

DESEMPENHO OPERACIONAL DE HARVESTER E TRATOR AGRÍCOLA AUTOCARREGÁVEL NO CORTE RASO DE PINUS

Elifas Costa Silva, Jean Alberto Sampietro, Alessandro de Souza Padilha, Fernando Rosa de Matos, Fabricio Campos Masiero

INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro tem papel relevante na economia, gerando impostos, empregos, produtos para consumo interno e exportação, além de contribuir para a conservação ambiental (RIBASKI, 2018). Em 2017, as florestas plantadas no país somavam mais de 9 milhões de hectares, com predominância de *Eucalyptus* (75%) e *Pinus* (20%) (IBGE, 2017). Apesar da modernização que elevou a produtividade, a colheita representa mais de 50% do custo da madeira, o que exige avaliar sistemas que racionalizem recursos e orientem escolhas técnicas (LOPES, 2007; MACHADO et al., 2007). Este estudo analisa sistemas mecanizados de colheita em florestas plantadas sob diferentes condições operacionais em Santa Catarina, buscando integrar desempenho técnico e econômico para ampliar competitividade, reduzir custos e sustentar a eficiência das operações.

DESENVOLVIMENTO

A pesquisa ocorreu em operação de corte raso de uma empresa localizada Capinzal/SC, em povoamentos de *Pinus taeda*, pelo sistema de toras curtas (*cut-to-length*). O módulo era formado por um Harvester John Deere 1270E e dois autocarregáveis (New Holland TM 7020 e Valtra BH 165), em turnos de 9 h/dia. As toras (2,72 m e 2,32 m para pasta; 2,41 m para cavaco) foram processadas e empilhadas no interior da floresta e depois baldeadas à margem da via. Os dados foram coletados entre 18/01–29/01/2016 e 08/02–25/02/2016. Aplicou-se estudo de tempos e movimentos para decompor o ciclo das máquinas, técnica fundamental para organizar operações e otimizar sistemas (SEIXAS et al., 2004). Foram realizadas estatística descritiva, teste de normalidade, correlações, além de ANOVA por GLM com fatores e covariáveis, complementada por teste de Tukey (5%) e regressão linear múltipla significativa.

Seixas et al. (2004) considera o estudo de tempos e movimentos uma técnica muito importante no desenvolvimento de sistemas de colheita de madeira, pois o tempo consumido para cada um dos elementos do ciclo de trabalho permite a sua organização, com o objetivo de otimizar o sistema operacional.

RESULTADOS

No Harvester, o Processamento (PR) conforme Figura 1, foi o elemento mais demorado, com média de 37,0 s/ciclo ($\pm 17,6$), seguido por Busca e Derrubada (14,1 s $\pm 5,1$) e Deslocamento (5,3 s $\pm 2,1$). Em 1032 ciclos, processou-se 399,81 m³, resultando em produtividade média de 26,5 m³/PMH e 21,3 m³/SMH. As interrupções representaram 19,6% do tempo, reduzindo a eficiência. O teste normalidade Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,01$) indicou alta variabilidade intraoperacional. No autocarregável, a Manobra e Carregamento (MC) predominou, influenciando a produtividade. Foram 108 ciclos, totalizando 831,78 m³ em 53h26min, com média de 17,6 m³/PMH e 15,6 m³/SMH. A distância média de extração foi de 100 m ($\pm 43,3$), com 7,5 m³/ciclo. O tempo improdutivo foi de 11,5%, com erro relativo de 3,2%, confirmando

boa confiabilidade. Na Figura 2 é observado correlação entre o tempo total e a produtividade porem não há correlação entre os demais elementos do ciclo do trator autocarregável.

Na análise econômica, os custos corrigidos para 2025 foram de R\$ 22,04/m³ (US\$ 4,05/m³) no Harvester e R\$ 15,12/m³ (US\$ 2,78/m³) no autocarregável. Os maiores componentes foram manutenção (27,5% e 23,2%) e combustível (16,2% e 31,1%). Os resultados confirmam a relação direta entre eficiência técnica e custo, evidenciando que ganhos de desempenho impactam a competitividade do sistema de colheita.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho identificou gargalos no processamento do Harvester e no carregamento do autocarregável. A análise técnica e econômica mostrou que a eficiência e os custos podem ser otimizados com foco nesses pontos críticos.

Palavras-chave: colheita florestal; harvester; autocarregável; produtividade; custos operacionais.

ILUSTRAÇÕES

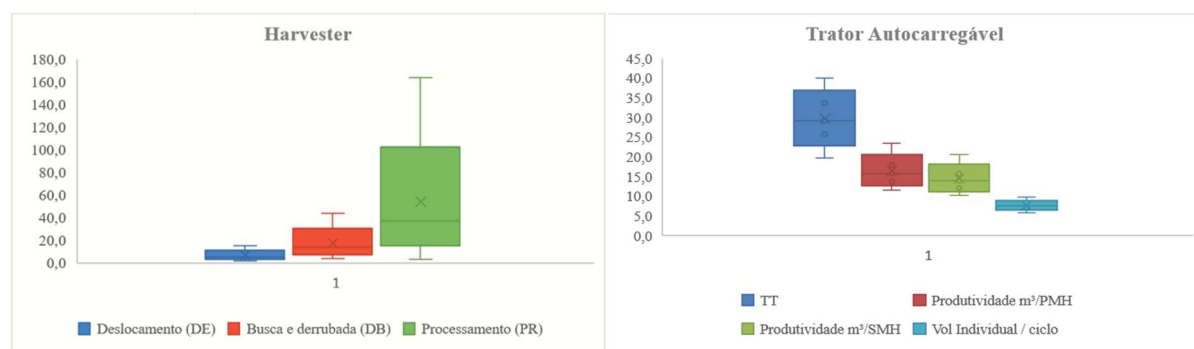


Figura 1. Gráfico de Boxplot da estatística descritiva decomposta as operações de Colheita e Extração.

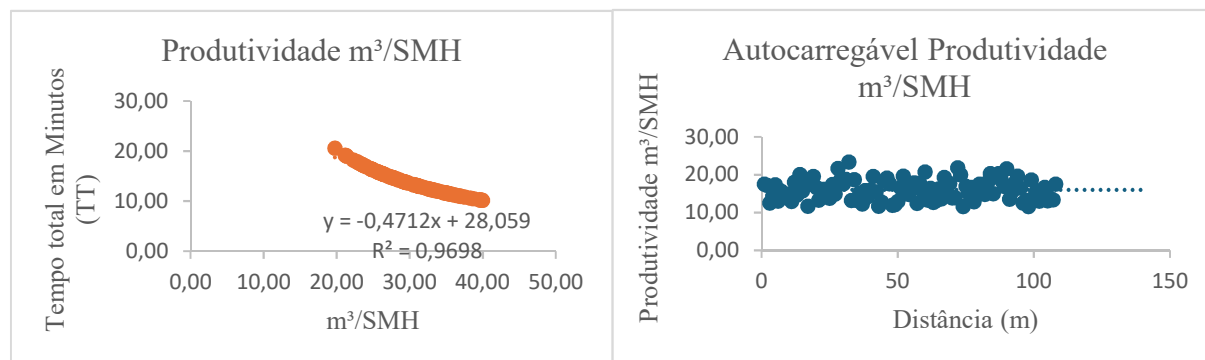


Figura 2. Modelagem da produtividade dos tratores autocarregáveis

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE. *Produção da extração vegetal e da silvicultura 2017*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

Disponível em:

https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/15f538e9095614fc3204f828b22fa714.pdf_ Acesso em: 1 set. 2025.

LOPES, Sebastião Eudes. *Análise técnica e econômica de um sistema de colheita florestal*. 2007.

MACHADO, Jelvis Santos et al. *A mecanização florestal sob uma perspectiva ergonômica. Engenharia de produção: produtividade e competitividade*, 2020.

RIBASKI, Nayara Guetten. *Conhecendo o setor florestal e perspectivas para o futuro. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 1, n. 1, p. 44-58, 2018.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Elifas Costa Silva

MODALIDADE DE BOLSA: PROBIC-Af/ UDESC

VIGÊNCIA: 10/2024 a 08/2025– Total: 11 meses

ORIENTADOR(A): Jean Alberto Sampietro

CENTRO DE ENSINO: CAV

DEPARTAMENTO: Engenharia Florestal

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Ciências Agrárias

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Análise Operacional e de Custos de Operações e de Colheita da Madeira.

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP3039-2021