



## DESEMPENHO DE OPERADORES DE DIFERENTES IDADES NO TREINAMENTO COM SIMULADOR VIRTUAL FORWARDER

Millana Bürger Pagnussat<sup>1</sup>; Eduardo da Silva Lopes<sup>2</sup>; Paulo Cândido da Silva<sup>3</sup>.  
Carlos César Cavassin Diniz<sup>4</sup>; Luciano Farinha Watzlawick<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Irati, PR, Brasil; e-mail millanaburguer@hotmail.com.br

<sup>2</sup> Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Irati, PR, Brasil;

<sup>3</sup> Instrutor do Centro de Formação de Operadores Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Irati, PR, Brasil

<sup>4</sup> Estudante de Iniciação Científica do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Irati, PR, Brasil <sup>5</sup> Professor Doutor do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Guarapuava, PR, Brasil

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

### RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar o desempenho de operadores de diferentes idades no treinamento com simulador de realidade virtual *forwarder*. O estudo foi desenvolvido no Centro de Formação de Operadores Florestais (CENFOR) em Irati, PR, a partir de dados de 95 trabalhadores sem experiência na operação de máquinas florestais e que estavam em processo de treinamento. Foi obtido o desempenho dos operadores no decorrer do treinamento, contemplando diversas variáveis operacionais nos módulos de carregamento e descarregamento da operação de extração florestal. Os resultados mostraram uma evolução no desempenho dos operadores no decorrer do treinamento, sendo que os operadores mais jovens atingiram um melhor desempenho no treinamento com o simulador virtual.

**PALAVRAS-CHAVE:** produtividade, simulador virtual, treinamento.

### OPERATORS PERFORMANCE OF DIFFERENT AGES IN TRAINING WITH FORWARDER VIRTUAL SIMULATOR

#### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the operators performance of different ages in the training with forwarder virtual reality simulator. The study was conducted at the Center Training Forest Operator (CENFOR) in Irati, PR. From data of 95 workers with no experience in the operation of forestry machines and were in the process of training. Was obtained the operator performance during training, in various operating variables. Those variables were study in the module loading and unloading operation of forest extraction. The results show an improvement in the performance of operators during training, and younger operators reached a better performance during the training with virtual reality simulator.

**KEYWORDS:** Training; virtual simulator; productivity.

## INTRODUÇÃO

O processo de inovação tecnológica no setor florestal brasileiro iniciou a partir da década de 1990, com a abertura do mercado nacional à importação de máquinas e equipamentos de países com maior tradição florestal, devido à necessidade de aumento de produtividade das operações, busca contínua na melhoria da qualidade das operações e redução da dependência de mão de obra (CASTRO, 2011). Entretanto, PARISE & MALINOVSKI (2002) afirmam que, o rápido avanço na introdução das máquinas de alta tecnologia e a carência por operadores capacitados gerou no período um *Gap* Tecnológico no processo de colheita de madeira.

Na colheita de madeira é importante destacar a operação de extração, que consiste na retirada da madeira do interior até a margem do talhão ou pátio intermediário. Trata-se de uma importante etapa, devido aos elevados custos envolvidos e pelos diversos fatores de influência na produtividade e nos custos de produção, como as condições do povoamento e terreno, distância de extração, tipos de máquinas e nível de experiência do operador (OLIVEIRA et al., 2009). E dentre as máquinas mais utilizadas na extração florestal cita-se o trator florestal *forwarder*, que é um trator autocarregável articulado, com tração 4x4, 6x6 ou 8x8, possuindo uma plataforma de carga e uma grua hidráulica, rodados de pneus ou esteiras e sendo responsável pela retirada da madeira do interior do talhão na forma de “baldeio” (SEIXAS, 2008).

OVASKAINEN et al., (2004) afirmam que, além da alta tecnologia e produtividade disponível nas máquinas florestais, deve-se considerar a sua grande complexidade, os altos custos operacionais envolvidos e a necessidade de mão de obra qualificada, que são aspectos essenciais na busca por um elevado nível de desempenho operacional. Por isso, para a obtenção de um máximo aproveitamento das tecnologias disponíveis nas máquinas de colheita de madeira, torna-se necessário que os operadores sejam capacitados de forma adequada e com uso de metodologias apropriadas.

É comum encontrar pessoas sendo capacitadas diretamente na máquina por outro operador, cuja premissa inicial de redução de custos acarretará a médio e longo prazo em elevados custos (LOPES, 2010). Por isso, é importante uma capacitação eficiente, pois as mudanças tecnológicas e a necessidade de aumento de produtividade requerem operadores capacitados. E dentre as metodologias de treinamento disponíveis, cita-se os simuladores de realidade virtuais que são importantes ferramentas de apoio nos programas de treinamento, oferecendo uma capacitação eficiente por meio da aquisição de habilidades para o manuseio das máquinas em condições semelhantes às aquelas encontradas na floresta. Além disso, é o método de treinamento de maior eficiência, permitindo a capacitação dos operadores em menor tempo e com baixos custos, além do menor risco de acidentes e mobilização da máquina (PEKKA, 2003; LOPES, 2010).

Outro aspecto importante a ser considerado na capacitação de operadores de máquinas florestais, segundo LOPES (2010), é a identificação do perfil ideal das pessoas, pois, muitas vezes, elevados recursos financeiros são aplicados na capacitação de operadores que não possuem o perfil ideal para a função, acarretando em alta rotatividade e elevados custos. Neste sentido, PARISE (2006) diz sobre a importância de um processo eficiente de seleção, que seja capaz de identificar pessoas com perfil adequado para tornar-se futuros operadores de máquinas florestais, devendo os futuros operadores apresentar um conjunto de

requisitos especiais, como a psicomotricidade, atenção, relação espacial e memória visual, que permitirá obter melhores resultados de desempenho.

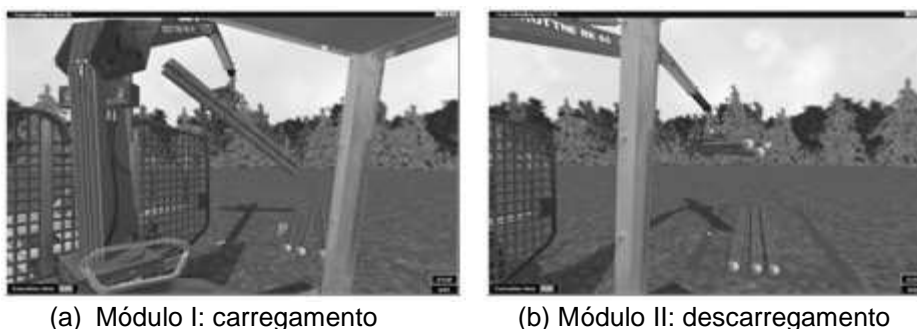
Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho de operadores de diferentes idades no treinamento com uso de simulador de realidade virtual *forwarder*, de forma a auxiliar no processo de seleção de futuros operadores e melhorias no treinamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Centro de Operadores Florestais (CENFOR), da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Irati, estado do Paraná. Os dados foram obtidos durante os treinamentos realizados para uma amostra de 95 trabalhadores de diferentes empresas florestais brasileiras, no período de 2009 a 2012, sendo o treinamento com carga horária efetiva de 40 horas por operador. Foram avaliados trabalhadores sem experiência na função com diferentes idades.

Durante o treinamento foram utilizados simuladores de realidade virtual *forwarder*, da marca *Simlog Simulation Launcher*, equipados com “joysticks” e montados em computadores portáteis. O simulador virtual *forwarder* possui seis módulos operacionais, sendo que os módulos I e II, com carga horária total de 12 horas, objetivava a identificação dos comandos dos *joysticks* e a realização de movimentações da grua para o manuseio das toras. Os módulos III e IV, com carga horária total de 16 horas, objetiva o carregamento das toras no compartimento de carga da máquina, enquanto os módulos V e VI, com carga horária total de 12 horas, objetiva o descarregamento das toras em local previamente demarcado sobre o terreno.

Para avaliação dos operadores foram considerados os dados obtidos dos módulos IV e VI, em função de melhor caracterizar as operações de carregamento e descarregamento da madeira, respectivamente, e pelo maior grau de dificuldade de execução, sendo renomeados neste estudo como módulos I e II (Figura 1).



**FIGURA 1.** Módulos operacionais de carregamento e descarregamento do simulador de realidade virtual *forwarder*.

Fonte: SIMLOG (2014)

O desempenho médio dos operadores foi obtido durante o treinamento a partir de relatórios gerados pelo próprio simulador virtual, considerando as diversas variáveis nos diferentes módulos operacionais, com suas respectivas metas de desempenho (Quadro 1). Para tal, ao iniciar o treinamento, os operadores foram então informados sobre as metas a serem atingidas e que foram estabelecidas em função do desempenho médio dos melhores operadores capacitados anteriormente pelo centro de treinamento.

**QUADRO 1.** Descrição das variáveis nos diferentes módulos operacionais.

Variável	Módulo de Ocorrência		Meta	Descrição
	I	II		
Tempo de execução (s)	X		60,0	Tempo consumindo no ciclo de carregamento.
		X	45,0	Tempo consumindo no ciclo de descarregamento.
Erro de distância (cm)		X	5,0	Erro de distância entre as toras e a linha pré-estabelecida sobre o terreno no descarregamento.
Erro de alinhamento (graus)	X		3,0	Erro de alinhamento das toras no compartimento de carga da máquina no carregamento.
		X	3,0	Erro de alinhamento das toras dispostas na pilha de madeira sobre o terreno no descarregamento.
Colisão com fueiros (%)	X	X	1,0	Percentual de colisões das toras com os fueiros no compartimento de carga da máquina no carregamento e descarregamento.
Inclinação de toras movimentadas (graus)	X	X	0,0	Ângulo de inclinação das toras movimentadas no carregamento ou descarregamento.

Os dados foram coletados durante os treinamentos em dois períodos cronológicos, partindo-se da média de 10 simulações realizadas no início e ao final de cada módulo operacional, denominados de períodos pré e pós-treinamento. Para a obtenção do desempenho médio dos operadores foi utilizada a seguinte expressão, citada por (LOPES et al., 2008).

$$g (\%) = \left( 1 - \left( \frac{m_2}{m_1} \right) \right) . 100$$

onde: g (%) = ganho percentual em relação ao início do treinamento na respectiva variável e módulo;  $m_2$  = média no final do módulo;  $m_1$  = média no início do módulo.

Os dados obtidos foram analisados pela aplicação do teste “t” para dados pareados, de modo a verificar se o desempenho médio dos trabalhadores entre os períodos pré e pós-treinamento. Foi ainda realizada uma análise de correlação utilizando o coeficiente de correlação linear de *Pearson* para as variáveis: idade e “tempo de execução”, “inclinação de toras movimentadas” e “erro de distância”, enquanto para as variáveis ordinais, consideraram-se as variáveis “erro de alinhamento” e “colisão com fueiros”, utilizando o coeficiente de correlação de *Spearman*.

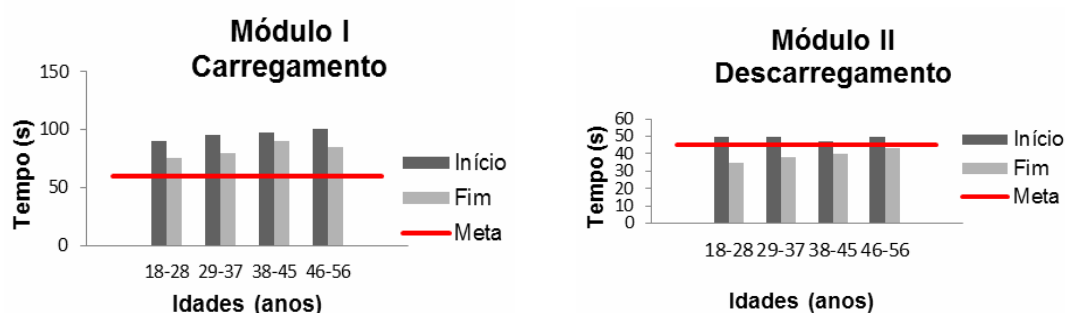
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação do Desempenho dos Operadores

#### **Tempo de execução**

Na Figura 2 é apresentado o desempenho médio dos operadores em relação ao “tempo de execução” nos módulos I (carregamento) e II (descarregamento), sendo uma variável diretamente relacionada com a produtividade da operação.

Como pode ser visto, o tempo de execução do carregamento ficou acima da meta estabelecida para os operadores em todas as idades, porém percebe-se um ligeiro ganho de desempenho ao final do módulo, sem diferença significativa pelo teste T ( $P < 0,05$ ). O desempenho ultrapassou o tempo limite de 60 segundos para execução do ciclo operacional, podendo ser atribuído ao fato de tratar-se de um módulo inicial, onde os operadores ainda não tinham adquirido as habilidades mínimas necessárias para a execução da operação.



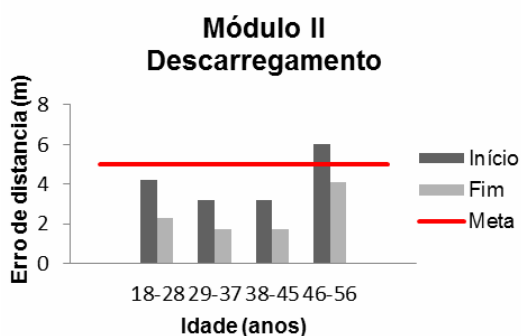
**FIGURA 2.** Desempenho médio dos operadores de diferentes idades em relação ao “tempo de execução”.

Em relação ao módulo de descarregamento, verifica-se que o desempenho dos operadores nas diferentes idades melhorou ficando próximo da meta estabelecida, podendo este resultado ser atribuído ao ganho de habilidade adquirida no decorrer do treinamento, com desempenho significativo pelo teste T ( $P < 0,05$ ).

#### **Erro de distância**

O desempenho médio dos operadores em relação ao “erro de distância” das toras sobre o terreno no descarregamento (Figura 3), mostrou que todos os operadores atingiram as metas de desempenho, com exceção dos operadores na maior classe de idade. Por outro lado, verifica-se que houve um ganho significativo no desempenho dos operadores entre os períodos de pré e pós-treinamento pelo teste T ( $P < 0,05$ ).

É importante ressaltar que, a execução eficiente desta operação pelos operadores é de grande importância, pois o maior erro de distância das toras sobre o terreno, além de afetar a qualidade do trabalho, comprometerá a produtividade das operações subsequentes, principalmente o carregamento dos veículos de transporte.



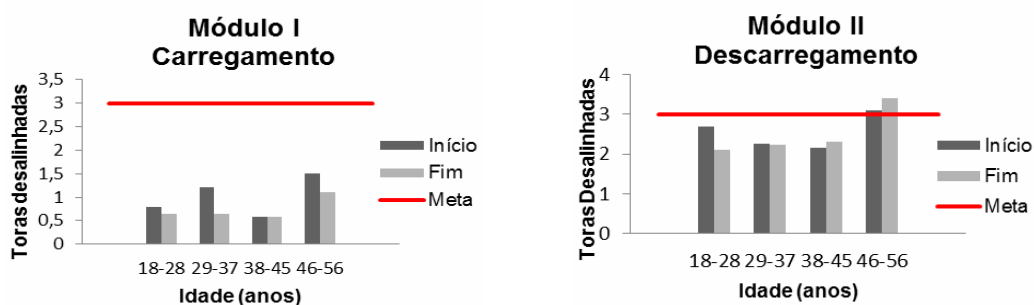
**FIGURA 3.** Desempenho médio dos operadores de diferentes idades em relação ao “erro de distância”.

No início da execução do módulo, a idade não interferiu no desempenho dos operadores, porém verificou-se que os operadores na maior classe de idade demonstraram maior dificuldade de realizar as atividades e não atingiram a meta estabelecida. Tal resultado mostrou a maior dificuldade dos operadores de maior idade em manusear a grua para o posicionamento da máquina, situação que acarreta na prática em perda de qualidade na execução da operação.

#### ***Erro de alinhamento das toras***

Na Figura 4 é apresentado o desempenho médio em relação ao “erro de alinhamento das toras” no compartimento de carga da máquina durante o carregamento e descarregamento. Como pode ser verificado, no carregamento, os operadores de todas as classes de idades atingiram a meta estabelecida no treinamento, executando o carregamento com baixo erro de execução. Além disso, ressalta-se que, com exceção dos operadores nas classes de 38 a 45 anos, todos os demais melhoraram o desempenho ao final da execução do módulo, porém sem diferença significativa entre os períodos avaliados pelo teste T ( $P < 0,05$ ).

Em relação ao desempenho dos operadores no descarregamento da madeira (módulo II), cuja dificuldade de alinhamento das toras sobre o terreno é maior, nota-se que todos os operadores, com exceção daqueles na maior classe de idade, alcançaram novamente a meta estabelecida ao final do módulo, porém com maior percentual de erro. Além disso, deve-se ressaltar que não houve diferença significativa no desempenho dos operadores entre período inicial e final de cada módulo pelo teste T ( $P < 0,05$ ).

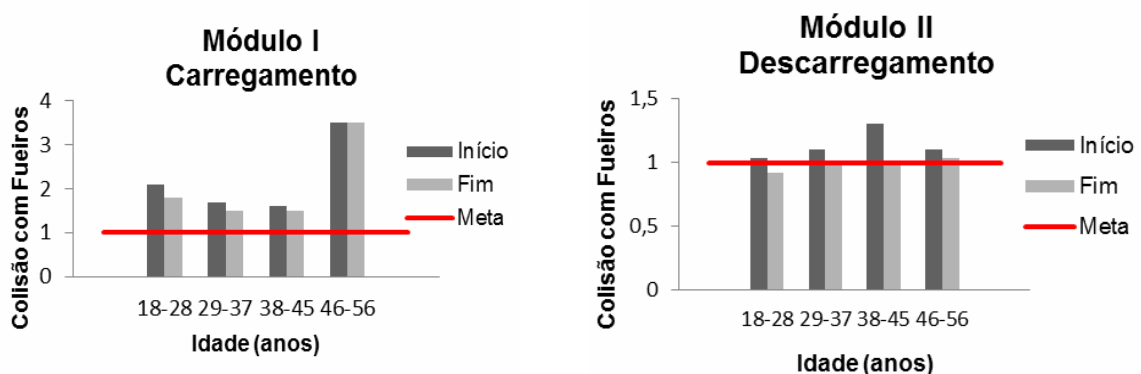


**FIGURA 4.** Desempenho médio dos operadores de diferentes idades

em relação ao “erro de alinhamento das toras”.

### **Colisão das toras com os fueiros**

Na Figura 5 é apresentado o desempenho médio dos operadores em relação à “colisão das toras com fueiros” da máquina nas operações de carregamento e descarregamento. É importante ressaltar que esta variável está relacionada com a disponibilidade mecânica da máquina, pois as batidas das toras no fueiro poderá, em alguns casos, causar danos mecânicos na grua da máquina, além de risco de queda de toras e acidentes de trabalho. Portanto, o desempenho dos operadores nesta variável é muito importante e deve ser bem trabalhada nos treinamentos.



**FIGURA 5.** Desempenho médio dos operadores de diferentes idades em relação à “colisão das toras com os fueiros”.

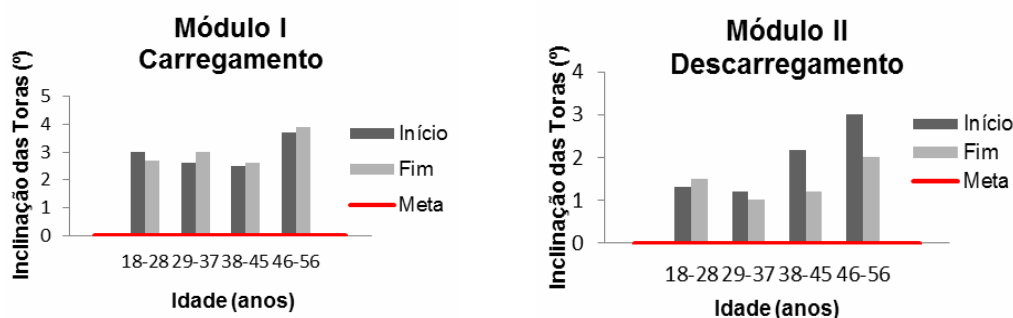
Pelos resultados obtidos, nota-se que todos os operadores não atingiram a meta estabelecida no treinamento para a execução do carregamento, apresentando erros de “colisão com os fueiros” com valores próximos a 2%. É importante ainda ressaltar o elevado erro atingido pelos operadores na classe de idade de 46 a 56, evidenciando mais uma vez a maior dificuldade dos operadores de maior idade na execução das operações no simulador virtual.

No descarregamento das toras, percebe-se uma evolução no desempenho dos operadores, podendo ser explicado pela maior habilidade adquirida pelos operadores no decorrer do treinamento, bem como pelo fato de que no momento do descarregamento, há uma maior facilidade na retirada das toras do compartimento de carga da máquina para deposição sobre o terreno.

Neste módulo, verifica-se que os operadores de menor idade obtiveram um melhor desempenho na execução da operação, com evolução significativa pelo teste T ( $P < 0,05$ ) entre os períodos pré e pós-treinamento.

### **Inclinação das toras movimentadas**

O desempenho médio dos operadores de diferentes idades em relação à variável “inclinação das toras movimentadas” no momento das operações de carregamento e descarregamento é apresentado na Figura 6. Como pode ser visto, o desempenho dos operadores não atingiu a meta estabelecida no treinamento, tendo inclusive, aumentando o erro operacional entre os períodos pré e pós-treinamento para a maioria dos operadores, porém sem diferença significativa pelo teste T ( $P < 0,05$ ).



**FIGURA 6.** Desempenho médio dos operadores de diferentes idades em relação à “inclinação das toras movimentadas”.

Em relação ao descarregamento das toras, verifica-se novamente o baixo desempenho dos operadores em relação a esta variável, apesar de ter havido uma evolução devido a maior habilidade adquirida no decorrer do treinamento. Entretanto, nota-se pelos resultados a maior dificuldade dos operadores de maior idade em realizar as operações com qualidade, evitando a inclinação das toras.

Além disso, deve-se ressaltar que os erros de alinhamento das toras nesta operação poderão acarretar em maiores riscos de queda de toras da garra, bem como afetar a qualidade das pilhas de toras depositadas pela máquina sobre o terreno, contribuindo para perda de produtividade das operações subsequentes da colheita de madeira.

### **Avaliação da Correlação Entre Variáveis**

A análise de correlação entre a variável “tempo de execução” e idade não foi significativa durante o treinamento, porém houve uma correlação positiva entre o início e fim dos módulos. Apesar dos operadores terem obtido um ganho operacional no treinamento, verificou-se que, que os mesmos apresentaram um melhor desempenho ao final de cada módulo operacional, atribuído ao aprimoramento no decorrer do treinamento.

Em relação ao “erro de distância”, constatou-se que houve uma correlação significativa desta variável com a idade dos operadores, devendo ressaltar que a maior facilidade na execução da operação pelos operadores de menor idade pode ser atribuída à maior coordenação motora destes operadores na execução dos movimentos da grua, principalmente, no momento do descarregamento das toras.

Ao final do módulo de descarregamento, a idade apresentou uma correlação positiva com o “erro de alinhamento”, evidenciando a dificuldade dos operadores de maior idade em alcançar um melhor desempenho nesta operação.

A idade não apresentou uma correlação significativa com a variável “colisão de fueiros”, porém houve uma correlação entre o início e final dos módulos, bem como entre módulos, demonstrando que aqueles que apresentaram um melhor desempenho no início da execução da operação no módulo, mantiveram este melhor desempenho até o final, sugerindo mais uma vez o aprimoramento das habilidades adquiridas pelos operadores da por meio do treinamento.

Em ambos os módulos operacionais houve uma correlação positiva com a idade no início dos módulos I e II, demonstrando uma maior facilidade de execução inicial da operação por parte dos operadores de menor idade, apesar de todos



apresentarem o mesmo desempenho ao final do módulo.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os coeficientes de correlação *Pearson* e *Spearman* entre variáveis em nível ordinal e discreto, respectivamente. Como pode ser observado, as variáveis “erro de alinhamento”, “inclinação das toras movimentadas”, “colisão com fueiros” e “erro de distância” demonstraram correlação entre o início e final do carregamento (módulo I) e descarregamento (módulo II). Desta forma, verifica-se que um operador ao demonstrar uma tendência de bom desempenho em uma variável no módulo I, tenderá a manter o desempenho no módulo II, bem como entre o início e final de cada módulo operacional.

**TABELA 2.** Coeficientes de correlação *Pearson* entre variáveis em nível ordinal.

	IDA	TMODIa	TMODIb	TMODIIa	TMODIIb	INCMODIa	INCMODIb	INCMODIIa	INCMODIIb	EDMODIIa	EDMODIIb
IDA	1	0,123	0,176	0,007	0,096	<b>,208*</b>	0,05	<b>,350**</b>	0,002	0,191	<b>,370**</b>
TMODIa	0,123	1	<b>,727**</b>	<b>,643**</b>	<b>,693**</b>	0,07	-0,063	0,102	0,163	0,197	0,2
TMODIb	0,176	<b>,727**</b>	1	<b>,596**</b>	<b>,668**</b>	-0,041	-0,04	0,121	0,051	0,085	0,143
TMODIIa	0,007	<b>,643**</b>	<b>,596**</b>	1	<b>,651**</b>	0,064	0,012	-0,067	0,053	0,151	0,106
TMODIIb	0,096	<b>,693**</b>	<b>,668**</b>	<b>,651**</b>	1	0,067	0,018	0,128	0,014	0,113	0,174
INCMODIa	<b>,208*</b>	0,07	-0,041	0,064	0,067	1	<b>,360**</b>	<b>,247*</b>	<b>,283**</b>	<b>,316**</b>	<b>,311**</b>
INCMODIb	0,05	-0,063	-0,04	0,012	0,018	<b>,360**</b>	1	0,071	0,138	<b>,289**</b>	0,098
INCMODIIa	<b>,350**</b>	0,102	0,121	-0,067	0,128	<b>,247*</b>	0,071	1	<b>,323**</b>	<b>,427**</b>	<b>,477**</b>
INCMODIIb	0,002	0,163	0,051	0,053	0,014	<b>,283**</b>	0,138	<b>,323**</b>	1	<b>,520**</b>	<b>,372**</b>
EDMODIIa	0,191	0,197	0,085	0,151	0,113	<b>,316**</b>	<b>,289**</b>	<b>,427**</b>	<b>,520**</b>	1	<b>,631**</b>
EDMODIIb	<b>,370**</b>	0,2	0,143	0,106	0,174	<b>,311**</b>	0,098	<b>,477**</b>	<b>,372**</b>	<b>,631**</b>	1

Em que: \* valor-p < 5% ; \*\* valor-p < 1%. Idade (IDA), tempo de execução início do módulo I (TMODIa), tempo de execução final do módulo I (TMODIb), tempo de execução início do módulo II (TMODIIa), tempo de execução final do módulo II (TMODIIb), Inclinação das toras início do módulo I (INCMODIa), Inclinação das toras final do módulo I (INCMODIb), Inclinação das toras início do módulo II (INCMODIIa), Inclinação das toras final do módulo II (INCMODIIb), Erro de Distância início do módulo II (EDMODIIa), Erro de Distância Final do módulo II (EDMODIIb).

Além disso, pode-se concluir que tais variáveis estão relacionadas com alguma característica do perfil do operador, pois os operadores mantiveram a mesma tendência de desempenho em todas as variáveis analisadas, principalmente entre os operadores mais jovens, enquanto os operadores de maior idade demonstraram maior variação de habilidade durante o treinamento.

**TABELA 3.** Coeficientes de correlação *Spearman* entre variáveis em nível discreto.

	IDA	EAM ODIa	EAM ODIb	EAM ODIIa	EAM ODIib	INCM ODIa	INCM ODIb	INCM ODIIa	INCM ODIib	EDM ODIa	EDM ODIb	CFM ODIa	CFM ODIb	CFM ODIIa	CFM ODIib
EAMODIa	0,065	1	,521**	,300**	,419**	,628**	,417**	0,024	,251*	,290**	,327**	,506**	,473**	0,171	0,201
EAMODIb	0,019	,521**	1	,335**	,475**	,514**	,749**	0,184	,331**	,496**	,385**	,430**	,383**	,239*	0,176
EAMODIIa	0,103	,300**	,335**	1	,505**	,279**	0,193	,441**	,426**	,633**	,348**	,208*	0,155	0,153	0,044
EAMODIib	,253*	,419**	,475**	,505**	1	,451**	,330**	0,149	,499**	,497**	,541**	,295**	,222*	,288**	,280**
CFMODIa	0,056	,506**	,430**	,208*	,295**	,559**	,310**	0,064	,211*	,394**	,234*	1	,732**	,450**	,516**
CFMODIb	0,017	,473**	,383**	0,155	,222*	,447**	,283**	0,08	0,159	,328**	,235*	,732**	1	,326**	,492**
CFMODIIa	0,082	0,171	,239*	0,153	,288**	,349**	0,141	0,069	0,107	0,104	0,033	,450**	,326**	1	,524**
CFMODIib	0,167	0,201	0,176	0,044	,280**	,248*	0,083	0,048	0,06	0,175	0,088	,516**	,492**	,524**	1

Em que: \* valor-p < 5% ; \*\* valor-p < 1%. Idade (IDA), Inclinação das toras início do módulo I (INCMODIa), Inclinação das toras final do módulo I (INCMODIb), Inclinação das toras início do módulo II (INCMODIIa), Inclinação das toras final do módulo II (INCMODIib), Erro de Distância início do módulo II (EDMODIIa), Erro de Distância Final do módulo II (EDMODIib), e as variáveis medidas em termos intervalares: Erro de Alinhamento início do módulo I (EAMODIa), Erro de Alinhamento Final do módulo I (EAMODIb), Erro de Alinhamento início do módulo II (EAMODIIa), Erro de Alinhamento Final do módulo II (EAMODIib), colisão com fueiros, Colisão com fueiros início do módulo I (CFMODIa), Colisão com fueiros Final do módulo I (CFMODIb), Colisão com fueiros início do módulo II (CFMODIIa), Colisão com fueiros Final do módulo II (CFMODIib).

## CONCLUSÃO

Após as análises e discussão dos resultados, conclui-se:

- Os operadores mais jovens obtiveram um melhor desempenho no decorrer do treinamento com uso do simulador de realidade virtual, atribuído à maior habilidade na execução das operações.
- O “erro de inclinação” e “colisões com fueiros” foram as variáveis de maior dificuldade de execução pelos operadores, sugerindo a necessidade de ampliação da carga horária de treinamento neste módulo operacional.
- As variáveis “inclinação das toras movimentadas”, “colisão com fueiros”, “erro de distância” e “erro de alinhamento” demonstraram correlação entre si e possuindo uma relação com alguma habilidade tácita específica dos operadores.
- O simulador de realidade virtual mostrou-se uma ferramenta de treinamento eficiente para a formação de um operador em menor tempo e com baixos custos.

## REFERÊNCIAS

CASTRO, G. P. **Estudo, Revisão e Discussão de Conceitos e Sistemas Abordados na Colheita Florestal Mecanizada**. 2011. Disponível em < [http://www.colheitademadeira.com.br/imagens/publicacoes/566/Gustavo%20Castro\\_%20Colheita%20Florestal%20Mecanizada.pdf](http://www.colheitademadeira.com.br/imagens/publicacoes/566/Gustavo%20Castro_%20Colheita%20Florestal%20Mecanizada.pdf) > Acesso em 18 mar.2014.

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-MG, v. 32, n. 2, p. 291-298, 2008.

LOPES, E. S. Avaliação do desempenho de operadores no treinamento com simulador de realidade virtual *forwarder*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1,

p. 177-186, jan.-mar., 2010.

OLIVEIRA, D.; LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C. Avaliação técnica e econômica do Forwarder na extração de toras de pinus. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.37, n.84, p. 525-533, 2009.

OVASKAINEN, H.; UUSITALO, J.; VAATAINEN, K. Characteristics and Significance of a Harvester Operators' Working Technique in Thinnings. **International Journal of Forest Engineering**. v.15, n. 2, p. 67-78, 2004.

PARISE, D. J. **Qualificação e aperfeiçoamento profissional na colheita florestal no Brasil**. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 14. Curitiba-PR. **Anais...** p. 191-197. 2006.

PARISE, D.; MALINOVSKI, J. R. Análise e reflexões sobre o desenvolvimento tecnológico da colheita florestal no Brasil. 2008. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 12. Curitiba, PR. 2002.

PEKKA, R. Forest Machine Simulator Based Education. **International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning**. v. 13, n.1-2, p. 57-74, 2003.

SEIXAS, F. In: MACHADO, C.C. **Colheita florestal**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2008. 501p.

SIMLOG. Forwarder Personal Simulator. Disponível em: <<http://www.simlog.com/personal-forwarder.html>>. Acesso em 12 mar. 2014.