0,01$ ).

O tempo em deslocamento entre árvores apresentou diferenças quando comparados os diferentes tratamentos, volume médio das toras e declividade. A busca e derrubada das árvores que, embora não tenha mostrado dependência da declividade, apresentou diferenças em relação aos tratamentos, volume médio por tora e sentido de operação. A etapa de processamento, por sua vez, não apresentou dependência dos tratamentos e de nenhuma das demais covariáveis estudadas (Tabela 2).



**Tabela 2.** Análise de variância por Modelo Linear Geral dos tempos consumidos no ciclo de trabalho e da produtividade do corte com *harvester* em primeiro desbaste.

Fator de variação	Métrica de desempenho operacional				
	DV	BD	PR	TT	$P_{PMH}$
Tratamento	24,10**	20,37**	1,07 <sup>ns</sup>	24,10**	5,43**
Sentido de operação	0,55 <sup>ns</sup>	13,98**	0,00 <sup>ns</sup>	1,51 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>
Volume médio das árvores	50,99**	38,32**	0,73 <sup>ns</sup>	50,99**	30,83**
Declividade	5,74*	0,27 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	5,74*	3,32 <sup>ns</sup>

DV: deslocamento entre árvores; BD: Busca e derrubada de árvores; PR: Processamento de árvores; TT: Tempo total do ciclo; Sentido de operação: aclone ou declive;  $P_{PMH}$ : produtividade em hora-máquina produtiva livre de interrupções; \*\*significativo a 1%; \*significativo a 5%; <sup>ns</sup> não significativo.

O efeito dos tratamentos foi significativo na produtividade do *harvester*, sendo que o método de trabalho que resultou, em média, no menor tempo total do ciclo e maior produtividade foi o tratamento D, no qual o desbaste foi executado de forma totalmente seletiva pelo alto (Tabela 2).

Cabe destacar que o volume médio das árvores também demonstrou efeito sobre a produtividade (Tabela 2), que tendeu a aumentar com o corte de árvores de maior volume médio individual. Essa tendência tem sido demonstrada em diversos outros trabalhos da literatura (Spinelli, 2004; Rodrigues et al., 2019; Bonazza et al., 2020), os quais corroboram com os resultados do presente estudo.

## Conclusão

O desbaste totalmente seletivo pelo alto (tratamento D) teve o melhor desempenho operacional, pois apresentou menor consumo de tempo no ciclo de trabalho, sobretudo pelo menor dispêndio em atividades de busca e derrubada das árvores. Além disso, o maior volume individual das árvores observado nesse tratamento contribuiu para o aumento da produtividade do *harvester*. Desse modo, recomenda-se a adoção deste método de trabalho para o corte de árvores em primeiro desbaste mecanizado de pinus com *harvester* de pequeno porte dentro das condições operacionais avaliadas.

## Referências Bibliográficas

ACKERMAN, P.; GLEASURE, E.; ACKERMAN, S.; SHUTTLEWORTH, B. Standards for time studies for the South African forest industry. South African: ICFR/FESA, 2014. 49 p.

BONAZZA, M.; DOBNER JÚNIOR, M.; NOVACK JÚNIOR, N.S.; SAMPIETRO, J.A. Desempenho operacional e custos de desbaste pré-comercial semimecanizado em *Pinus taeda* L.. Scientia forestalis, v.48, n.125, e3064, 2020. <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n125.08>



ERBER, G.; HOLZLEITNER, F.; KASTNER, M.; STAMPFER, K. Effect of multi-tree handling and tree-size on harvester performance in small-diameter hardwood thinnings. *Silva Fennica*, v.50, n.1, id1428, 17p, 2016. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1428>

LOPES, E.S.; DINIZ, C.C.C.; SERPE, E.L.; CABRAL, O.M.J.V. Efeito do sortimento da madeira na produtividade e custo do forwarder no desbaste comercial de *Pinus taeda*. *Scientia forestalis*, v. 44, n. 109, p. 57-66, 2016.

OIKARI, M.; KÄRHÄ, K.; PALANDER, T.; PAJUOJA, H.; OVASKAINEN, H. Analyzing the views of wood harvesting professionals related to the approaches for increasing the cost-efficiency of wood harvesting from young stands. *Silva Fennica*, v.44, n.1, p. 481-495, 2010.

RODRIGUES, C.K.; LOPES, E.S.; PEREIRA, A.L.N.; SAMPIETRO, J.A. Effect of individual tree volume on operational performance of harvester processor. *Floresta*, v.49, n.2, p. 345-352, 2019. <https://doi.org/10.5380/ufv.v49i2.58233>

SPINELLI, R. HARVESTING OF THINNINGS. IN.: BURLEY, J.; EVANS, J.; YOUNGQUIST, J.A. *Encyclopedia of Forest Sciences*. Amsterdam: Elsevier, 2004, p.252-259.

