

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA FLORESTAL**  
**NAYARA NATACHA DE JESUS PEREIRA**

**DESEMPENHO NO TREINAMENTO COM SIMULADOR DE REALIDADE**  
***VIRTUAL HARVESTER***

**DIAMANTINA- MG**  
**2017**

**NAYARA NATACHA DE JESUS PEREIRA**

**DESEMPENHO NO TREINAMENTO COM SIMULADOR DE REALIDADE  
VIRTUAL *HARVESTER***

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, área de concentração em Manejo Florestal e Silvicultura, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Ângelo Márcio Pinto Leite.

**DIAMANTINA- MG  
2017**

Ficha Catalográfica - Sistema de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecária: Jullyele Hubner Costa CRB-6/2972

P436d Pereira, Nayara Natacha de Jesus.  
Desempenho no treinamento com simulador de realidade virtual  
harvedter / Nayara Natacha de Jesus Pereira – Diamantina, 2017.  
29 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Ângelo Márcio Pinto Leite

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Florestal) –Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha  
e Mucuri.

1. Capacitação. 2. Máquinas florestais. 3. Simlog. I. Leite, Ângelo  
Márcio Pinto. II. Título.

**CDD 631.3**

Elaborada com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

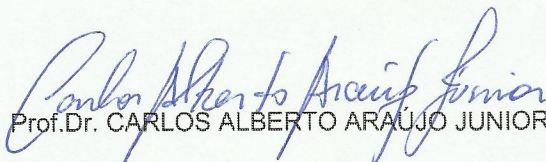
NAYARA NATACHA DE JESUS PEREIRA

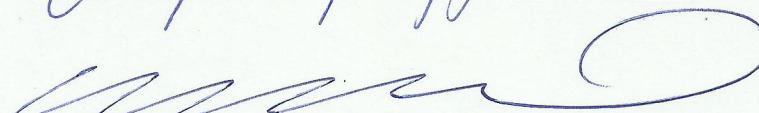
**DESEMPENHO NO TREINAMENTO COM SIMULADOR DE REALIDADE  
VIRTUAL HARVESTER**

Dissertação apresentada ao  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM CIÊNCIA FLORESTAL - STRICTO  
SENSU, nível de MESTRADO como  
parte dos requisitos para obtenção do  
título de MAGISTER SCIENTIAE EM  
CIÊNCIA FLORESTAL

Orientador : Prof. Dr. Ângelo Márcio  
Pinto Leite

Data da aprovação : 03/03/2017

  
Prof.Dr. CARLOS ALBERTO ARAUJO JUNIOR - UFMG

  
Prof.Dr. WELLINGTON WILLIAN ROCHA - UFVJM

  
Prof.Dr. ÂNGELO MÁRCIO PINTO LEITE - UFVJM

DIAMANTINA

A Deus, por ser onipresente.

Aos meus pais o esforço e as orações.

Aos meus amigos pelo companheirismo.

Ao meu professor Ângelo a orientação

E a todos que, de alguma forma, contribuíram  
de forma positiva, para a realização deste  
trabalho, gratidão!

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a Deus, o dom da vida, a força, a coragem, a energia, a proteção e todas as características que me tornaram o ser humano que sou. Deus, sem Ti nunca estaria finalizando esta etapa. Obrigada por ser quem tu és!

Aos meus pais, por todo o esforço em manter nossa família, a honestidade, o incansável trabalho e os ensinamentos. Obrigada por toda dedicação, em meu crescimento e de meus irmãos. Vocês nunca serão esquecidos. Por todas as orações, e preocupação, aos senhores a minha eterna gratidão.

Ao professor, Ângelo, toda a confiança e a orientação, ao longo desses anos, a colaboração, a oportunidade e o apoio, meu muito obrigada!

Ao CTFIlor, a oportunidade e a experiência.

Aos professores da Pós-Graduação, os ensinamentos.

À UFVJM e a seus funcionários que possibilitaram essa oportunidade a ajuda e os ensinamentos.

“Espera no Senhor, anima-te, e Ele fortalecerá  
o teu coração; espera, pois, no Senhor”.

*Salmo 27:14*

## RESUMO

É cada vez mais crescente a demanda por profissionais capacitados para operar máquinas com elevada tecnologia e valor comercial. A fim de resolver parte desse gargalo, o simulador de realidade virtual de máquinas florestais está entre as tecnologias mais utilizadas para treinamento com menor custo/benefício. Logo, definir e conhecer o perfil de um futuro operador frente às condições de trabalho do simulador possibilita maior chance de êxito na execução das atividades de campo, com máquinas de colheita florestal. Objetivou-se, com este trabalho avaliar o desempenho de operadores no treinamento com simulador de realidade virtual *Harvester*, considerando-se diferentes classes de idades, grau de escolaridade e categoria de habilitação. Os dados são provenientes do Centro Técnico de Formação de Operadores de Máquinas Florestais, situado no Campus JK da UFVJM, em Diamantina- MG. Foram avaliados 40 profissionais, sem experiência na operação do *Harvester*. No decorrer dos treinamentos coletaram-se dados do desempenho dos profissionais, referentes apenas ao módulo V do *software* específico (Simlog), por se tratar da fase que melhor caracteriza as principais atividades da máquina. Com isso, os resultados evidenciaram que a diferença de tempo médio gasto no ciclo de operação do módulo V apresentou alta correlação com a idade do operador, sendo diretamente proporcional ao aumento desta, ou seja, quanto maior a idade do operador em treinamento, maior a diferença entre o tempo médio gasto por ele em relação à meta estabelecida. Para o teste de Kruskal-Wallis, a significância de 5% para Dif – Tempo apontou diferença significativa apenas para os agrupamentos por habilitação, mostrando que as diferentes categorias de habilitação exercem influência sobre o tempo de execução das tarefas, sendo a categoria B a que apresentou menor Dif – Tempo médio em relação às outras categorias. Já os agrupamentos por categoria de habilitação e escolaridade não apresentam diferenças significativas entre si.

**Palavras-chave:** Capacitação. Máquinas florestais. Simlog.



## ABSTRACT

It is each time more growing the demand for skilled professionals to operate machines with high technology and commercial value. In order to address part of this bottleneck, the forest machine virtual reality simulator is among the most commonly used technologies for lower cost / benefit training. Therefore, defining and knowing the profile of a future operator in front of the working conditions of the simulator, allows a greater chance of success in the execution of the field activities, with forest harvesting machines. The objective of this work was to evaluate the performance of operators in the training with Harvester virtual reality simulator, considering different age classes, educational level and habilitation category. The data come from the Technical Center for the Training of Forest Machine Operators, located at JK Campus of UFVJM, in Diamantina-MG. 40 professionals were evaluated, with no experience in the operation of the Harvester. During the training, data were collected on the performance of the professionals, referring only to module V of the specific software (Simlog), because it is the phase that best characterizes the main activities of the machine. With this, the results showed that the mean time difference spent on the operating cycle of the V module showed a high correlation with the age of the operator, being directly proportional to the increase in age, that is, the higher the age of the operator in training, the higher the difference between the average time spent by him in relation to the established goal. For the Kruskal-Wallis test, the significance of 5% for Dif-Time showed a significant difference only for the groupings by habilitation, showing that the different categories of habilitation exert an influence on the time of execution of the tasks, being the category B that presented lower Dif - Mean time in relation to the other categories. not present significant differences between them.

**Key-words** Training. Forestry machinery. Simlog.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Agrupamento dos dados Dif - Tempo e g% - Tempo por categoria de habilitação e escolaridade .....	20
Figura 2 - Agrupamento de Dif - Altura e g% - Altura por categoria de habilitação e escolaridade .....	22
Figura 3 - Agrupamento de Dif - Empilhamento e g% - Empilhamento por categoria de habilitação e escolaridade .....	23
Figura 4 - Agrupamento de Dif - Processamento e g% - Processamento por categoria de habilitação e escolaridade .....	25
Fotografia 1 – Harvester .....	15
Fotografia 2 - Futuros operadores em fase de treinamento em simulador de colheita Harvester	
17	
Quadro 1 - Descrição das variáveis estudadas no módulo V e metas .....	17

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor da Correlação de Pearson entre as variáveis: diferença de tempo médio, ganho percentual em tempo e a idade.....	19
Tabela 2 - Parâmetros do modelo gerado para se estimar a Dif- Tempo .....	21
Tabela 3 - Valor da Correlação de Pearson entre as variáveis: diferença de tempo médio, ganho percentual em altura e idade .....	21
Tabela 4 - Valor da Correlação de Pearson entre as variáveis: diferença de empilhamento médio, ganho percentual em empilhamento e a idade.....	22
Tabela 5 - Parâmetros do modelo gerado para se estimar a g% - Empilhamento .....	24
Tabela 6 - Valor da Correlação de Pearson entre as variáveis diferença de processamento médio, ganho percentual em processamento e a idade do operador.....	24

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1	COLHEITA FLORESTAL .....	13
2.2	COLHEDORA FLORESTAL “HARVESTER”.....	14
2.3	IMPORTANCIA DO TREINAMENTO.....	15
3	MATERIAL E METODOS.....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
4.1	MODULO X IDADE .....	19
4.2	MODULO X ESCOLARIDADE .....	21
4.3	MODULO X CNH .....	22
4.4	ANÁLISE MULTIVARIADA .....	24
5	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS .....	27

## 1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico na área florestal, as máquinas agrícolas antes adaptadas para trabalhos florestais como colheita e arraste de madeira, atualmente possuem versões próprias e apresentam-se como principais componentes para o incremento de produção.

Junto a esse desenvolvimento, o alto custo e a complexidade dessas máquinas também aumentaram, exigindo mão de obra mais capacitada para operá-las.

Para conseguir o aproveitamento máximo dessas tecnologias disponíveis no mercado florestal atual, torna-se indispensável aos futuros operadores uma capacitação com metodologias apropriadas de aprendizagem (PAGNUSSAT et al., 2014). A carência de pessoas já capacitadas na operação florestal tem aumentado a depreciação das máquinas, elevando os custos e os danos ao meio ambiente, ocasionando queda na qualidade, maior dificuldade em se alcançar metas de produção e aumento de acidentes no trabalho.

Capacitar operadores de máquinas florestais é um grande desafio já que o custo de seu treinamento é maior, comparativamente, à profissionais de outros setores (PACKALÉN et al., 2001). Entretanto essa capacitação se faz necessária, quando se verificam os ganhos que ela pode oferecer em longo prazo.

Santos e Gimenez (2015) relatam que o Brasil historicamente é um país com elevada participação de trabalhadores em um mercado de trabalho heterogêneo, e essa complexidade aumentou com o crescimento econômico acelerado, em virtude do avanço da industrialização, ocasionando uma migração rural/urbana intensa.

Os trabalhadores brasileiros estão, constantemente, em busca de melhores oportunidades de trabalho e, muitas vezes, alguns quesitos básicos são diferenciados na contratação. Barros et al. (1978), em seu trabalho sobre desemprego no Brasil, admitem que o problema de criação de empregos não parece se associar muito com o volume de postos de trabalho gerados e, sim, com a qualidade desses, no qual sexo, nível educacional, idade, posição no domicílio, setor de atividade e posição na ocupação são fatores relacionados ao desemprego.

Em vista dessa dificuldade de qualificação na área florestal, técnicas vêm sendo desenvolvidas para melhoria do desempenho de operadores em máquinas (LOPES *et al.*, 2008). Nesse sentido, uma das técnicas mais eficientes e de baixo custo criada até o momento, é o Simulador de Realidade Virtual (LACERDA; MAZON, 2002). Esse dispositivo é uma ferramenta de apoio no treinamento, capacitando e habilitando os profissionais de forma eficiente, por intermédio de prática no computador, com *software* adequado e acoplamento de

*joystick* (LOPES, 2010; PEKKA, 2003). Assim, um tipo de realidade virtual (RV) foi criada, integrando as experiências de todo o processo de colheita em campo, em um ambiente de simulação (OVASKAINEN, 2004).

O método se tornou eficiente, tendo em vista o seu baixo custo em comparação ao treinamento em máquinas, além de não haver riscos de acidentes durante essa fase, já que os profissionais não possuem ainda experiência, estando eles adquirindo apenas habilidades iniciais. Por sua vez, o treinamento somente será eficiente, se os profissionais possuírem perfil ou aptidão para esse tipo de atividade. Segundo Lopes (2010), o elevado investimento financeiro é desperdiçado, quando pessoas com perfil profissional inapropriado a atividades com máquinas, são treinadas em campo e não demonstram aptidão prática no processo de evolução, refletindo em custo sem retorno para a empresa.

Portanto, conhecer o perfil dos trabalhadores assim como sua aptidão para desenvolver certas atividades é de suma importância para um melhor desempenho no trabalho, norteando ações de melhorias que diretamente influenciam a qualidade do trabalho em campo (LEITE et al., 2012). Diante disso, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o treinamento de profissionais com simulador de realidade virtual *Harvester*, em função das classes de idade, escolaridade e carteira de habilitação, no intuito de auxiliar o processo de seleção de futuros operadores.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Colheita florestal

Castro et al. (2011) relatam que a colheita florestal é descrita por muitos especialistas e estudiosos como a parte mais relevante do ponto de vista técnico-econômico, correspondendo a um conjunto de operações e atividades realizadas em um maciço florestal, que tem como objetivo o preparo, a colheita e a extração da madeira até o local de transporte, o qual na maioria das vezes, é às margens das estradas.

No Brasil, até meados da década de 1940 a colheita florestal era realizada, quase que totalmente, de forma manual ou semimecanizada, ou, então, utilizando máquinas e equipamentos adaptados do setor agrícola e industrial (SOUZA e MINETTE 2002).

Foi na década de 1970 que o processo de modernização das operações florestais teve início, fundamentado na produção de máquinas leves e de médio porte e, de lá para cá, as indústrias não pararam de crescer, fornecendo vários tipos de máquinas e equipamentos ao setor (VALVERDE, 1995).

Ao longo do tempo, essa constante evolução fez com que ocorressem mudanças não só na mecanização que se expandiu, exponencialmente, havendo também alterações nos conceitos, nas técnicas e nas formas de se realizar esta atividade, elevando a importância na cadeia produtiva da madeira (CASTRO et al., 2011).

A mecanização florestal no Brasil, só não é mais intensiva em razão das restrições encontradas no campo, que dificultam todo o processo de produção da madeira e, conseqüentemente, o custo da colheita.

De acordo com Seixas (1998), os principais fatores que influenciam a colheita florestal são: o clima (chuva e vento), a capacidade suporte do terreno, a topografia, as características das árvores (diâmetro), o tamanho dos galhos e da copa; o peso e a qualidade da madeira.

Segundo Machado (2008), vários fatores afetam a colheita, sendo as principais causas: Densidade do talhão: essa característica está relacionada ao número de árvores colhidas por área e ao volume das pilhas de madeira, o qual tem influência direta em toda a atividade de carregamento. Assim, áreas com baixa densidade de árvores aumentarão o tempo gasto na viagem, acarretando baixa produção média e maiores custos.

Topografia do plantio: o equipamento a ser utilizado é, normalmente, delimitado pela declividade do terreno, influenciando diretamente o rendimento da máquina que é usada na

empresa, na atividade de colheita. Há terrenos que impedem a mecanização das operações, simplesmente, por haver danos resultantes de erosão.

Tipo de solo: esse fator está relacionado à capacidade de sustentação e tração do equipamento diante do solo. Isso irá depender do teor de umidade do solo o qual pode influenciar o processo de compactação ou mesmo, a incapacidade de movimentação do veículo em determinados tipos de solos e grau de umidade.

De acordo com Bramucci (2001), os estudos a respeito da real influência de determinadas variáveis sobre alguns parâmetros eram poucos, como: tempo gasto na operação, colheita / processamento e capacidade sobre a produtividade das máquinas, uma vez que elas sofrem influência de fatores dificultadores durante a realização do trabalho.

## 2.2 Colhedora florestal “Harvester”

Trata-se de uma máquina que tem o seu próprio meio de propulsão, constituído por: um conjunto motriz, material rodante, braço hidráulico e cabeçote processador, , que auxilia a alta mobilidade e a estabilidade dentro da floresta (AMABILE, 1998). Com isso, o trator é a composição da unidade de potência que se constitui também, de uma lança telescópica e de unidade processadora (SILVEIRA, 2001). Por ter alto custo de aquisição, é comum a utilização de vias alternativas, como uso de pneus ou de esteiras, ou, ainda, adaptações feitas em escavadoras de esteiras, com a colocação de um cabeçote processador diminuindo, assim, o valor de compra, sendo uma boa opção utilizada no setor florestal brasileiro, já que há modelos fabricados no país como mostra a Fotografia 1 (SEIXAS; BATISTA, 2014).

Fotografia 1- *Harvester*



Fonte: Forestree Equipment Trade.



O *harvester* é muito utilizado no campo por possuir a capacidade de realizar, simultaneamente, as operações de derrubada, desgalhamento, descascamento, traçamento e empilhamento de madeira (MACHADO, 2000). Esse processo quando feito dentro do talhão é chamado de sistema de toras curtas.

Segundo Seixas e Batista (2014), considera-se um sistemas de toras curtas (*cut-to-length*), quando toda a operação é feita no próprio canteiro de corte, com a madeira sendo processada, em toras de 1 a 6 m de comprimento para, posteriormente, ser extraída. Bramucci (2001) comenta que, em sistema de colheita de toras curtas o *harvester* é considerado a principal máquina utilizada nesse processo.

No campo, é grande a variação dos métodos possíveis de serem aplicados para a obtenção da madeira. Com isso, para cada tipo de situação é necessário verificar qual tipo de equipamento necessário, passando de simples cortadores direcionais a colheitadeiras florestais modernas. Assim, o acompanhamento adequado relativo à manutenção e aos cuidados é imprescindível, já que diz respeito a itens caros (MENDONÇA FILHO, 2000).

### **2.3 Importância do treinamento de operadores**

Na atualidade, empresas florestais vêm exigindo cada vez mais operadores capacitados na manipulação de máquinas pesadas. Isso ocorre pelo elevado número de máquinas e equipamentos de alta tecnologia que as empresas vêm adquirindo (LOPES et al., 2008). Logo, a falta de pessoas com esse tipo de qualificação caracteriza um dos principais problemas enfrentados pelas empresas (LEONELLO; GONÇALVES; FENNER, 2012), por colocar em risco o rendimento, a qualidade do trabalho, elevar o custo de produção, causar danos às máquinas e impacto ao meio ambiente (PARISE; MALINOVSKI, 2002).

Além da alta tecnologia, para grande produtividade disponível, para máquinas florestais, a sua complexidade também aumentou juntamente com os custos operacionais envolvidos no processo e, por isso, exige-se mão de obra qualificada, fator essencial pela busca de um elevado nível de desempenho operacional. Assim, para chegar ao ponto ótimo de aproveitamento das tecnologias disponíveis na área de colheita florestal, torna-se necessária a busca por operadores capacitados de forma adequada com o uso de tecnologias apropriadas (OVASKAINEN et al., 2004).

Treinar operadores de máquinas de colheita florestal indica custo elevado quando comparado a profissionais de outros setores. As atuais máquinas florestais são de alto nível

tecnológico e, portanto, treinar operadores nelas torna-se uma técnica inviável em campo (PACKALÉN, 2001). Assim, algumas empresas já possuem centros de treinamento próprio, auxiliando na integração do trabalhador.

A forma mais avançada e eficiente de treinamento que hoje se encontra disponível é o simulador de realidade virtual, no qual o usuário realiza a imersão, a navegação e a interação em um ambiente sintético bidimensional, realizado por computadores (LACERDA; MAZON, 2002). Assim, simuladores de máquinas de colheita florestal têm a finalidade de fazer o treinamento pelo ambiente virtual, apresentando movimentos operacionais, fazendo assim, a interação da máquina com o operador.

Parise e Malinovski (2002), concluíram após um estudo na Suécia que o uso de simuladores de realidade virtual favoreceu um conhecimento eficiente a futuros operadores de máquinas. Afirmaram ainda que, houve redução significativa dos custos de treinamento, tornando essa técnica viável.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi realizada no Centro Técnico de Formação de Operadores de Máquinas Florestais (CTFlor), localizado no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina - Minas Gerais.

A população pesquisada constituiu-se de trabalhadores de empresas florestais e profissionais autônomos que receberam treinamento em simulador de realidade virtual, a partir de um banco de dados coletado entre o período de 2010 a 2015, com carga horária total de 30 horas. Ao acaso, a amostra foi composta por 40 candidatos a operadores sem experiência na atuação em *Harvester*, utilizando-se o programa da *Simlog Simulation Launcher*, equipado com “Joysticks” e montado em computadores portáteis, pertencentes ao CTFlor) (Fotografia 2).

Fotografia 2- Futuros operadores em fase de treinamento em simulador de colheita *Harvester*



Fonte: CTFlor.

O Simulador virtual *Harvester* Simlog padrão possui sete módulos operacionais de treinamento, mas para a avaliação dos profissionais consideraram -se apenas os dados obtidos do módulo V, pelo fato de ser o que melhor caracteriza as principais operações da máquina *Harvester* em campo. Engloba os parâmetros: tempo de execução (s) caracterizando todo o tempo gasto no módulo para a execução de todas as atividades; altura de corte (10 cm), sendo ela a altura do toco deixado no solo após o corte da árvore; eficiência no processamento (%), caracterizado pelo tamanho das toras processadas e eficiência no empilhamento (%), sendo aqui, avaliadas a eficiência e a qualidade relativas às toras de madeiras colocadas na pilha.

A partir desses parâmetros foram estabelecidas metas de desempenho (Quadro 1), para os futuros operadores, em cada variável no módulo. As metas são colocadas como forma de estímulo, para alcance do desempenho durante e após o treinamento.

Quadro 1- Descrição das variáveis estudadas no módulo V e metas

Variável	Meta	Descrição
Tempo de Execução (s)	60	Tempo utilizado em todo o ciclo de processamento da madeira
Altura de Corte (cm)	10	Altura de corte no toco
Eficiência no processamento (%)	92	Competência ao fazer os cortes da tora
Eficiência no Empilhamento (%)	97	competência no empilhamento das toras

Nota: Informações e metas fornecidas pelo Centro de Técnico de Formação de Operadores de Maquinas- Fonte: CTFlor

Os dados referentes aos parâmetros anteriores foram coletados durante o treinamento dos profissionais, em três períodos consecutivos, com duração de 10 seções cada período de simulação, gerando a média de cada variável estudada no módulo de forma independente. Pela diferença de valores obtidos entre os três períodos de treinamento que gerou-se o g%, segundo Lopes (2008), com adaptações, conforme Equação 1:

$$g\% = \text{Max V \%} - \text{Mín V \%}$$

Em que:

g% ganho percentual em relação ao início do treinamento e final do módulo  
 Max V% = Máximo valor obtido

Min V% = Mínimo valor%

Após essa etapa, obteve-se a diferença do valor médio do treinamento, subtraído pelo valor considerado como meta, conforme Equação 2:

$$\text{Dif} = \text{Valor Médio das avaliações} - \text{Meta}$$

Em que: Dif corresponde à diferença do valor médio calculado.

Os dados gerados foram correlacionados às seguintes características dos operadores: idade, escolaridade e categoria de habilitação, informações essas obtidas de um questionário aplicado antes do início do treinamento.

Com base nas características levantadas e seleção aleatória dos operadores foi possível identificar e classificar as categorias existentes entre o grupo de pessoas estudadas. Sendo elas:

Classe de Idades: 18-25 anos, 26-33 anos e 34-46 anos;

Grau de Escolaridade: Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior;

Categoria de Habilitação: B, C e D.

### 3.1 Testes estatísticos

As análises foram feitas no software RStudio (2013), utilizando-se o pacote estatístico Hmisc (HARRELL JR, 2016).

### 3.1.1 Análise univariada

A separação das variáveis: Diferença de Valor Médio (Dif) e Ganho Percentual em Relação ao Início e Final do Treinamento (g%), de acordo com as classes de Escolaridade e Habilitação foram avaliados pelo Teste Kruskal-Wallis a 5% de significância, sendo a hipótese nula de que a separação em classes não reflete em diferença significativa nos valores de Dif e g%. Para avaliar a relação da Idade com Dif e g% foi usada a Correlação de Pearson.

### 3.1.2 Análise multivariada

Foi ajustado um modelo de regressão linear para a estimativa de Dif e g% utilizando-se como parâmetros a Idade, a Habilitação e a Escolaridade. A significância da regressão foi avaliada pela estatística F da ANOVA a 5% de significância. A significância de cada parâmetro separadamente foi avaliada pela estatística “t”.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Variável tempo médio

Tabela 1 – Valor da Correlação de Pearson entre as variáveis diferença de tempo médio, ganho percentual em tempo e a idade

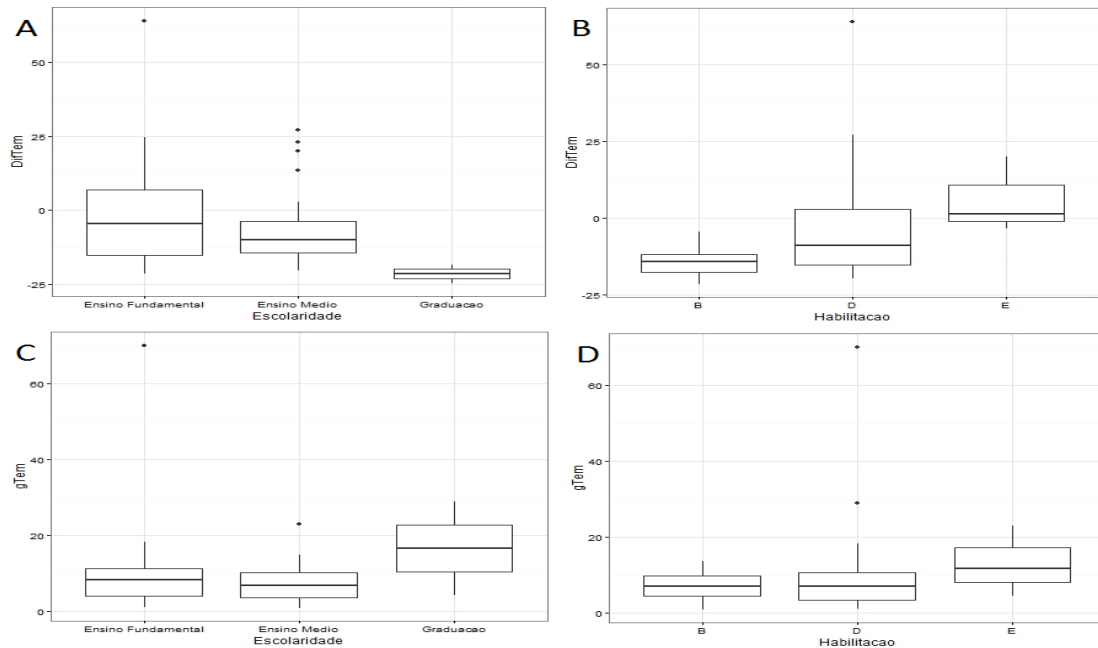
Variável	Idade
Dif – Tempo	0,62
g% - Tempo	0,35

A diferença de tempo médio apresentou alta correlação com a idade do operador, sendo diretamente proporcional, ou seja, quanto maior a idade do operador em treinamento maior a diferença entre o tempo médio gasto por ele em relação à meta. Esse resultado corrobora o estudo de Pagnussat et al. (2014), que observaram melhores desempenhos durante o treinamento nos operadores mais jovens. O g% - Tempo também se mostrou diretamente proporcional à idade do operador, com índice de correlação de 0,35.

No teste de Kruskal-Wallis, a significância de 5% para Dif – Tempo apontou diferença significativa apenas para os agrupamentos por Habilitação (Figura 1 – B), mostrando que as

diferentes categorias de habilitação exercem influencia sobre o tempo de execução das tarefas, sendo a categoria B a que apresenta menor Dif – Tempo médio em relação às outras. Para g% - Tempo (Figura 1 – C e D), segundo o teste, tanto os agrupamento por categoria de habilitação como por escolaridade não apresentaram diferenças significativas entre si.

Figura 1 – Agrupamento dos dados Dif – Tempo e g% - Tempo por categoria de habilitação e escolaridade



Legenda: A: Dif – Tempo x Escolaridade; B: Dif – Tempo x Habilitação; C: g% - Tempo x Escolaridade; D: g% - Tempo x Habilitação.

Foi possível obter um modelo de regressão linear para a determinação de Dif – Tempo (Tabela 2), onde apenas a idade contribuiu para a regressão, uma consequência da correlação da variável com o tempo de execução, como mostrado por Pagnussat et al. (2014). Já para g% - Tempo não foi possível ajustar um modelo de regressão, pois o P – Valor para o teste F (significância da regressão) foi 0,15, maior do que o nível de significância de 5%, 0,05.

Tabela 2 – Parâmetros do modelo gerado para se estimar a Dif - Tempo

	Parâmetro	Valor t	P-Valor
Intercepto	-46,54	-3,99	0,00 **
Escolaridade – Ensino Médio	-3,14	-0,60	0,55
Escolaridade - Graduação	-21,60	-1,44	0,16
Habilitação – D	1,70	0,27	0,79

Habilitação – E	-3,67	-0,32	0,75
Idade	1,45	3,82	0.00 **
Valor F: 4.736(5 e 33 gl)			
P-Valor: 0.002269			

Nota: \*\* = Parâmetro significativo.

#### 4.2 Variável altura média

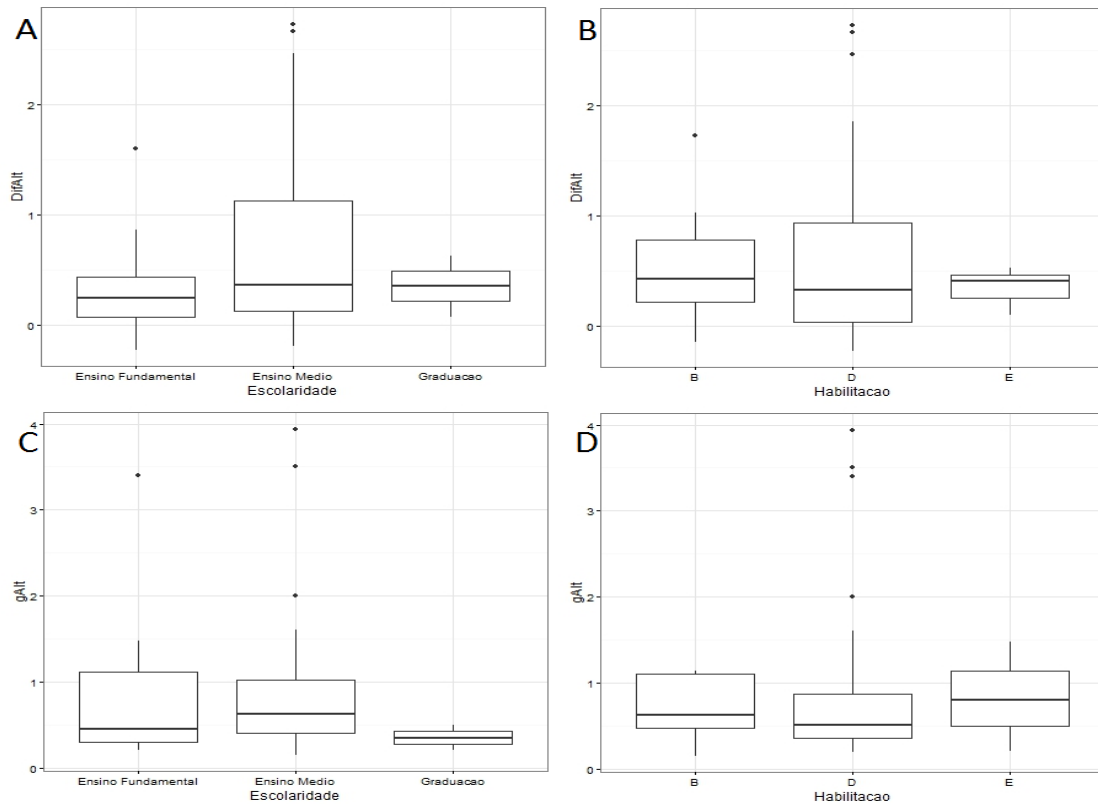
Tabela 3 – Valor da Correlação de Pearson entre as variáveis: Diferença de tempo médio, Ganho percentual em altura e Idade

Variável	Idade
Dif – Altura	0,07
g% - Altura	0,39

A diferença de altura média apresenta índice de correlação quase nulo com a idade, enquanto a g% - Altura se mostra diretamente proporcional à idade, ainda que com um índice de correlação baixo.

O teste de Kruskal-Wallis apontou que não há diferença significativa entre os agrupamentos por escolaridade e habilitação tanto para Dif – Altura quanto para g% - Altura (Figura 2).

Figura 2 – Agrupamento de Dif – Altura e g% – Altura por categoria de habilitação e escolaridade



Legenda: A: Dif – Altura x Escolaridade; B: Dif – Altura x Habilitação; C: g% - Altura x Escolaridade; D: g% - Altura x Habilitação.

Os modelos gerados para Dif e g% - Altura a partir das variáveis independentes estudadas, não caracterizaram regressão linear, pois os P – Valores obtidos para o teste F (significância da regressão) foram de 0,77 e 0,13, respectivamente, ambos maiores que o nível de significância adotado neste estudo (0,05).

Assim, não foi notada influência significativa de nenhum agrupamento por habilitação, escolaridade ou idade na altura de corte durante o treinamento no simulador.

#### 4.3 – Empilhamento Médio

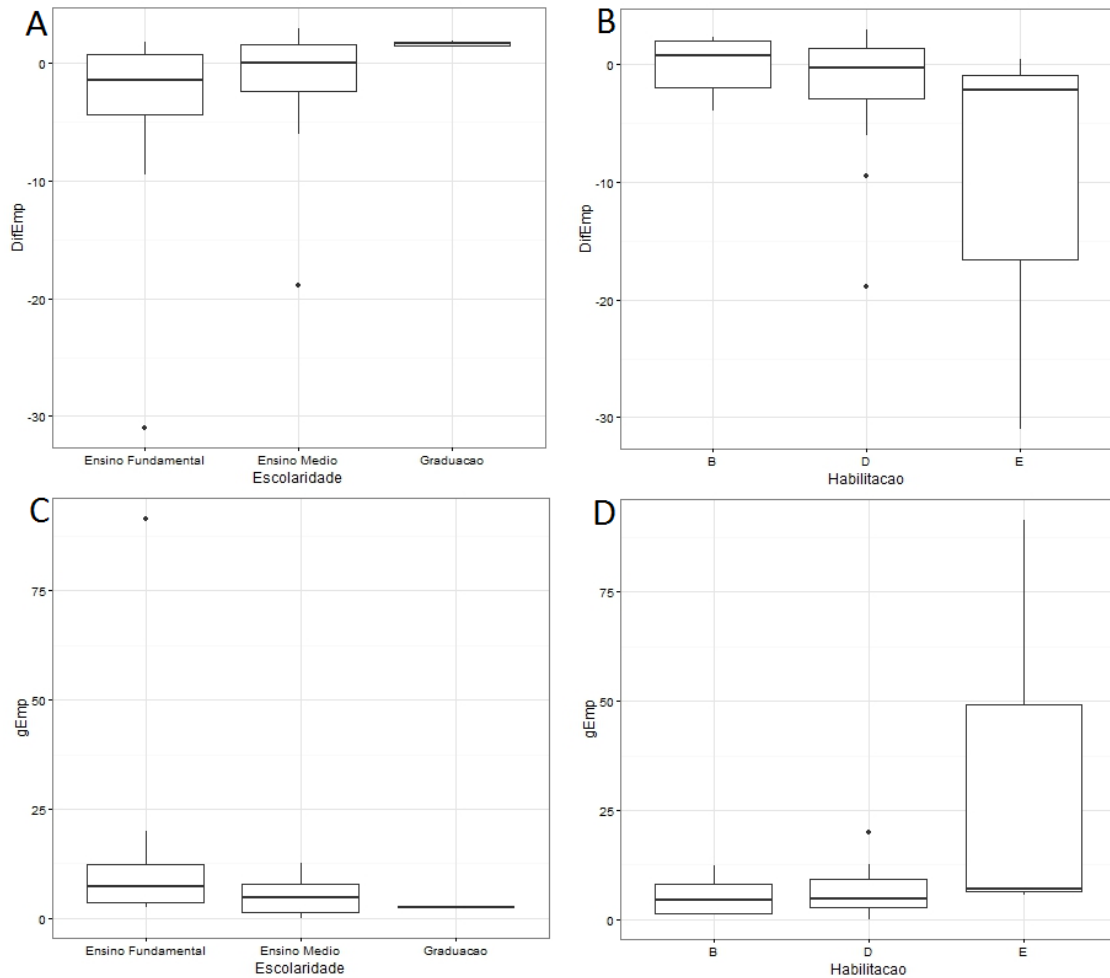
Tabela 4 – Valor da Correlação de Pearson entre as variáveis diferença de empilhamento médio, ganho percentual em empilhamento e a Idade

Variável	Idade
Dif – Processamento	-0,38
g% - Processamento	0,26



Foram obtidos baixos valores de correlação de Pearson entre Dif e Idade e g% e Idade. O teste de Kruskal-Wallis também apontou diferença não significativa entre os agrupamentos por escolaridade e habilitação tanto para Dif – Processamento quanto para g% - Processamento (Figura 3).

Figura 3 – Agrupamento de Dif – Empilhamento e g% – Empilhamento por categoria de habilitação e escolaridade



Legenda: A: Dif – Empilhamento x Escolaridade; B: Dif – Empilhamento x Habilidade; C: g% - Empilhamento x Escolaridade; D: g% - Empilhamento x Habilidade.

Foi possível obter um modelo de regressão linear para a determinação de g%–Empilhamento (Tabela 5). Já para Dif - Empilhamento não foi possível ajustar um modelo de regressão, pois o P – Valor para o teste F (significância da regressão) foi de 0,07, maior do que o nível de significância de 5% (0,05). No primeiro caso, apenas a Habilidade categoria E contribuiu para a regressão, como observado na tabela abaixo:

Tabela 5 – Parâmetros do modelo gerado para se estimar a g% - Empilhamento

	Parâmetro	Valor t	P-Valor
Intercepto	8,27	0,80	0,43
Escolaridade – Ensino Médio	-6,10	-1,33	0,19
Escolaridade - Graduação	-8,36	-0,63	0,53
Habilitação – D	0,19	0,03	0,97
Habilitação – E	25,87	2,59	0,01**
Idade	0,07	0,20	0,84

Notas: Valor F: 3,3(5 e 33 gl)  
P-Valor: 0,016: \*\* = Parâmetro significativo. (CONFIRMAR!)

Nota-se que, a partir do fator categoria E de habilitação foi possível estabelecer uma curva para evolução do operador no treinamento por meio de simulador, quando se diz respeito à eficiência no empilhamento de toras. Apesar da diferença não significativa pelo teste de Kruskal-Wallis, a experiência do operador com máquinas grandes (caso de operadores com categoria E de habilitação) tem influência no rendimento da operação, como foi apontado por Leonello, Gonçalves e Fenner (2012).

#### 4.4 Processamento médio

Tabela 6 – Valor da Correlação de Pearson entre as variáveis: diferença de processamento médio, ganho percentual em processamento e a Idade do operador

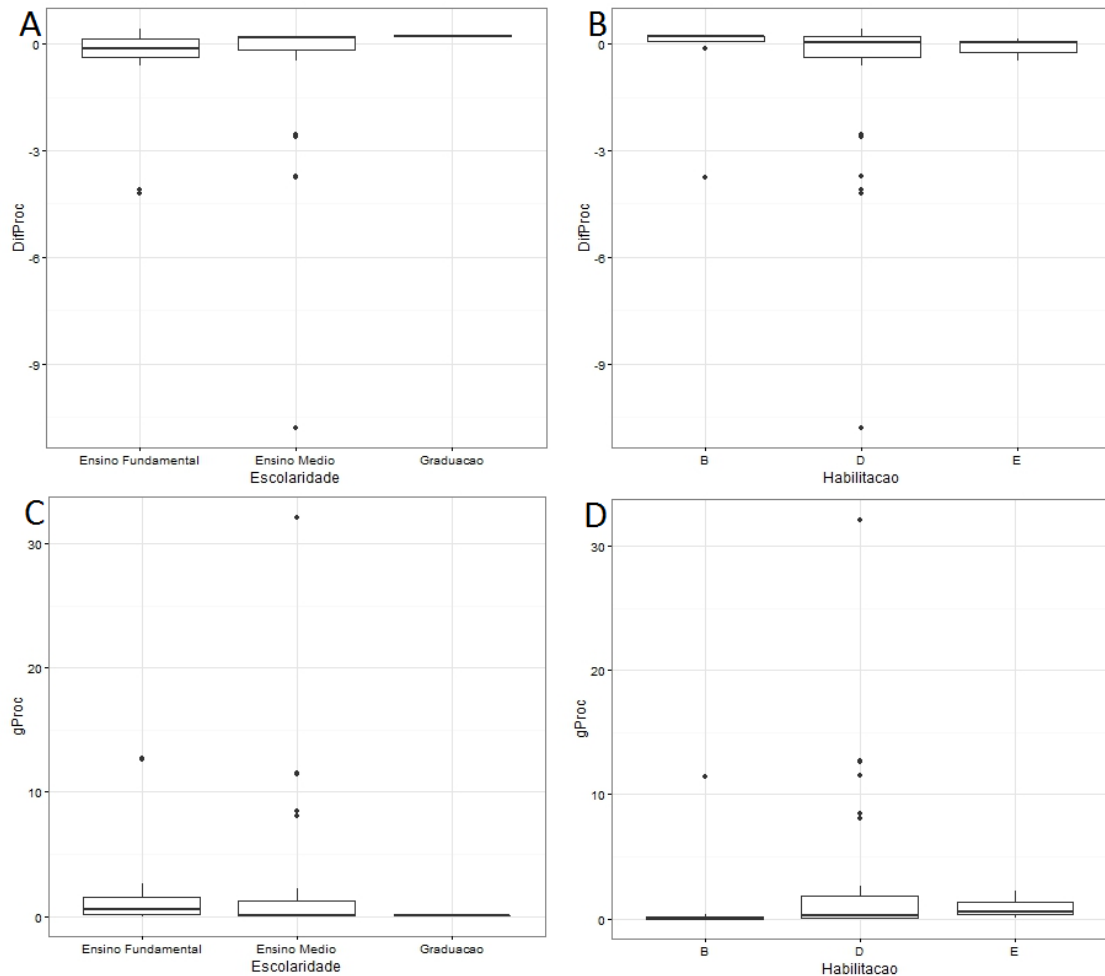
Variável	Idade
Dif – Processamento	-0,2
g% - Processamento	0,19

A diferença de processamento médio apresenta baixo índice de correlação e é inversamente proporcional com a idade, enquanto a g% - Altura se mostra diretamente proporcional à idade, porém também com um índice de correlação baixa.

O teste de Kruskal-Wallis apontou que não há diferença significativa entre os agrupamentos por escolaridade e habilitação tanto para Dif – Processamento, quanto para g% - Processamento, o que é observado na Figura 4.

Os modelos gerados para Dif e g% - Processamento a partir das variáveis independentes estudadas, não caracterizaram regressão linear, pois os P – Valores obtidos para o teste F (significância da regressão) foram de 0,74 e 0,76 respectivamente, ambos maiores que o nível de significância (0,05) adotado neste estudo (Figura 4).

Figura 4 – Agrupamento de Dif – Processamento e g% – Processamento por categoria de habilitação e escolaridade



Legenda: A: Dif – Processamento x Escolaridade; B: Dif – Processamento x Habilitação; C: g% - Processamento x Escolaridade; D: g% - Processamento x Habilitação.

Assim como para a altura média, o processamento médio não apresentou nenhuma diferença quando agrupado por escolaridade ou categoria de habilitação, além de não apresentar alta correlação com a idade. A combinação dessas variáveis também não possibilitou o estabelecimento de um modelo para a predição da eficiência do treinamento, quando se diz respeito ao processamento das toras.

## **5 CONCLUSÃO**

– Operadores mais jovens apresentaram menor tempo médio de execução do ciclo de processamento da madeira em relação à meta.

– Foi possível estabelecer relação entre a diferença de tempo médio de execução do ciclo de processamento da madeira e a meta, com a categoria de habilitação do operador.

– É possível estabelecer uma relação entre a categoria de habilitação do operador e a eficiência no empilhamento de toras.

## REFERÊNCIAS

- AMABILE, Teresa M. How to kill creativity? **Harvard Business Review**, v. 76, n. 5, p. 76-88, 1998.
- BRAMUCCI, M. **Determinação e quantificação de fatores de influencia sobre a produtividade de “Havesters” na colheita de madeira**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.
- CASTRO, P. C. **Estudo, revisão e discussão de conceitos e temas abordados na colheita florestal mecanizada**. 2011. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) - Faculdade Jaguariaíva. Jaguariaíva, 2011.
- HARRELL JR, F. E. **Package ‘Hmisc’**, 2016. Disponível em: < <https://cran.r-project.org/web/packages/Hmisc/Hmisc.pdf> >. Acesso em 30 de Abril de 2017.
- LACERDA, J. F. S. B.; MAZON, N. Uso de simuladores de realidade virtual no treinamento de operadores na colheita e transporte florestal. In: **Anais... SEMINARIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL**, 2002, Curitiba. p.133-146, 2002.
- LEITE, E. S. **Modelagem técnica e econômica de um sistema de colheita florestal mecanizada de toras curtas**. 2012. 128 f. Tese (*Doctor Scientiae*) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.
- LEONELLO, E. C.; GONÇALVES, S. P.; FENNER, P. T. Efeito do tempo de experiência de operadores de harvester no rendimento operacional. **Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1129-1133, 2012.
- 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.
- LOPES, S. L. et al. Avaliação do treinamento de operadores de *harvester* com uso de simulador de realidade virtual. R. **Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 291-298, 2008.
- MACHADO, C. C. P.; LOPES, E. S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **CERNE**, v. 6, n. 2, p.124-129, 2000.
- MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita florestal**. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- MENDONÇA FILHO, W. F. Análise operacional de colheitadeiras florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 265-278, 2000.

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

PACKALÉN, A. Swedish study on harvester simulator training: costs cut, quality maintained. *International Forestry Magazine*. **Timberjack News**, n. 3, p. 20-21, 2001.

PAGNUSSAT, M. B. et al. Desempenho de operadores de diferentes idades no treinamento com simulador virtual *forwarder*. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.10, n.18, p. 3842-3852, 2014.

PARISE, D.; MALINOVSKI, J. R. Análise e reflexões sobre o desenvolvimento tecnológico da colheita florestal no Brasil. In: **Anais...** Seminário de Atualização sobre Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal, Curitiba, p.78-109, 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.

RSTUDIO TEAM. **RStudio**: Integrated Development for R (RStudio Inc, Boston), 2013. Disponível em: <[www.rstudio.com](http://www.rstudio.com)>. Acesso em: 30 abr. 2017.

SANTOS, A. L; GIMENEZ, D. M;. Inserção dos jovens no mercado de trabalho. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.29, n.85, p. 153-168, Sept./Dec. 2015

SILVEIRA, G. M. da. **Os cuidados com o trator**. Viçosa, MG – Aprenda fácil. p 312. Serie mecanizada, 2001.

SEIXAS, F. **Mecanização e exploração florestal**: notas de aula. Piracicaba: ESALQ,. 125 p. LCF 1998.

SEIXAS, F.; BATISTA, J. L. F. Comparação técnica e econômica entre harvesters de pneus e com máquina base de esteiras. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 185-191, jan.-mar., 2014.

SOUZA, A. P. de; MINETTE, L. J. Ergonomia aplicada ao trabalho. In: MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. Viçosa: UFV, 2002.

VALVERDE S. R. **Análise técnica e econômica do sistema de colheita de árvores inteiras em povoamentos de eucalipto**. 1995. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1995.