



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS  
LCF0683 - Colheita e Transporte de Madeira



**DESENVOLVIMENTO E TREINAMENTO DE OPERADORES  
DE MÁQUINAS FLORESTAIS**

Docente:

Fernando Seixas

Discentes:

Ana Clara Braga - 11878431

Anna Clara Delatore de Brito - 11785615

Lara Dias Figueiredo - 11848775

Piracicaba

Dezembro de 2023

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA</b>	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>5. IMPORTÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO E TREINAMENTO DE OPERADORES</b>	<b>9</b>
<b>6. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO E TREINAMENTO</b>	<b>14</b>
<b>7. DESAFIOS E SOLUÇÕES</b>	<b>19</b>
<b>8. ESTUDO DE CASO</b>	<b>21</b>
<b>9. CONCLUSÃO</b>	<b>23</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>24</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

A mecanização no setor florestal é um fenômeno relativamente recente, dado que há menos de 40 anos atrás, a colheita florestal era feita manualmente, isto é, com ferramentas como machados e serras americanas, sendo a madeira retirada das áreas com animais de carga, como burros, cavalos e bois, e o carregamento em caminhões feito com dispositivos como o “besouro” e bimarra” (MOREIRA, 2021). A revolução ocorreu com a introdução da serra de arco Sandvik, que permitia que a operação fosse realizada por uma única pessoa, porém só era viável em florestas plantadas (MOREIRA, 2021).

No Brasil, o fator que impulsionou o desenvolvimento das florestas plantadas foram os incentivos fiscais do Governo Militar, porém, a mecanização enfrentava impeditivos para a sua implementação de forma geral, pois os custos do maquinário eram altos e havia pouca oferta de mão de obra especializada (MOREIRA, 2021). Fatores como ausência de instituições de ensino técnico florestal e ausência de um sistema tributário adequado à importação da tecnologia ao país, foram grandes contribuintes para que esse avanço não ocorresse no momento (MOREIRA, 2021).

Porém, com a chegada do governo de Fernando Collor, houveram avanços nesse quesito, permitindo avanços quanto à entrada de tecnologias de mecanização florestal, bem como modernização de leis trabalhistas e ambientais (MOREIRA, 2021). Desta forma, com novas tecnologias no país, surge a necessidade de uma mão de obra qualificada e especializada para operar de forma adequada esses novos equipamentos.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Como mencionado anteriormente, os avanços no âmbito de operações florestais no Brasil é recente, o que fez com que o país não acompanhasse de forma semelhante em termos de capacitação profissional para o setor. Sendo assim, a elaboração deste trabalho justifica-se para o melhor entendimento do desenvolvimento dos operadores de máquinas florestais, bem como sua importância e demais aspectos relevantes relacionados ao tema.

## **3. OBJETIVOS**

Desta forma, como este trabalho visa analisar as práticas de desenvolvimento e treinamento de operadores de máquinas florestais, bem como ressaltar sua importância, formas de treinamento e desafios para tal.

#### 4. HISTÓRICO DO MAQUINÁRIO FLORESTAL PARA FLORESTAS PLANTADAS

A mecanização da colheita florestal é considerada uma atividade de evolução bastante recente, na década de 60 a motosserra chegou ao Brasil no entanto, só foi realmente introduzida nos anos 80. Seu uso é limitado pela Portaria que estabelece a obrigatoriedade do registro no Ibama, aos estabelecimentos comerciais responsáveis pela comercialização de motosserra, bem como aqueles que, sob qualquer forma, adquirirem este equipamento (Ibama nº 149).



Fig 1: Motosserra antiga



Fig 2: Motosserra stihl de última geração.

Diante disso, ocorreu a mecanização da colheita onde também foram/são utilizados:

### 1. Serra Americana:

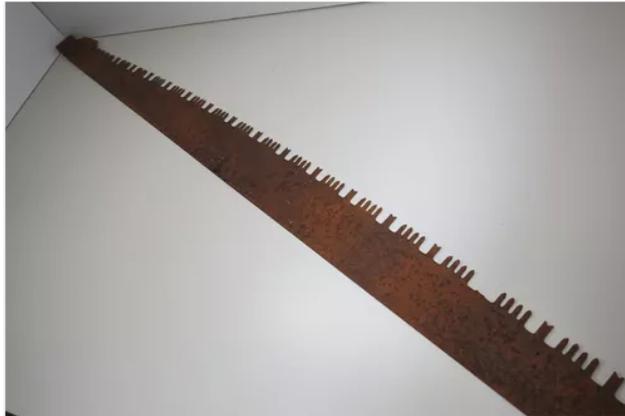


Fig 3: Serra Americana. Fonte Mercado Livre

- Ferramenta principal para derrubar e traçar grandes árvores nativas.
- Possuía dois cabos, podendo ser manuseada por dois homens.
- Cerca de 2 metros de comprimento, eficiente sistema de corte, relativamente leve.

### 2. Serra Sandvik:



Fig 4: Serra Sandvik. Fonte: Archiproducts

- Possuía um arco de metal com lâmina substituível e dentes de trava.
- Alta velocidade de operação e adaptável a áreas de reflorestamento.
- 1 homem conta até 10 árvores em 1 dia.

### 3. Trator com Barra e Corrente:

- Introdução de trator adaptado com barra de ferro e corrente para arrastar troncos.
- Substituiu métodos tradicionais que utilizavam animais para transporte.

- Aumentou significativamente a produção e reduziu a necessidade de animais de trabalho.

#### 4. Trator com Pinça e Carregador Frontal:



Fig 5: Trator com Pinça. Fonte: Repositório John Deere

- Possui pinça no engate de três pontos e carregador frontal para empilhamento.
- Contribuiu para a diminuição da mão de obra e aumentou a eficiência na extração de madeira.

#### 5. Forwarder:



Fig 6: Forwarder. Fonte: Repositório John Deere

- Introdução da máquina de baldeio forwarder, inicialmente com unidades importadas da Suécia.
- Desenvolvimento de forwarder nacional, como o EE-510 4 x 4, pela Engesa.
- Contribuiu para o transporte eficiente de toras, substituindo métodos antigos.

#### 6. Skidder:



Fig 7: Skidder. Fonte: Repositório Caterpillar

- Chegada dos primeiros skidders via Caterpillar, máquinas versáteis para arraste e empilhamento.
- Evolução dos skidders com cabines fechadas, ar condicionado e maior estabilidade.
- Continua sendo uma máquina versátil e utilizada em diversas atividades florestais.

#### 7. Harvester:



Fig 8: Harvester. Fonte: Repositório John Deere

- Máquina revolucionária na colheita florestal, inicialmente criticada por impactar a mão de obra.
- Modelos de esteiras e rodas, com cabeçotes de corte adaptáveis.
- Alta produtividade na colheita de árvores, transformando a indústria florestal.

#### 8. Feller-Buncher:



Fig 9: Feller-Buncher. Fonte: Repositório Tigercat

- As limitações da máquina base, projetada para terrenos planos, apresentaram desafios em terrenos florestais irregulares e inclinados, especialmente após chuvas.
- Introdução de feller adaptado a terrenos florestais, como o Triciclo Bell.
- Limitado ao sistema full-tree, proporcionando alta produtividade.

## **5. IMPORTÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO E TREINAMENTO DE OPERADORES**

### **5.1. Eficiência Operacional**

A etapa de colheita emerge como o ponto crucial do ponto de vista técnico-econômico, compreendendo fases como corte (derrubada, desgalhamento e processamento ou traçamento), descascamento quando realizado no campo, e extração e carregamento (Machado, 2002). Antes do transporte das árvores da floresta para o local de transformação, é imperativo realizar a colheita dessas mesmas árvores. A colheita, portanto, estabelece o elo essencial entre os recursos florestais e as indústrias madeireiras ou outros usuários de madeira.

De acordo com Moraes (2012), destaca-se que o treinamento visa desenvolver habilidades para operar as máquinas, observar normas de segurança e ambientais, identificar defeitos nas máquinas, entre outros aspectos. Adicionalmente, um estudo detalhado dos tempos e movimentos das atividades diárias dos operadores de Harvester e Forwarder foi conduzido para avaliar o tempo despendido pelo operador treinado em cada etapa do ciclo operacional durante o turno de trabalho.

Assim, um treinamento eficaz dos operadores pode influenciar diretamente a eficiência operacional, reduzindo o tempo dedicado a cada atividade e aumentando a produtividade global do trabalho. Estas informações ressaltam a importância vital do treinamento para aprimorar a eficiência operacional no contexto da colheita mecanizada de madeira.

Em relação à eficiência, foi conduzido um estudo detalhado dos tempos e movimentos das atividades diárias dos operadores de Harvester e Forwarder, com o objetivo de avaliar o tempo dedicado pelo operador treinado a cada atividade do ciclo operacional durante o turno de trabalho. Inicialmente, realizou-se um estudo-piloto para estabelecer o número necessário de observações, visando garantir um erro de amostragem máximo de 5%, conforme a metodologia proposta por Barnes (2001).

O método de cronometragem de tempo individual foi aplicado, permitindo a mensuração direta do tempo dedicado a cada atividade parcial do ciclo operacional. Ao longo de um período de quatro semanas, foram coletados dados de operadores trabalhando em condições diversas. Os talhões estudados apresentaram diferentes espaçamentos: o primeiro, com 3 m x 2,7 - 3 m entre as linhas de plantio e 2,7 m entre as árvores na mesma linha; o segundo, com 3 m x 3,33 - 3 m entre as linhas de plantio e 3,33 m entre as árvores na mesma linha.

Quanto aos operadores de Harvester, foi obtida a média do tempo gasto em cada atividade do ciclo operacional, representada em percentual. O treinamento apropriado desses operadores demonstrou ter um impacto significativo na eficiência e produtividade das operações florestais, conforme destacado na dissertação de Angelo Casali de Moraes (2012). O estudo revelou que o tempo médio gasto por um operador de Harvester para executar um ciclo operacional é fortemente influenciado pelo tempo de processamento, enquanto o tempo médio gasto por um operador de Forwarder é principalmente afetado pelo tempo de carregamento e viagem, com ou sem carga.

Ao proporcionar treinamento aos seus operadores, a empresa tem a oportunidade de desenvolver habilidades fundamentais, como a operação eficiente das máquinas, a conformidade com as normas de segurança e ambientais, e a capacidade de identificar defeitos nas máquinas, entre outros aspectos. Adicionalmente, um estudo detalhado dos tempos e movimentos das atividades diárias dos operadores foi conduzido para avaliar o tempo investido pelo operador treinado em cada etapa do ciclo operacional durante o turno de trabalho.

Consequentemente, um treinamento eficaz dos operadores pode levar a uma significativa redução do tempo despendido em cada atividade, o que, por sua vez, tem o potencial de elevar a produtividade do trabalho e a eficiência operacional das operações florestais. Esse aprimoramento pode resultar em uma redução dos custos operacionais, uma melhoria na qualidade do trabalho e uma minimização do impacto ambiental, destacando assim a importância vital do treinamento na otimização das práticas operacionais em ambientes florestais.

Nas empresas florestais, a presença de um considerável número de máquinas de colheita de madeira de alta tecnologia demanda uma crescente necessidade por operadores

qualificados. A escassez desses profissionais tem acarretado danos significativos às máquinas, comprometendo a produtividade, a qualidade do trabalho e elevando os custos de produção, além de gerar impactos ambientais (Parise; Malinovski, 2002).

O treinamento de operadores de máquinas de colheita florestal apresenta custos elevados em comparação com profissionais de outros setores. Devido ao avançado nível tecnológico das máquinas florestais atuais, realizar treinamentos em situações reais não é tecnicamente nem economicamente viável (Packalén, 2001).

Conforme apontado por Lopes et al. (2010), diversas técnicas têm sido desenvolvidas para aprimorar o desempenho das máquinas, visando maximizar a produtividade e reduzir os custos de produção. Uma abordagem eficaz para aprimorar a eficiência das operações é capacitar os operadores por meio de treinamentos, permitindo que estes utilizem as máquinas florestais em sua capacidade máxima.

## 5.2. Segurança no Trabalho

A interligação entre o aprimoramento de habilidades e a segurança dos operadores e demais trabalhadores emerge como um elemento fundamental no cenário das operações florestais, sendo assim, o treinamento apropriado destinado aos operadores de máquinas de colheita de madeira desempenha um papel vital na fomentação de um ambiente de trabalho seguro.

Ao adquirirem habilidades específicas por meio do treinamento, os operadores tornam-se mais proficientes em identificar e lidar com potenciais riscos no ambiente de trabalho. O conhecimento aprofundado acerca das máquinas, dos procedimentos de segurança e das práticas operacionais seguras pode desempenhar um papel significativo na prevenção de acidentes e lesões. Adicionalmente, operadores bem treinados têm uma maior consciência dos riscos associados às suas tarefas, permitindo-lhes aplicar medidas de segurança de maneira eficaz.

O desenvolvimento de habilidades por meio do treinamento também está diretamente relacionado à capacidade dos operadores de tomar decisões seguras durante as operações florestais. A familiaridade com as máquinas, as técnicas operacionais e as práticas de

segurança possibilita que os operadores ajam proativamente para evitar situações de risco e enfrentem adequadamente desafios inesperados no ambiente de trabalho.

Ademais, o treinamento pode contribuir para promover uma cultura de segurança no ambiente de trabalho, influenciando positivamente a atitude dos operadores em relação à segurança. Operadores bem treinados têm a tendência de internalizar a importância das práticas seguras e compartilham esse conhecimento com os demais trabalhadores, contribuindo para a criação de um ambiente de trabalho mais seguro e protegido para todos os envolvidos nas operações florestais.

O treinamento adequado dos trabalhadores pode contribuir significativamente para a promoção de um ambiente de trabalho mais seguro em operações florestais. Alguns pontos específicos que destacam como o treinamento dos trabalhadores pode tornar o trabalho mais seguro incluem:

1. **Conscientização sobre riscos:** O treinamento pode aumentar a conscientização dos trabalhadores sobre os riscos associados às operações florestais, incluindo o manuseio de máquinas, a movimentação de materiais e as condições ambientais. Ao compreender os potenciais perigos, os trabalhadores podem adotar uma abordagem mais cautelosa e proativa em relação à segurança.

2. **Conhecimento das práticas seguras:** O treinamento proporciona aos trabalhadores o conhecimento das práticas seguras de trabalho, incluindo procedimentos operacionais seguros, uso adequado de equipamentos de proteção individual (EPIs) e protocolos de segurança específicos para operações florestais. Isso os capacita a realizar suas tarefas de forma mais segura e eficaz.

3. **Habilidades operacionais:** O desenvolvimento de habilidades operacionais por meio do treinamento pode ajudar os trabalhadores a lidar com máquinas e equipamentos de forma segura e eficiente, reduzindo o risco de acidentes relacionados à operação inadequada.

4. **Tomada de decisões seguras:** O treinamento pode capacitar os trabalhadores a tomar decisões seguras em situações desafiadoras, como identificar e reagir a potenciais

perigos, avaliar condições ambientais adversas e agir de acordo com os protocolos de segurança estabelecidos.

5. Cultura de segurança: O treinamento pode contribuir para a promoção de uma cultura de segurança no local de trabalho, onde os trabalhadores internalizam a importância da segurança e se tornam defensores ativos de práticas seguras, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro para todos.

### 5.3. Manutenção de Equipamentos

Existe uma influência do treinamento na conservação e durabilidade das máquinas florestais, sendo essencial o treinamento dos operadores para a manutenção adequada dos equipamentos (Moraes, 2012). O treinamento pode desempenhar um papel significativo na conservação e durabilidade das máquinas florestais por diversos motivos:

1. Conhecimento técnico: O treinamento capacita os operadores a compreender os princípios de funcionamento das máquinas florestais, incluindo sistemas mecânicos, hidráulicos e elétricos. Esse conhecimento técnico pode ajudar os operadores a identificar e corrigir problemas menores antes que se tornem mais graves, contribuindo para a conservação dos equipamentos.

2. Práticas de operação seguras: O treinamento inclui orientações sobre práticas de operação seguras, que podem reduzir o desgaste excessivo e os danos aos equipamentos. Operadores bem treinados são mais propensos a utilizar as máquinas de forma adequada, prolongando sua durabilidade.

3. Inspeções regulares: O treinamento pode incluir diretrizes sobre a realização de inspeções regulares nos equipamentos, permitindo que os operadores identifiquem precocemente sinais de desgaste, falhas ou necessidade de manutenção preventiva.

4. Procedimentos de manutenção: Os operadores treinados podem ser capacitados para realizar procedimentos de manutenção preventiva, como lubrificação, ajustes e substituição de peças desgastadas, contribuindo para a conservação e durabilidade das máquinas florestais.

Portanto, pode-se dizer que há uma influência positiva do treinamento na conservação e durabilidade das máquinas florestais, ressaltando a importância de operadores bem treinados para a manutenção adequada dos equipamentos e a preservação dos ativos da empresa.

## **6. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO E TREINAMENTO**

### **6.1. Programas Formais de Treinamento**

Existem diversas metodologias de desenvolvimento e treinamento que podem ser aplicadas em operações florestais, incluindo treinamento em sala de aula, treinamento prático, treinamento no local de trabalho e treinamento online. É possível destacar algumas metodologias de desenvolvimento e treinamento que podem ser aplicadas em operações florestais:

1. Treinamento em sala de aula: A metodologia de treinamento em sala de aula pode ser utilizada para fornecer aos operadores informações teóricas sobre as máquinas florestais, incluindo princípios de funcionamento, manutenção preventiva e práticas de operação seguras.

2. Treinamento prático: O treinamento prático é uma metodologia que permite aos operadores praticar as habilidades necessárias para operar as máquinas florestais em um ambiente controlado. Isso pode incluir a utilização de simuladores de realidade virtual, que permitem aos operadores praticar em um ambiente seguro e controlado antes de operar as máquinas em campo.

3. Treinamento no local de trabalho: O treinamento no local de trabalho é uma metodologia que permite aos operadores aprender enquanto realizam suas atividades diárias. Isso pode incluir a orientação de supervisores experientes, que podem fornecer feedback imediato e orientação para melhorar o desempenho dos operadores.

4. Treinamento online: O treinamento online é uma metodologia que permite aos operadores acessar informações e treinamentos em qualquer lugar e a qualquer momento.

Isso pode incluir vídeos instrutivos, manuais de operação e outros recursos online que podem ser acessados por meio de dispositivos móveis.

Existem ainda, algumas opções de treinamento formais no mercado, como o projeto CENFOR (Centro de Formação de Operadores de Máquinas Florestais), que oferece programas de capacitação de operadores nas modalidades de Cursos de Formação e Cursos de Aperfeiçoamento, pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Há ainda, uma parceria da Bracell com o Senai de Lençóis Paulistas com um curso básico de Operador ou Operadora de Máquinas Florestais.

## 6.2. Métodos de Treinamento

Pode ser feita uma exploração de diferentes métodos de treinamento, como simulações, treinamento prático, e aprendizado online. Eles abordam métodos distintos, refletindo a diversidade de abordagens no campo da formação de operadores para equipamentos florestais.

### 1º. Workshop para Elaboração de Matriz de Atividades:

O primeiro treinamento destaca-se por sua abordagem colaborativa e analítica. O workshop envolveu a participação de supervisores, instrutores, operadores e até mesmo um psicólogo, visando elaborar a matriz de atividades do operador de Harvester e Forwarder. A análise ocupacional com a metodologia DACUM proporcionou uma compreensão aprofundada das atividades desempenhadas pelos operadores. Esse método é valioso para identificar habilidades essenciais, permitindo um treinamento mais focado e eficaz.

MATRIZ DE ATIVIDADES - Operador de Máquinas de Colheita Florestal Harvester e Forwarder							
Grandes Áreas de Competências	Atividades						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A - Operar Máquinas	Inspeccionar Equipamentos	Ajustar Parâmetros de Operação	Conduzir Máquinas	Respeitar os Limites e Capacidades dos Equipamentos	Cumprir normas e Procedimentos de Operação	Atender as especificações de Qualidade	Atingir a Meta de Produção
	A8	A9	A10	A11			
	Utilizar Meios de Comunicação	Identificar Problemas	Solucionar Problemas	Realizar embarque e Desembarque			
B - Efetuar a Colheita	B1	B2	B3	B4			
	Efetuar Corte de árvores	Efetuar Processamento	Efetuar Extração, Remoção	Realizar o Carregamento			
C - Planejar Atividades de Operação	C1	C2	C3	C4	C5		
	Interpretar plano de Trabalho	Avaliar condições do Ambiente de Trabalho	Otimizar Sequência de Trabalho	Ter Visão do Processo	Controlar o Tempo de Operação		
D - Trabalhar com Segurança	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
	Cumprir Normas de Segurança	Identificar Riscos	Combater Princípios de Incêndio	Prestar Primeiros Socorros	Aplicar Princípios de Ergonomia	Manter Higiene Pessoal e do Posto de Trabalho	
E - Efetuar Manutenção	E1	E2	E3	E4	E5		
	Identificar Problemas no Equipamento	avaliar a intensidade do problema	Executar ajustes básicos preventivos e corretivos	Realizar manutenção básica	Solicitar Manutenção		
F - Demonstrar Competências Pessoais	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
	Psicomotricidade	Relação Espacial	Mémoire Visual e Auditiva	Atenção	Inteligência Não Verbal	Inteligência Geral	Iniciativa
	F8	F9	F10	F11	F12	F13	
	Ritmo de Trabalho	Qualidade	Trabalho em Equipe	Organização	Integração	Disciplina	

Figura 10: Matriz de atividades do Workshop

## 2º. Treinamento de Operação de Trator Grua Florestal Autocarregável:

O segundo treinamento é mais estruturado e técnico, dividido em módulos específicos. Inicia-se abordando questões legais, normas de segurança e legislação de trânsito relacionadas à operação de tratores gruas florestais autocarregáveis. A sequência de módulos explora desde componentes da máquina até técnicas de operação e procedimentos de emergência. Essa abordagem abrangente visa não apenas garantir a segurança, mas também desenvolver a competência dos operadores em diversos aspectos operacionais.

## 3º. Treinamento em Simulador de Realidade Virtual para Operadores de Harvester:

O terceiro treinamento destaca-se pelo uso de tecnologia avançada - o simulador de realidade virtual. Composto por sete módulos operacionais, o treinamento abrange desde a identificação de comandos até o processamento de árvores. A avaliação do desempenho ao longo dos módulos evidencia uma evolução significativa nos operadores, demonstrando a eficácia do simulador.

Ademais, este treinamento citado acima como terceiro teve alguns resultados importantes de serem citados:

A pesquisa abrangeu trabalhadores de várias empresas florestais que receberam um treinamento de 40 horas em um simulador de realidade virtual. Os dados foram coletados de uma amostra de 39 trabalhadores florestais sem experiência na operação de harvester, no período de agosto de 2005 a outubro de 2006.

O treinamento dos operadores de harvester no simulador de realidade virtual foi dividido em sete módulos operacionais:

- a) Módulo I - Identificação de comandos dos joysticks.
- b) Módulo II - Controle de movimentos do cabeçote.
- c) Módulo III - Execução de derrubada simples.
- d) Módulo IV - Execução de derrubada simples e processamento.
- e) Módulo V - Execução de derrubada simples e empilhamento.
- f) Módulo VI - Execução de derrubada múltipla e empilhamento.
- g) Módulo VII - Processamento.

Durante o treinamento, houve uma notável evolução no desempenho dos operadores, com ganhos percentuais ao final de cada módulo, sendo de 52%, 34,4%, 25% e 33,4% nos módulos II, III, VI e VII, respectivamente.

Destaca-se a evolução significativa no desempenho dos operadores (52,0%) no início do módulo II, quando estavam se familiarizando com os comandos e movimentos da máquina. No módulo III, houve uma evolução adicional, com 56,4% dos indivíduos alcançando a meta estabelecida de 25 segundos. Quanto ao módulo VI, os ganhos foram de 25%, indicando que os operadores já haviam adquirido experiência nos módulos anteriores.

Por fim, no módulo VII, dedicado ao processamento da madeira na beira da estrada, observou-se um ganho de desempenho de 33,4%. Vale ressaltar as dificuldades dos operadores em apanhar as árvores para o processamento.]

Cada método de treinamento aborda aspectos específicos, fornecendo uma visão abrangente da formação de operadores em contextos florestais. Enquanto o workshop

colaborativo e a análise ocupacional visam identificar habilidades fundamentais, o treinamento em simulador utiliza a tecnologia para proporcionar experiências práticas virtuais. Por outro lado, o treinamento em trator grua foca na conformidade legal, segurança e competência técnica.

### 6.3. Avaliação de Desempenho

A avaliação de desempenho é uma parte crucial no processo de treinamento, especialmente quando se utiliza tecnologias avançadas como simuladores de realidade virtual. Existem perspectivas interessantes sobre métodos de avaliação de desempenho e destacam a eficácia do treinamento com simuladores de realidade virtual, particularmente o Forwarder. Alguns aspectos relevantes são:

#### a) Avaliação Objetiva e Quantitativa:

O artigo de Lopes et al (2008) destaca a importância de uma abordagem objetiva e quantitativa na avaliação de desempenho. A coleta de dados no início e no final de cada módulo operacional permite uma comparação direta do progresso dos operadores. Estabelecer metas com base no desempenho dos melhores operadores anteriores oferece um padrão claro para avaliar o sucesso do treinamento. Esse método não apenas fornece uma visão geral do impacto do treinamento, mas também permite identificar áreas específicas de melhoria.

#### b) Definição de Metas e Estímulo ao Desempenho:

O estabelecimento de metas específicas para cada variável nos diferentes módulos operacionais é uma estratégia eficaz. Isso não apenas orienta os operadores em direção a objetivos mensuráveis, mas também cria um ambiente competitivo saudável, incentivando a superação das metas estabelecidas. A comparação com a média de desempenho dos melhores operadores anteriores adiciona um componente motivacional significativo. (Lopes et al, 2008)

#### c) Avaliação de Custos e Eficiência:

O artigo Lopes et al (2010) destaca a eficiência do treinamento com simuladores de realidade virtual na redução de custos. A comparação entre dois grupos de treinamento, um utilizando mais horas no simulador e menos na máquina real, e outro com uma abordagem tradicional, revela que ambos os grupos alcançaram o mesmo nível de rendimento e qualidade no trabalho. Isso ressalta não apenas a eficácia do simulador, mas também sua capacidade de proporcionar aprendizado eficiente em um período de tempo significativamente menor.

#### d) Adaptação à Falta de Experiência:

Ambos os artigos destacam a eficácia dos simuladores de realidade virtual, como o Forwarder, ao treinar operadores sem experiência prévia em operações específicas. Essa capacidade de proporcionar uma formação eficiente a operadores novatos é crucial, especialmente em setores como o florestal, onde a falta de experiência pode resultar em desafios operacionais e custos adicionais.

A combinação dos métodos de avaliação de desempenho destacados nos dois artigos revela a eficácia dos simuladores de realidade virtual no treinamento de operadores. A abordagem objetiva, a definição de metas, a comparação com desempenho anterior e a eficiência no uso do tempo são elementos-chave que contribuem para uma avaliação abrangente da eficácia do treinamento. A aplicação desses métodos pode ser valiosa em diversos contextos, proporcionando insights cruciais para a melhoria contínua do treinamento e otimização de recursos.

## **7. DESAFIOS E SOLUÇÕES**

A implementação de uma frota de maquinários florestais com tecnologias embarcadas, como mencionado anteriormente, exige uma mão de obra especializada, porém, no Brasil, há determinados desafios a serem superados quanto a isso. Quando os recursos humanos de operações florestais não têm treinamento adequado ao maquinário, problemas voltados a danos ao maquinário, perda de produtividade, qualidade de trabalho, custos de produção e impactos ao meio ambiente podem ocorrer (PARISE; MALINOVSKI, 2022, citado por MORAES, 2012).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os valores de Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) tiveram um aumento de 11,9% de

2021 para 2022, com recorde atingido de R\$33,7 bilhões. Este valor representa um aumento significativo, porém, não ocorre o mesmo com a mão de obra disponível para o setor, existindo uma demanda muito grande por qualificação (STRESSER, 2023). Um fato alarmante que reafirma a importância de treinamentos de recursos humanos foi representado por PURFURST & ERLER (2011, citado por Lopes et al, 2016 ), onde foi conduzido um estudo de produtividade do trator florestal *harvester*, onde houve uma diferença de produtividade em 80% nas operações com funcionários de maior experiência em relação aos de menos experiência com o maquinário, sendo assim, funcionários capacitados podem inclusive gerar economias na operação.

As principais formas de resolver tal demanda seria através de programas nacionais estruturados de qualificação teórica e prática aos futuros profissionais. Como por exemplo, uso de simuladores de realidade virtual, treinamentos práticos em condições de campo, e aulas teóricas a respeito de manutenção preventiva e corretiva básica do maquinário. Outras formas de solucionar o problema seria com o próprio Estado pode fornecendo incentivos fiscais às empresas, como deduções fiscais para despesas voltadas às capacitações técnicas e parcerias público-privadas na educação profissional, entre governo, empresas florestais e instituições de ensino para criar programas de formação técnica especializada.

As grandes empresas florestais instaladas no Brasil perceberam a demanda, e estão com frequência abrindo processos de formação de operadores de máquinas florestais. A Suzano, em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) formou 70 operadores florestais no Mato Grosso do Sul, em 2023, a Veracel Celulose, juntamente com o Senai ofereceu vagas para cursos de Operador (a) de Máquinas Florestais e Mecânico (a) de Máquinas Florestais para a região da Bahia, além de abrir vagas para cursos voltados apenas ao público feminino.

Somado a esses fatores, o treinamento dos operadores de máquinas permite uma diminuição de riscos voltados à segurança e saúde dos mesmos, dado que parte dos acidentes que ocorrem voltados a lesões físicas e ergonômicas aos operadores, se dão, entre outros fatores, por desatenção e falta de conhecimento dos funcionários (LAPERA & PRADO, 2012). Sendo assim, os treinamentos voltados aos fatores mencionados acima, podem apresentar eficácia para reduzir os riscos de segurança e saúde dos colaboradores.

## 8. ESTUDO DE CASO

Contexto:

A Dexco opera extensas áreas florestais e utiliza Harvesters e Forwarders para otimizar a colheita de madeira. Preocupada com a segurança dos seus operadores e demais trabalhadores, a empresa decidiu implementar um programa abrangente de redução de riscos.

- **Desafios Iniciais:**

A empresa enfrentava desafios relacionados à segurança, incluindo incidentes de quedas de árvores, lesões por equipamento, riscos ergonômicos e exposição a produtos químicos. Havia também preocupações quanto a atropelamentos, tombamentos de Forwarders e outros perigos associados à movimentação de carga.

Riscos Ambientais Ocupacionais	Agentes	Fonte Geradora	Possíveis Danos a Saúde	Medidas de Controle	
				EPI's	Administrativa
Físico	Ruído.	Motor do Trator em operação.	Perda Auditiva Hipertensão Arterial, Stress.	Cabine do trator climatizada, com assento de ajuste pneumático, calçado de segurança com biqueira de aço, óculos de segurança, protetor auricular, luvas de algodão, filtro solar, respirador semi-facial, perneira, colete refletivo.	Procedimentos de Segurança; Exames periódicos; Treinamentos de SSO; Análise ergonômica, Ginástica laboral.
	Vibração.	Trator em operação.	Perda do equilíbrio, alteração batimentos cardíacos, efeitos nos sistema gastrointestinal.		
Químico	Poeira Mineral.	Gerada pela movimentação de máquinas e equipamentos nos acessos.	Doenças Pulmonares insuficiência respiratória Alergia.		
	Poeira Vegetal.	Gerada pela restinga de plantas.	Doenças Pulmonares insuficiência respiratória, Alergia.		
Ergonômico	Postura Inadequada.	Banco do trator.	Cansaço físico, dores musculares, lombalgia.		
	Trabalhos em Período Noturno.	Rotina de trabalho/Turno.	Alteração do sono.		
Acidentes	Colisão, abalroamento por veículo.	Trator, veículos.	Fraturas, contusões, escoriações.		
	Ataque de animais peçonhentos.	Área do plantio da cana.	Envenenamento e necrose da área.		
<b>LEGENDA:</b> ND – NÃO DETECTADO / NA – NÃO APLICÁVEL / SSO – SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL					

Marcos Prado, Edéia-GO. 2012  
Fonte: MARCOS PRADO (Edéia-GO, 2012)

- **Medidas Implementadas:**

- **Treinamento Especializado:**

A empresa investiu em programas de treinamento especializados para operadores de Harvesters e Forwarders. Os cursos abordaram técnicas de operação segura, reconhecimento de riscos e procedimentos de emergência.

- **Equipamento de Proteção Individual (EPI):**

Foram fornecidos EPIs de alta qualidade, incluindo capacetes com viseiras, protetores auriculares com cancelamento de ruído, luvas resistentes e botas de segurança, para todos os operadores.

- **Manutenção Preventiva:**

Implementação de um programa de manutenção preventiva rigoroso para garantir que todas as máquinas estivessem em condições ideais de funcionamento. Isso incluiu verificações diárias, inspeções regulares e reparos oportunos.

- **Monitoramento Climático:**

A empresa adotou tecnologias de monitoramento climático para prever condições climáticas adversas. Quando previstas tempestades, por exemplo, as operações eram temporariamente suspensas para evitar riscos desnecessários.

- **Comunicação e Colaboração:**

Estabelecimento de protocolos de comunicação efetiva entre operadores de máquinas, supervisores e outros trabalhadores na área. Incentivo à colaboração para garantir que todos estivessem cientes dos movimentos e operações em curso.

- **Gestão de Riscos:**

Desenvolvimento de uma equipe dedicada à gestão de riscos, que realizava avaliações regulares de segurança, identificando áreas de melhoria e implementando medidas corretivas.

## **Resultados Obtidos:**

- Redução de Incidentes:

Houve uma redução significativa nos incidentes relacionados a quedas de árvores, lesões por equipamento e atropelamentos.

- Melhoria na Saúde Ocupacional:

A atenção às condições ergonômicas resultou em menos queixas de dores e desconfortos entre os operadores, melhorando a saúde ocupacional.

- Aumento da Confiabilidade Operacional:

O programa de manutenção preventiva contribuiu para uma operação mais eficiente, reduzindo o tempo de inatividade não planejado.

#### Cultura de Segurança:

A empresa conseguiu criar uma cultura de segurança, com os funcionários entendendo a importância de práticas seguras no ambiente de trabalho.

## 9. CONCLUSÃO

Desta forma, com este trabalho, foi possível proporcionar uma compreensão aprofundada da evolução da mecanização florestal no Brasil, desde seus primeiros estágios até a atualidade. Inicialmente, a resistência a essa transformação era evidente, marcada por barreiras econômicas e falta de infraestrutura educacional e tributária adequada. Contudo, as mudanças políticas, especialmente durante o governo de Fernando Collor, abriram caminho para a introdução de tecnologias avançadas no setor, desencadeando a necessidade de mão de obra especializada.

A justificativa deste estudo se fortalece diante do cenário atual, no qual o país experimenta um crescimento notável na produção florestal, mas enfrenta a escassez de operadores qualificados para lidar com o maquinário avançado. A lacuna entre a expansão do setor e a capacitação profissional cria desafios consideráveis, incluindo danos aos equipamentos, perda de produtividade e outros impactos negativos.

Além disso, destacou-se as práticas de desenvolvimento e treinamento de operadores como componentes essenciais para otimizar a eficiência operacional, promover a segurança

no trabalho e garantir a manutenção adequada dos equipamentos. A análise das metodologias de treinamento, incluindo a abordagem colaborativa, prática, online e simulação de realidade virtual, oferece uma visão abrangente das estratégias eficazes para aprimorar as habilidades dos operadores.

No entanto, ressalta-se a urgência de uma abordagem sistêmica para superar os desafios enfrentados pelo setor. A demanda crescente por operadores qualificados exige uma resposta coordenada entre instituições educacionais, empresas e entidades governamentais. Investimentos em programas de treinamento acessíveis e eficazes, alinhados com as demandas específicas do setor, são imperativos para sustentar o crescimento e a eficiência da mecanização florestal no Brasil.

## **10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BARNES, R. M. Estudo de movimentos e de tempos; projeto e medida do trabalho. São Paulo, 2001. 635 p.

LOPES, Eduardo da Silva et al. Avaliação do treinamento de operadores de harvester com uso de simulador de realidade virtual. Revista *Árvore*, abr. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/bjbTKT5rYTnHHCK79cy8Z9w/#>.

LOPES, Eduardo da Silva et al. Avaliação Do Desempenho De Operadores No Treinamento Com Simulador De Realidade Virtual Forwarder. *Ciência Florestal*, Santa Maria, p. 177-186, jan. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1772/1038>.

MACHADO, C. C. (Coord.) Colheita florestal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 468 p.2002.

MOREIRA, M. F.. Evolução da mecanização florestal em áreas plantadas. *Madeira Total*. Maio de 2021. Disponível em: <https://www.madeiratotal.com.br/evolucao-da-mecanizacao-florestal-em-areas-plantadas/>.

MORAES, A. C. DE. Análise do treinamento de operadores de máquinas de colheita de madeira. Universidade Federal de Viçosa. Fevereiro de 2012. <https://poscienciaflorestal.ufv.br/wp-content/uploads/2020/07/Angelo-Casali-De-Moraes1.pdf>

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

PARISE, Dionisio João. INFLUÊNCIA DOS REQUISITOS PESSOAIS ESPECIAIS NO DESEMPENHO DE OPERADORES DE MÁQUINAS DE COLHEITA FLORESTAL DE ALTA PERFORMANCE. Universidade Federal do Paraná, 2005. Disponível em: [http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf\\_ms/2005/d425\\_0576-M.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2005/d425_0576-M.pdf).

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

PRADO, M. M. do, LAPERA, C. A. I. Riscos ocupacionais com operadores de máquinas agrícolas no plantio mecanizado de cana-de-açúcar no município de Edéia-GO. Intercursos Revista Científica. Volume 11, N. 2. Dezembro de 2012.

Setor florestal se mobiliza para suprir déficit de mão de obra. Malinovski. Dezembro de 2023. Disponível em: <https://malinovski.com.br/setor-florestal-se-mobiliza-para-suprir-deficit-de-mao-de-obra/>.

SILVA, P. C., ANDRADE, E. DE., VERONEZ, M. A. M., LOPES, E. DA S., PAGNUSSAT, M. B. Percepção de operadores em relação aos símbolos do painel de máquinas florestais. Centro Científico Conhecer. Julho de 2016. <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/agrarias/percepcao%20de%20operadores.pdf>