

DESEMPENHO OPERACIONAL DE *HARVESTER* E *FORWARDER* EM DIFERENTES MÉTODOS DE TRABALHO NO DESBASTE DE *PINUS*¹

Flavio Henrique Schallenberger Alves², Jean Alberto Sampietro³; Leonardo Poleza Lemos⁴

¹ Vinculado ao projeto “Análise operacional e de custos de operações de colheita da madeira”

² Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal – CAV/UDESC – Bolsista PROBIC/UDESC

³ Orientador, Departamento de Engenharia Florestal – CAV/UDESC - jean.sampietro@udesc.br

⁴ Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal – CAV/UDESC

Uma parte significativa dos povoamentos de *Pinus* no Brasil objetivam a produção de multiprodutos para diversos segmentos da indústria florestal, como serraria, laminação, celulose e energia. Assim, para alcançar a qualidade ideal da matéria prima, é imprescindível a aplicação de tratamentos silviculturais nos plantios, como o desbaste, que consiste na retirada criteriosa de algumas árvores do povoamento, regulando a competição, visando melhorar o desenvolvimento e agregar valor econômico as árvores remanescentes.

Em cenários onde utiliza-se tratores florestais como o *harvester* e *forwarder* para realizar o desbaste, a limitação de acesso dos equipamentos e a necessidade de evitar danos as árvores remanescentes impulsionam a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, visando o aperfeiçoamento dos processos florestais.

Dessa forma, a análise operacional de máquinas de colheita demonstrou ser uma ferramenta poderosa para o progresso da produção, visando o desenvolvimento tecnológico das atividades. Assim, o presente estudo comparou diferentes métodos de trabalho no primeiro desbaste em um povoamento de *Pinus taeda*, através da análise do desempenho operacional de um sistema de colheita de pequeno porte composto por *harvester* e *forwarder*.

O estudo foi elaborado no município de Rio Negrinho – PR, numa área de 27,5 hectares, com o povoamento possuindo no momento 8 anos de idade e densidade inicial de 1333 árvores por hectare, com espaçamento de 3 x 2,5 m. O corte, processamento e empilhamento das toras foi realizado pelo trator florestal *harvester* modelo Vimek 404 T6, enquanto que o baldeio foi feito pelo trator florestal *forwarder* modelo Vimek 610.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, testando-se quatro tratamentos com diferentes métodos de trabalho, onde: A) Retirada da 5ª linha sistemática com desbaste por baixo; B) Retirada da 5ª linha sistemática com desbaste pelo alto; C) Retirada da 10ª linha sistemática com desbaste pelo alto; D) Retirada 100% seletiva com desbaste pelo alto.

O desempenho dos equipamentos foi analisado através de estudo de tempos e movimentos ao nível de elementos de ciclo, determinando-se os tempos consumidos e produtividade por hora máquina produtiva livre de interrupções (P_{PMH0}), onde para o *harvester* considerou-se deslocamento entre árvores (DV), busca e derrubada (BD) e processamento (PR), enquanto que para o *forwarder*, foi considerado a viagem vazio (VV), manobra e carregamento (MC), viagem carregado (VC) e manobra e descarregamento (MD).

Considerou-se as co-variáveis volume médio individual (VMI), sentido de operação (SE) e declividade (DC) para o *harvester* e SE, distância de extração (DE) e DC para o *forwarder*. Os fatores tratamento (TR) e bloco (BL) foram examinados para ambos os equipamentos. Utilizando o software estatístico Statgraphics, os dados foram submetidos a ANOVA por General Linear Model (GLM) e correlação de *spearman*.

Para o *harvester*, o elemento de ciclo DV no método de trabalho C retornou o maior tempo consumido, correspondendo a 79,1 PMSec.m⁻³. O resultado da ANOVA e *Pearson* apontaram significância e influência do VMI nesse elemento de ciclo, tendo correlação negativa (valor $f = 50,99$ e $r = -0,14$; $p > 0,01$) e significando que quanto maior o volume das árvores cortadas, maior foi o tempo de deslocamento.

O menor tempo consumido no DV ocorreu no método de trabalho B, onde realizou-se a remoção da quinta linha de forma sistemática e posteriormente fez-se o corte seletivo pelo alto das duas linhas adjacentes a linha sistemática, retirando as maiores árvores.

A BD apresentou o melhor resultado no método de trabalho D, que obteve tempo consumido médio de 88,0 PMSec.m⁻³ empregando o método totalmente seletivo. O VMI também influenciou nessa etapa, onde a correlação negativa do diâmetro das árvores apontou mais tempo consumido no elemento de ciclo em classes maiores ($r = -0,12$; $p > 0,01$).

Ambos os elementos de ciclos (DV e BD) tiveram influência da co-variável VMI, que está associada ao método de trabalho utilizado. A melhor produtividade foi obtida no método D (12,53 m³.PMH₀⁻¹), influenciado pelos melhores valores de tempo em BD e pela maior intensidade do desbaste. Por sua vez, as co-variáveis não foram significativas para o PR. A ANOVA apontou efeito significativo do VMI na P_{PMH0} (valor $f = 30,83$), mostrando que a dimensão das árvores afeta o desempenho do *harvester*.

Para o *forwarder* a VV no método de trabalho A retornou o menor tempo consumido (24,9 PMSec.m⁻³), enquanto o método de trabalho B teve os maiores tempos despendidos (46,7 PMSec.m⁻³). A diferença no tempo consumido em VV no método de trabalho A quando comparado com o método de trabalho B é explicada pela DE, que teve sua significância e influência atestadas pela análise de variância e teste de correlação (valor $f = 1089,51$ e $r = 0,89$; $p > 0,01$).

Quanto a VC, o menor tempo consumido também foi obtida no método de trabalho A, onde a média foi 25,1 PMSec.m⁻³, valor significativo quando comparado ao método de trabalho D, com média de tempo consumido sendo 45,3 PMSec.m⁻³.

A DE também apresentou influência na VC, apontada pela elevada correlação positiva no teste de *Pearson* ($r = 0,89$ e $0,70$; $p > 0,01$, respectivamente). Dessa forma, resultou-se em maior tempo gasto na ocasião em que a distância era maior, e conseqüentemente houve menor P_{PMH0} , apontada também pela correlação negativa ($r = -0,67$; $p > 0,01$).

Ainda, a DC também foi uma co-variável importante para VV e VC, apontada tanto pela ANOVA quanto no teste de correlação ($r = 0,43$ e $0,44$; $p > 0,01$, respectivamente) resultando em maiores tempos nesses elementos de ciclo e menor P_{PMH0} ($r = -0,45$; $p > 0,01$).

Na MD o método de trabalho A apresentou menor tempo consumido, enquanto no método de trabalho D obteve-se o pior desempenho para o *forwarder* (58,06 PMSec.m⁻³ e 65,56 PMSec.m⁻³, respectivamente).

Ao fim, a melhor produtividade do *forwarder* (18 m³ m³.PMH₀⁻¹) foi obtida no método de trabalho A, quando a distância de extração inerente ao local foi considerada. Ao padronizar valores para declividade e distância de extração, o método de trabalho A obteve os melhores resultados para distâncias acima de 50 metros, enquanto que o método de trabalho B teve melhor desempenho em distâncias de extração até 50 metros.

Palavras-chave: Estudo de tempos e movimentos. Métodos de desbaste. Colheita florestal.