



## AVALIAÇÃO ENTRE GÊNEROS NO TREINAMENTO COM O USO DE SIMULADOR DE REALIDADE VIRTUAL PARA O CORTE FLORESTAL

Kauê Augusto Oliveira Nascimento<sup>1</sup>, Pompeu Paes Guimarães<sup>2</sup>, Rômulo Môra<sup>3</sup>, Julio Eduardo Arce<sup>4</sup>, Renato Cesar Gonçalves Robert<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Eng. Florestal, Bolsista de Extensão Universitária, Universidade Federal do Paraná – ([kaue.nascimento@ufpr.br](mailto:kaue.nascimento@ufpr.br))

<sup>2</sup>Eng. Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná

<sup>3</sup>Eng. Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná e Professor, Universidade Federal de Mato Grosso

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

<sup>5</sup>Eng. Florestal, MSc., Professor Doutorando em Engenharia Florestal - Universidade Federal do Paraná

**Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012**

### RESUMO

Objetivou-se por meio desta pesquisa avaliar o desempenho de um treinamento de 40 horas com oito participantes no uso de um simulador de realidade virtual de *harvester* relacionando a eficiência do trabalho masculino e feminino; além de analisar a eficiência do corte florestal durante o treinamento; e analisar os módulos do simulador de colheita quanto às variáveis de qualidade do treinamento: tempo de execução, altura do toco, altura de processamento, erro no comprimento, eficiência no processamento, eficiência no empilhamento, número de toras cortadas e produtividade. Concluiu-se que o treinamento com simulador foi eficiente e que o trabalho masculino quanto feminino são recomendados a operação de colheita florestal com *harvester*, apenas a avaliação final foi suficiente para comprovar a eficiência do aprendizado e a maioria dos módulos avaliados não variaram em relação às variáveis analisadas. As variáveis que atingiram as metas estabelecidas no treinamento foram: “altura de processamento” e “produtividade”.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mulheres; *harvester*; e desempenho;

### EVALUATION AMONG GENDER ON THE TRAINING WITH USE OF VIRTUAL REALITY SIMULATOR FOR FORESTRY HARVESTING

#### ABSTRACT

The objective of this research by evaluating the performance of a training eight operators 40 hours using a virtual reality simulator *harvester* regarding the efficiency of their male and female, to analyze the efficiency of forestry harvesting during training, and analyze the modules of the simulator for the variables of harvest quality of training: time of execution, stump height, processing height, length error, processing efficiency, decking efficiency, number of logs cut, productivity. We concluded the training with simulator was efficient and the work male and female are recommended to forest harvesting, only the final evaluation was sufficient to prove the efficiency of learning, most modules assessed did not vary in relation to variables

analyzed. The variables that reached the targets were "processing time" and "productivity."

**KEYWORDS:** *Women; harvester; performance.*

## INTRODUÇÃO

As máquinas de alta tecnologia e de alta produtividade, a exemplo do *harvester*, geraram um aumento de competitividade entre as empresas e, justamente em decorrência desta mudança, impuseram novas características para a atividade, sobretudo de uma nova realidade em relação às competências que os operadores de máquinas para a colheita florestal devem possuir (PARISE, 2005).

A abertura do mercado brasileiro para as importações marcou uma fase de vertiginosas transformações no processo de mecanização da colheita florestal no Brasil (PARISE, 2005). A velocidade de transição entre a utilização dos equipamentos de baixa tecnologia para os de alta tecnologia, como os *harvesters* e as diferenças entre o grau de desenvolvimento das máquinas e o conhecimento dos operadores foram significativas, gerando o *gap* tecnológico do processo de mecanização florestal no Brasil (PARISE & MALINOVSKI, 2002).

Nesse processo de inovações e modificações as empresas com alta demanda de madeira e com maior disponibilidade de capital adotaram sistemas e métodos de colheita altamente mecanizados, com máquinas e equipamentos sofisticados e modernos (CARMO *et al.*, 2012).

Para amenizar os efeitos deste *gap* tecnológico as empresas que adquiriram estas novas máquinas para o processo de colheita começaram a combinar treinamentos teóricos e práticos diretamente nos equipamentos. Porém a utilização da própria máquina no processo de treinamento nem sempre era possível em razão do alto investimento de aquisição e das expectativas imediatas na produtividade (PARISE & MALINOVSKI, 2002).

PILATI & ABBAD (2005) definem treinamento como uma ação tecnológica controlada pela organização, composta de partes coordenadas entre si, inseridas no contexto organizacional, calcada em conhecimentos advindos de diversas áreas, com a finalidade de promover a melhoria de desempenho, capacitar o profissional para o uso de novas tecnologias e prepará-lo para novas funções.

Atualmente, vêm sendo desenvolvidas técnicas que visam melhorar o desempenho de máquinas e operadores, a fim de maximizar a produtividade. Para LACERDA & MAZON (2002), a forma mais avançada de treinamento eficiente disponível no momento é o simulador de realidade virtual, em que o usuário pode realizar a imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computadores. Desta maneira o simulador ajuda a evitar danos inesperados que a floresta e a máquina podem causar nos operadores. Eles são muito úteis para testar as habilidades visuais e de movimentos dos operadores para o manuseio das máquinas. Esta é uma maneira de julgar se o candidato é mais ou menos apropriado para a função (LACERDA & MAZON, 2002).

De acordo com estudos realizados por LOPES *et al.*, (2008), o treinamento dos operadores com uso de simuladores de realidade virtual permite reduzir o tempo de aprendizado na operação de máquinas florestais. Os autores concluíram que o simulador de realidade virtual é uma ferramenta de treinamento de grande eficiência, permitindo a formação de um operador em menor tempo e com redução de custos, porém, enfatizam que o pós-treinamento dos operadores na máquina em situação real de campo é imprescindível para a completa formação dos operadores.

Ainda assim, deve-se dar atenção ao fato que, em muitas situações de

recrutamento e seleção de colaboradores para operarem equipamento de colheita de alta *performance*, é cada vez mais comum a escassez de candidatos do sexo masculino com perfil apropriado e requisitos pessoais especiais, o que dificulta ou impossibilita a efetivação do processo de contratação (FERNANDES, 2012). Com isso passou-se a considerar a quebra de um paradigma importante que é a inserção de mulheres na operação de máquinas florestais de alta *performance* (FERNANDES & SANTOS, 2011).

FERNANDES (2012) relata que mulheres operadoras podem desempenhar essa atividade sem maiores problemas de produtividade, qualidade, custos e integração com a equipe remanescente, desde que considerados os aspectos significativos da diferença entre os gêneros e, principalmente, da efetiva capacitação técnica e operacional das candidatas.

Tradicionalmente, as mulheres não possuem as mesmas oportunidades de emprego que os homens em atividades desempenhadas diretamente na floresta, mesmo nos países desenvolvidos. Isso ocorre principalmente em atividades perigosas como combate a incêndios e exploração florestal (PINCHOT INSTITUTE OF CONSERVATION, 2006).

De acordo com LYRÉN (2006) foram listados cerca de 600 trabalhos acadêmicos no estudo de gêneros e o setor florestal no mundo, dentre estes, 21 trabalhos realizados na América do Sul, onde do total mundial menos de 1% foram realizados no Brasil. Esta porcentagem, sobretudo, está relacionada com atividades em florestas tropicais. Do total levantado, menos de 3% dos estudos em todo o mundo relacionam treinamentos ao estudo de gêneros. Estes resultados justificam e motivam a realização de ações científicas sobre o tema no país.

### OBJETIVOS

Objetivou-se por meio desta pesquisa avaliar o desempenho de um treinamento de 40 horas com uso de um simulador de realidade virtual no modelo *harvester* abrangendo:

- Comparar a eficiência no treinamento do operador masculino e feminino;
- Analisar o aumento da eficiência no corte florestal durante o treinamento; e
- Analisar os módulos do simulador de colheita quanto às variáveis de qualidade do treinamento.

### METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada nas dependências do Laboratório de Abastecimento e Mecanização Florestal da Universidade Federal do Paraná (UFPR), localizado na cidade de Curitiba, Paraná. Durante dezembro de 2010 foi realizado um treinamento com carga horária de 40 horas de simulação de realidade virtual de *harvester* em operação de colheita florestal. Segundo LOPES *et al.*, (2008) uma carga horária de 40 horas de treinamento no simulador de realidade virtual é suficiente para obtenção de resultados satisfatórios de desempenho, conforme as metas de treinamento. Foram definidos oito participantes sem experiência para o treinamento, sendo quatro homens e quatro mulheres.

Para o treinamento foi utilizado o *software* de simulação de realidade virtual de *harvester*, *Simlog Simulation Launcher*. O curso dispôs de quatro máquinas: dois computadores (CPU e monitor com tela de 15”), um monitor LCD com dimensão de 42”, e um telão para projeção multimídia, combinado a uma poltrona de trator com os *joysticks* acoplados aos braços. Todas as unidades de simulação utilizadas no treinamento continham dois *joysticks* do tipo *attack 3* para controle dos movimentos

e execução das atividades.

Durante o treinamento foram coletados os dados de performance dos alunos, com idades entre 21 e 27 anos, e das alunas, com idades entre 18 a 22 anos. Cada aluno(a) executou os módulos em duas sessões alternadas de 10 minutos no simulador. Por essa razão, há duas repetições dentro de cada grupo, para a análise complementar da evolução dos grupos na *performance* com o uso do simulador.

O Quadro 1 indica os módulos de colheita florestal existentes no simulador.

**QUADRO 1** – Módulos operacionais de colheita florestal do simulador *Simlog Harvester*.

Módulo 1	Comandos do cabeçote	Módulo de aprendizado dos comandos existentes no simulador.
Módulo 2	Execução da direção de queda	Executa o direcionamento de queda da árvore sem derrubá-la controlando a altura do toco.
Módulo 3	Execução de derrubada simples	Executa a derrubada de uma única árvore na direção de queda exigida sem exigência na altura de toco.
Módulo 4	Execução de derrubada simples com processamento	Executa a derrubada direcional e processamento de uma árvore, controlando manualmente o comprimento da tora e altura do toco.
Módulo 5	Execução de derrubada simples e empilhamento	Executa a derrubada, processamento e empilhamento da árvore em alvos específicos.
Módulo 6	Execução de derrubada múltipla e empilhamento	Executa a derrubada e processamento de mais de uma árvore individualmente, controlando os comprimentos e empilhando as toras em alvos específicos.
Módulo 7	Processamento	Executa o processamento das árvores dispostas na beira do talhão e empilhamento das toras nos alvos específicos.
Módulo 8	Movimentação da máquina, derrubada e processamento	Neste módulo devem-se movimentar as esteiras do maquinário para alcançar a árvore marcada, executar a derrubada e o processamento das árvores.

Nota: os módulos 1 e 2 não foram avaliados nesta pesquisa  
Adaptado de LOPES *et al.*, (2008).

Os módulos de treinamento avaliados tiveram tempo de duração de cinco horas na coleta de dados. Os módulos 1 e 2 foram excluídos da análise; o primeiro por ser um módulo de aprendizagem e adaptação aos comandos, e o segundo por não conter variáveis representativas para a interpretação dos resultados, visto que os outros módulos avaliam de forma completa todas as atividades.

As variáveis analisadas foram escolhidas de acordo com a frequência com que aparecem nos módulos e sua relevância operacional em uma situação real de colheita. O Quadro 2 descreve as variáveis utilizadas e em quais módulos foram aplicadas.

**QUADRO 2** – Variáveis analisadas e módulos em que ocorrem.

Variáveis	Descrição	Módulos operacionais					
		3	4	5	6	7	8
TE – Tempo de execução (seg.)	Período de tempo em que o operador leva para realizar um ciclo de acordo com o proposto pelo módulo.	x	x	x	x	x	x
AT – Altura do toco (cm)	Refere-se à altura do corte em relação à superfície do solo.		x	x	x		x
AP – Altura de processamento (cm)	Consiste na altura em que ocorre o processamento da árvore em relação ao nível do solo.		x	x	x	x	x
EC – Erro no comprimento (cm)	Refere-se ao erro de comprimento inerente ao processamento das toras.		x	x	x	x	x
P – Eficiência no processamento (%)	Indica a eficiência do processamento das árvores em cada ciclo.		x	x	x	x	x
D – Eficiência no empilhamento (%)	Mede a porcentagem de toras depositadas corretamente dentro da área demarcada para empilhamento, determinada no módulo de simulação.			x	x	x	x
NTC – Número de toras cortadas	Determina o número de toras processadas em um determinado período de tempo.			x	x	x	
PR – Produtividade (m <sup>3</sup> /h)	É influenciada por todas as outras variáveis, e indica o desempenho efetivo e eficiência na operação.				x	x	

Adaptado de LOPES *et. al.*, (2008)

Foram estabelecidas metas a serem alcançadas para cada variável dentro de cada módulo operacional, com o intuito de estimular os operadores a alcançarem um desenvolvimento satisfatório de desempenho para o treinamento com simulador de colheita (Tabela 1).

**TABELA 1** – Valores de referência na interpretação do desempenho dos operadores em cada módulo e variável analisada.

Variáveis	Módulos operacionais					
	3	4	5	6	7	8
TE	25,0	40,0	35,0	90,0	90,0	80,0
AT	-	10,0	10,0	10,0	-	10,0
AP	-	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
EC	-	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
P	-	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0
D	-	-	98,0	98,0	98,0	98,0
NTC	-	-	60,0	65,0	65,0	-
PR	-	-	-	30,0	30,0	-

Em que: TE = tempo de execução (seg.); AT = altura do toco (cm); AP = altura de processamento (cm); EC = Erro no comprimento (cm); P = eficiência no processamento (%); D = eficiência no empilhamento (%); NTC = número de toras cortadas; e PR = produtividade (m<sup>3</sup>/h).

Adaptado de LOPES *et al.*, (2008)

Os operadores foram avaliados em duas modalidades em cada módulo compreendendo cinco horas de treinamento: avaliação parcial e final. A avaliação parcial foi feita na metade do treinamento (2,5 horas) e, ao término de cinco horas, procedeu-se a avaliação final. Em seguida, efetuou-se o próximo módulo até o final do treinamento (módulo 8).

Os dados obtidos foram analisados pela aplicação do teste “t” (1) para duas amostras, com o intuito de identificar se houve diferença entre o trabalho feminino e masculino, do teste “t”(2) para dados pareados, a fim de verificar se o desempenho médio obtido pelos operadores, entre as avaliações parcial e final nos diferentes módulos operacionais, difere estatisticamente entre si a 95% de probabilidade e, da ANOVA (3) para comparar os módulos de colheita utilizados no treinamento com simulador de colheita florestal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 indica a diferença de eficiência entre o trabalho masculino e feminino para as avaliações parcial e final do treinamento com simulador de realidade virtual para colheita florestal.

**TABELA 2** – Eficiência entre o trabalho masculino e feminino.

Avaliação parcial								
Módulos operacionais	Variáveis							
	TE	AT	AP	EC	P	D	NTC	PR
3	1,21 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	-	-	-
4	1,94 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	-	-	-
5	1,46 <sup>ns</sup>	2,12 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	2,51*	-
6	1,91 <sup>ns</sup>	1,29 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	3,54*	1,70 <sup>ns</sup>
7	0,30 <sup>ns</sup>	-	0,11 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
8	0,19 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	1,48 <sup>ns</sup>	2,41 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	-	-

Avaliação final								
Módulos operacionais	Variáveis							
	TE	AT	AP	EC	P	D	NTC	PR
3	0,85 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	-	-	-
4	0,31 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>	-	-	-
5	1,58 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	2,83*	-
6	1,23 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>
7	0,64 <sup>ns</sup>	-	0,65 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>
8	0,37 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	-	-

Em que: TE = tempo de execução (seg.); AT = altura do toco (cm); AP = altura de processamento (cm); EC = Erro no comprimento (cm); P = eficiência no processamento (%); D = eficiência no empilhamento (%); NTC = número de toras cortadas; e PR = produtividade (m<sup>3</sup>/h); \* = significativo a 95% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo a 95% de probabilidade.

O treinamento para colheita florestal utilizando simulador de *harvester* demonstrou não haver diferença entre o trabalho executado por homem ou mulher, pois, tanto na avaliação parcial quanto na final, a maioria das variáveis nos módulos analisados apresentaram diferenças não significativas (Tabela 2).

Para a avaliação parcial, apenas as diferenças na variável “número de toras cortadas” para os módulos 5 e 6 foram significativas. Para a avaliação final também foi indicada como significativa a diferença na variável “número de toras cortadas” para o módulo 5. Estes resultados podem indicar o quão sensível é esta variável, visto que esta é influenciada por algumas das demais variáveis analisadas, ou seja, a soma das pequenas diferenças nas médias das variáveis anteriores, provavelmente acarretou na significância das diferenças da variável “número de toras cortadas”.

Portanto, tanto o trabalho masculino quanto o feminino podem ser recomendados para a atividade de colheita mecanizada com a utilização de *harvester*.

Para atividades de agricultura o trabalho feminino ocupa posição subordinada e seu trabalho geralmente aparece como ‘ajuda’, mesmo quando elas trabalham tanto quanto os homens ou executam as mesmas atividades que eles. Aos homens cabem as atividades que requerem maior força física, tais como lavrar, cortar lenha, fazer curvas de nível, derrubar árvores, fazer cerca e o uso de maquinário agrícola mais sofisticado, tal como o trator (BRUMER, 2004). No entanto, FERNANDES & SANTOS (2011) afirmam que para outras características essenciais ao trabalho em campo, relacionadas a qualidade da operação, integração das equipes e consciência dos impactos ambientais gerados pela atividade, as mulheres apresentaram vantagens em relação aos homens.

A Tabela 3 mostra a evolução entre a avaliação parcial e final do desempenho médio obtido pelos participantes durante o treinamento para diferentes variáveis e módulos estudados.

**TABELA 3** – Evolução entre a avaliação parcial e final do desempenho médio obtido pelos operadores durante o treinamento para diferentes variáveis e módulos estudados

Módulos	Variáveis							
	TE	AT	AP	EC	P	D	NTC	PR
3	1,21 <sup>ns</sup>	-	-	-	-	-	-	-
4	0,47 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	-	-	-
5	2,83*	1,48 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	
6	3,56*	0,36 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	4,60 <sup>ns</sup>
7	1,78 <sup>ns</sup>	-	0,56 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>
8	1,72 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	4,42*	0,59 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	-	

Em que: TE = tempo de execução (seg.); AT = altura do toco (cm); AP = altura de processamento (cm); EC = Erro no comprimento (cm); P = eficiência no processamento (%); D = eficiência no empilhamento (%); NTC = número de toras cortadas; e PR = produtividade (m<sup>3</sup>/h); \* = significativo a 95% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo a 95% de probabilidade.

A maior parte das atividades não apresentou evolução significativa entre a avaliação final e parcial, exceto para o “tempo de execução” nos módulos 5 e 6, pois são nestes módulos em que são requeridos maior habilidade e esforço dos operadores para alcançar o parâmetro satisfatório pré-estabelecido para a atividade; e, para o “erro no comprimento” para o módulo 8, houve uma evolução em média maior para a avaliação final a parcial.

Para a variável tempo de execução, única a apresentar diferença entre médias significativas para os módulos 5 e 6, resultados semelhantes foram

encontrados por LOPES *et al.*, (2008) ao avaliar o treinamento com realidade virtual para *harvester*, sendo encontrado diferença entre médias para sua avaliação inicial e avaliações intermediárias e finais.

Dessa forma, não é necessário aplicar uma avaliação parcial. Apenas a avaliação final já é suficiente para comprovar que o aprendizado foi eficiente e torna o treinamento satisfatório.

Quando se leva em consideração a comparação entre os módulos utilizados para treinamento com simulador de colheita *harvester* também foram analisados separadamente os dados da avaliação parcial e final.

Para a avaliação parcial não houve diferença estatística a nível de 5% de significância pelo teste de Tukey para as variáveis: “altura do toco”, “eficiência no processamento”, “eficiência no empilhamento”, “número de toras cortadas” e “produtividade”. Independente do módulo utilizado, estas variáveis apresentam estatisticamente, diferenças não significativas.

Em relação a avaliação final, os módulos operacionais não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para as variáveis “altura do toco”, “erro no comprimento”, “eficiência no processamento”, “eficiência no empilhamento” e “produtividade”.

As variáveis significativas para a avaliação parcial e final são apresentadas por módulo na Tabela 4 com o resultado do teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

**TABELA 4** – Teste de média para os diferentes módulos operacionais.

<b>Avaliação parcial</b>									
TE			AP			EC			
M7	97,23	a	M4	77,50	a	M7	0,53	a	
M6	92,66	a	M6	45,03	b	M5	0,41	b	
M8	73,90	b	M5	41,04	b	M8	0,41	b	
M4	41,76	c	M8	40,14	b	M6	0,40	b	
M5	41,09	c	M7	39,17	b	M4	0,35	b	
M3	32,18	c							

<b>Avaliação final</b>									
TE			AP			NTC			
M7	90,69	a	M4	68,58	a	M7	76,71	a	
M6	86,53	a	M6	43,05	b	M6	71,00	a	
M8	68,96	b	M8	41,19	b	M5	59,00	b	
M4	40,49	c	M5	40,20	b				
M5	37,53	c	M7	37,92	b				
M3	30,30	c							

Em que: TE = tempo de execução (seg.); AP = altura de processamento (cm); EC = erro no comprimento (cm); e NTC = número de toras cortadas.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As diferenças entre as médias da variável “tempo de execução” ocorreram em razão do tempo ótimo da atividade ser diferente para cada módulo avaliado, no caso, os módulos 6 e 7, que exigiram um maior tempo de execução em razão das atividades apresentadas (Tabela 4). Apesar das diferenças no desempenho entre as avaliações parcial e final, o comportamento das médias não teve diferenças



estatisticamente significativas.

O tempo de execução foi a única variável a apresentar diferenças significativas entre médias da avaliação parcial e final do desempenho médio obtido pelos operadores durante o treinamento para as diferentes variáveis e módulos 5 e 6 (Tabela 3). Desta forma, mesmo seguindo um padrão semelhante entre as avaliações parcial e final (Tabela 4) é nítida a redução dos tempos de execução entre os módulos avaliados quando se compara os tempos da avaliação final e parcial. Para o módulo 7 houve uma redução de 6,72% do tempo de execução entre as avaliações final e parcial.

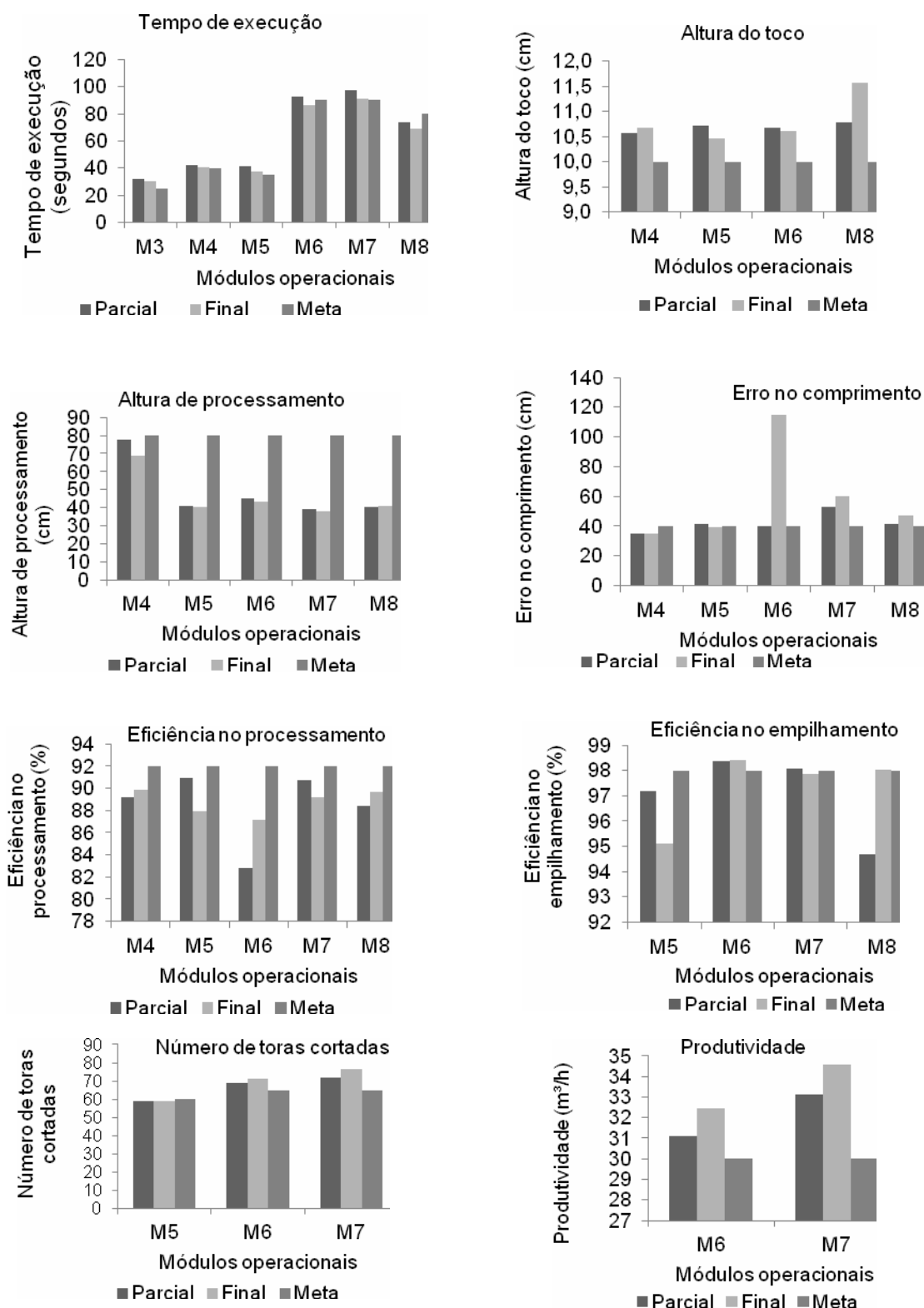
Para verificar a influência do tempo de experiência do operador sobre a produtividade do equipamento (*harvester*), BRAMUCCI (2001) contabilizou o número de horas trabalhadas com *harvester* por cada operador e confrontou suas respectivas produtividades, mas encontrou um efeito fraco entre as variáveis, pois o grande aumento de produtividade ocorre nos primeiros 30 dias de trabalho.

Por outro lado, a meta estabelecida para eficiência da “altura de processamento” é constante em todos os módulos, ou seja, essa variável não sofre influência das atividades desempenhadas nos módulos. O módulo 4 apresentou maior altura de processamento em comparação aos outros módulos, os quais por sua vez não apresentaram diferenças estatísticas entre si. As avaliações parcial e final mantiveram o mesmo comportamento entre médias para esta variável.

Para a avaliação parcial o maior “erro no comprimento” foi encontrado no módulo 7, pois demonstrou diferença estatística em relação as outras médias. Neste módulo há um maior número de seccionamentos das árvores dentre todos os módulos. Desta forma, o erro tende a ser maior neste módulo. Para a avaliação final o “erro no comprimento” mostrou-se, em média, sem diferenças estatísticas para os módulos avaliados.

O “número de toras cortadas” em média na avaliação parcial foi o mesmo para todos os módulos. Na avaliação final, houve diferenças no “número de toras cortadas” em virtude da meta estabelecida neste módulo diferir dos módulos 6 e 7, que apresentaram mesma meta, e resultaram em médias sem diferenças estatísticas.

A Figura 1 indica a média das variáveis para avaliação parcial e final e a meta proposta para os módulos operacionais utilizados.



**FIGURA 1** – Média das variáveis para avaliação parcial e final e meta para os módulos operacionais utilizados.

Para a variável “tempo de execução” apenas o módulo 8 atingiu a meta estabelecida. Por outro lado, este módulo exigiu um aprendizado de todas as atividades desempenhadas nos módulos anteriores para ser realizado com

eficiência.

Quando se processam árvores em maior altura em relação ao solo acontece um maior impacto entre a madeira e o solo ou madeira e pilha, além de poder causar acidentes. Desta forma, como ponto positivo para o treinamento com simulador de colheita, houve uma “altura de processamento” menor que a meta estabelecida.

Outra variável de desempenho satisfatório no treinamento foi a “produtividade” chegando a alcançar 34,5 m<sup>3</sup>/h para o módulo 7 na avaliação final, onde todos os módulos superaram a meta exigida.

Toretas de comprimentos variados podem acarretar problemas no empilhamento e carregamento dos veículos para transporte. A variável “erro no comprimento”, que resulta em comprimentos diferentes dos toretas, foi considerada aceitável para os módulos 4 e 5. Já para os módulos 6, 7 e 8 a mesma foi acima do esperado, principalmente no módulo 6, em que houve um erro inesperado.

As variáveis que não alcançaram as metas estabelecidas foram “altura de toco” e “eficiência de processamento”. Ambos são fatores que influenciam na qualidade da operação final e necessitam de maior tempo de treinamento.

Os módulos 6 e 7 atingiram as metas estabelecidas para “eficiência de empilhamento”. O número de toras cortadas apenas foi menor do que a meta desejada no módulo 5.

## CONCLUSÕES

O treinamento dos operadores com o uso do simulador de realidade virtual para corte florestal é eficiente e demonstra que:

- Tanto o trabalho masculino como feminino são recomendados para a atividade;
- Não é necessário aplicar uma avaliação parcial; apenas a avaliação final é suficiente para comprovar a eficiência do aprendizado;
- A maioria dos módulos analisados não varia em relação às variáveis avaliadas; e
- As variáveis que atingem as metas estabelecidas são: “altura de processamento” e “produtividade”.

## REFERÊNCIAS

BRAMUCCI, M. **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “harvesters” na colheita florestal**. 2001. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo.

BRUMER, A. Gênero e agricultura: a situação da mulher na agricultura do Rio Grande do Sul. **Estudos feministas**. Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 205-227, 2004.

CARMO, F. C. A.; SILVA, E. N.; FIEDLER, N. C.; PAULA, M. O.; MORAES, P. Avaliação técnica de três modelos de *Harvester's*. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 8, n. 14, p.1091-1099, 2012.

FERNANDES, O. R. As mulheres surpreendem na colheita mecanizada. **Revista Opiniões**, Ribeirão Preto, As inovações tecnológicas no plantio, colheita e transporte de madeira, Edição Março-Maio, 2012.

FERNANDES O. R.; SANTOS L. Inserção de operadoras em equipamentos florestais de alta *performance*. In: XVI SEMINÁRIO DE

ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 16, 2011, **Anais...**, Curitiba, p. 13-24.

LACERDA, J. F. S. B.; MAZON, A. Uso de simulador de realidade virtual no treinamento de operadores da colheita florestal. In: XII SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 2002, **Anais...**, Curitiba, p.133-146.

LOPES, E. S.; CRUZINIANI, E.; ARAUJO, A. J.; SILVA, P. C. Avaliação do treinamento de operadores de *harvester* com uso de simulador de realidade virtual. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 32, n. 2, p.291-298, 2008.

LYRÉN, L. **Gender and Forestry: a bibliography**. Forestry Library, Faculty of Forest Sciences. Umea: SLU, Janeiro/2006. 246p.

PARISE, D. J. **Influência dos requisitos pessoais especiais no desempenho de operadores de máquinas de colheita florestal de alta performance**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PARISE, D. J.; MALINOVSKI, J. R. Análise e reflexões sobre o desenvolvimento tecnológico da colheita florestal no Brasil. In: XII SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 12, 2002, **Anais...**, Curitiba, p.78-109.

PILATI, R.; ABBAD, G. Análise fatorial confirmatória da escala de impacto do treinamento no trabalho. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. Brasília, v. 21, n. 1, p. 43-51, 2005.

PINCHOT INSTITUTE FOR CONSERVATION. **Understanding the Role of Women in Forestry: A General Overview and a Closer Look at Female Forest Landowners in the U.S**. Washington D.C., 2006.