

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

ARTUR CUNHA FIALHO

AVALIAÇÃO DE ALGUNS FATORES ERGONÔMICOS EM DOIS
MODELOS DE “HARVESTER”

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2012

ARTUR CUNHA FIALHO

AVALIAÇÃO DE ALGUNS FATORES ERGONÔMICOS EM DOIS
MODELOS DE “HARVESTER”

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Ciências Florestais e da Madeira
da Universidade Federal do
Espírito Santo, como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

Orientadora: Prof. Dr. Elizabeth
Neire da Silva Oliveira de Paula

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2012

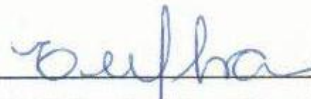
ARTUR CUNHA FIALHO

AVALIAÇÃO DE ALGUNS FATORES ERGONÔMICOS EM DOIS
MODELOS DE "HARVESTER"

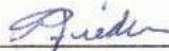
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 17 de outubro de 2012

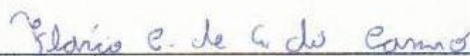
COMISSÃO EXAMINADORA



Elizabeth Neire da Silva Oliveira de Paula
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Nilton Cesar Fiedler
Universidade Federal do Espírito Santo



Flávio Cipriano de Assis do Carmo
Universidade Federal do Espírito Santo

A minha família e amigos por sempre
me apoiarem, no sucesso e no fracasso.

A vocês eu dedico essa vitória.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha família que sempre me deu apoio e incentivo a lutar pelos meus objetivos.

A empresa FIBRIA, por ceder espaço nas suas operações para a coleta dos dados.

A Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM).

A professora Elizabeth Neire da Silva Oliveira de Paula, por me orientar neste estudo e pelo conhecimento que me passou ao longo desses anos.

Ao professor Nilton César Fiedler, pela oportunidade na iniciação científica e por ajudar no desenvolvimento desse e de outros trabalhos.

Ao Flávio Cipriano de Assis do Carmo, pelo auxílio e a paciência.

Aos colegas do LabCELLF que me acompanharam nessa jornada.

A Mayária Josiânia Kercília Firmes Sampaio Felberg, por todo carinho, companheirismo, apoio e compreensão.

Aos meus amigos Bianca Lisboa, Leonardo Cassani Lacerda, Júlio César Tannure Faria e Cristiane Spadeto pela eterna amizade formada e por todas as histórias que nunca vou esquecer e faço questão de contar.

Aos companheiros da República Eduardo, Luan, Heitor, Marcos, Mateus e Thiago por todos os momentos de descontração e pela amizade formada.

A todo mundo da turma “SELVA” 2008/1, pelos churrascos, as festas e as amizades que com certeza estarão sempre guardadas comigo.

A minha prima Daniela, que mesmo longe sempre me deu apoio e conselhos.

Aos professores, que me instruíram de forma esplendida para que me tornasse um profissional de qualidade.

A todos que eu conheci durante esses cinco anos de curso, pela convivência os momentos bons e as experiências de vida.

RESUMO

Por ser uma atividade extremamente relevante na composição de custos finais da madeira a colheita florestal é a atividade que mais sofre o processo de mecanização, o que resulta em diferentes modelos de máquinas. Objetivou-se com este estudo avaliar alguns fatores ergonômicos em dois modelos de “harvester”, utilizados na colheita de povoamentos florestais de eucalipto. As máquinas foram avaliadas quanto aos parâmetros: acesso à cabine, assento do operador e visibilidade de acordo com as normas NBR ISO 4253 e iluminação de acordo com a NBR ABNT 5413/92. Os dados foram coletados durante o mês de janeiro de 2011. Os parâmetros dimensão de acesso e assento, e visibilidade foram obtidos com medições diretamente na máquina e com questionários aplicados aos operadores. Os valores da iluminância foram medidos através de um luxímetro digital a cada 15 minutos segundo critérios da norma (NBR ABNT 5413/92). Na avaliação do acesso à cabine, o modelo PC 200 apresentou conformidade com as normas em todos os parâmetros estudados, com exceção das distâncias entre 1º e 2º degraus e 2º e 3º degraus. Enquanto o modelo PC 228 atendeu somente a um padrão da norma, altura do primeiro degrau. Para as características do assento ambas as máquinas estão em concordância com a norma, enquanto que a visibilidade das duas foi igualmente satisfatória. Na avaliação da iluminância, o “harvester” modelo PC 200 trabalhou apenas 31,25% do tempo dentro do limite aceitável de luminosidade, enquanto o “harvester” modelo PC 228 trabalhou 46,88% do tempo dentro do limite.

Palavras chave: Ergonomia Florestal, “Harvester”, Colheita Florestal, Avaliação de cabine.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE TABELAS	x
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O problema e sua importância	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo geral	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Setor florestal brasileiro	3
2.2 Colheita florestal	4
2.3 Máquinas florestais	4
2.4 A Ergonomia e o setor florestal	5
3 METODOLOGIA	8
3.1 Caracterização da área de estudo	8
3.2 Modelos de “Harvester” analisados	9
3.3 Coleta de dados	9
3.3.1 Acesso	10
3.3.2 Assento	10
3.3.3 Visibilidade	10
3.3.4 Iluminação	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1 Acesso ao posto de trabalho	13
4.2 Assento do operador	14
4.3 Visibilidade da cabine	15
4.4 Iluminação	16
5 CONCLUSÕES	17
6 REFERÊNCIAS	18
ANEXOS	21
Anexo 1 - Entrevista realizada com os operadores de máquinas florestais	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das áreas de estudo.....	8
Figura 2 - a. Escavadeira Komatsu modelo PC 200; b. Escavadeira Komatsu modelo PC 228.	9
Figura 4 - Pontos de acesso.....	10
Figura 3 - Luxímetro digital, TES 1332A.	11
Figura 5 - Pedal danificado durante a operação de colheita	14
Figura 6 - Intensidade em lux durante a jornada de trabalho	16

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Avaliação da visibilidade do operador	11
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas das variáveis de acesso em dois tratores florestais “harvester” da Komatsu (PC 200 e PC 228).....	13
Tabela 2 - Medidas das variáveis de assento em dois tratores florestais “harvester” da Komatsu (PC 200 e PC 228).	14

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda de madeira para atender a produção de celulose e fabricação de painéis, nas últimas décadas o setor de colheita florestal vem se mecanizando cada vez mais devido a, entre outros fatores, necessidade de reduzir custos e aumentar rendimento da colheita elevando a produtividade das máquinas (SILVA et al., 2003).

A introdução de maquinários pesados no processo produtivo trouxe maior organização do trabalho, maior rendimento operacional e conforto, entretanto, os operadores ficam expostos às condições adversas vindo da máquina, como ruído, vibração e gases. Lima et al. (2005) notaram que máquinas ainda são lançadas no mercado sem preocupação dos fabricantes em relação a parâmetros indispensáveis para realização de determinado trabalho com conforto e segurança.

Segundo Fiedler (1995) as máquinas são, na sua maioria, importadas ou adaptadas de outras máquinas e muitas vezes desprezam as condições de trabalho para o operador forçando-o a adaptar-se às condições da máquina, o que contra diz os princípios da ergonomia. Sendo importante verificar os aspectos ergonômicos para proporcionar melhores condições de trabalho aos operadores (SILVA et al., 2003).

Segundo Alves et al. (2000), as avaliações ergonômicas têm contribuído significativamente para a melhoria das condições de trabalho humano, incrementando a qualidade de vida, que é condição essencial para o êxito de uma empresa ou empreendimento.

Segundo Lima et al. (2005) o acesso à máquina, o campo visual, o conforto térmico, dimensões do posto de trabalho, dentre outros são fatores indispensáveis numa avaliação ergonômica afim de melhorar o conforto, segurança e produtividade do operador. O projeto de uma cabine para um trator agrícola/florestal deve ser feito de forma que todos esses critérios sejam atendidos, com a intenção de disponibilizar uma máquina segura e confortável no mercado, de modo a reduzir o índice de acidentes e melhor atender a legislação trabalhista (FERNANDES, 2011).

1.1 O problema e sua importância

No setor florestal observa-se que quanto maior a demanda de madeira, maior será a tendência de utilização de máquinas na empresa para aumentar a

produtividade na colheita. As máquinas utilizadas no processo produtivo são, na maioria das vezes, retroescavadeiras que sofrem adaptações para executar as operações de colheita florestal, pois as máquinas próprias para a atividade são de fabricação estrangeira e de difícil aquisição, devido às adaptações feitas nos modelos brasileiros, muitas vezes as máquinas não se tornam adequadas a operação no que diz respeito às características ergonômicas exigidas pelas normas, sendo lançadas ao mercado sem as condições corretas para o trabalho.

A execução de qualquer atividade, assim como na colheita, para ser bem sucedida depende não só do equipamento ou máquina, mas também do operador, tudo como um conjunto bem definido. A avaliação ergonômica deve ser um fator decisivo na escolha de uma máquina florestal para a compra, pois, além dos critérios técnicos e econômicos, a condição ergonômica da máquina (ruídos, vibração, gases, biomecânica, etc.) tem influência direta sobre o rendimento do trabalho, podendo causar, fadiga do operador, baixa produtividade de trabalho, elevado índice de acidentes bem como as enfermidades e os problemas de saúde advindos da operação de tratores ergonomicamente mal projetados, sendo estes os problemas que justificam essa pesquisa.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar ergonomicamente alguns fatores dois modelos de “harvester” utilizados na operação de colheita de eucalipto visando melhorar as condições de trabalho tornando-a mais segura, saudável e confortável ao trabalhador.

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar dimensões das cabines;
- Levantar os parâmetros: visibilidade, assento e acesso, quanto à sua adequação.
- Avaliar o nível de iluminância interna da cabine durante o período de trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Setor florestal brasileiro

As florestas nativas foram a principal fonte de suprimento de madeira para o setor de base florestal até o início da década de 60. O desmatamento desenfreado aliado ao manejo florestal não sustentável em larga escala e por longo período, levou à degradação ambiental e ao comprometimento da eficiência do setor florestal em grande parte do território nacional (MENDES, 2004). Em 1966 com a aprovação da lei nº 5.106, que permitiu às empresas abaterem até 50% do valor do imposto de renda devido para aplicar em projetos florestais, o setor florestal começou a se destacar no Brasil. Devido a essa legislação a área reflorestada do país passou de 100 a 250 mil hectares anuais, período 1968 a 1973, para 450 mil hectares anuais entre 1974 e 1982 (SOARES et al., 2008). Hoje o Brasil retém 7.005.125 ha de floresta plantada em todo o seu território (ABRAF, 2012).

Em 1988, mesmo com a extinção dos incentivos fiscais, esse setor continuou desenvolvendo-se, através das grandes empresas de base florestal que surgiram, dedicando-se a ampliar sua área reflorestada, com recursos próprios ou tomando empréstimos de longo prazo em bancos de fomento estaduais ou federais, como o BNDES, ou incentivando o reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais (LEÃO, 2000).

De acordo com a ABRAF (2012) em 2011, a área ocupada por plantios florestais de *Eucalyptus* e *Pinus* no Brasil totalizou 6.515.844 ha, sendo 74,8% correspondente à área de plantios de *Eucalyptus* e 25,2% aos plantios de *Pinus*. As principais razões para essa estagnação são: as restrições impostas pelo governo brasileiro para a compra de terras por grupos nacionais de capital estrangeiro; a reduzida atividade econômica nos países da União Europeia e nos Estados Unidos; a redução da competitividade no mercado internacional dos produtos da cadeia produtiva brasileira de base florestal; a excessiva burocratização e os longos prazos requeridos pelos órgãos ambientais nos processos de licenciamento ambiental de novos projetos. Contudo, verificou-se um aumento no valor bruto de produção em relação ao ano anterior que atingiu 53,91 bilhões de reais. Da mesma forma, o nível de emprego dos diversos segmentos da cadeia produtiva de base florestal plantada apresentou valores superiores aos alcançados em 2010, atingindo 4,73 milhões de

empregos sendo 13% diretos, 53% indiretos e 34% devidos ao efeito-renda (ABRAF, 2012).

2.2 Colheita florestal

A colheita florestal é um conjunto de operações que visa cortar e extrair árvores do local de derrubada até as margens das estradas ou cursos d'água (MACHADO, 2008). Existem vários métodos e sistemas de colheita e processamento de madeira no campo, de acordo com a espécie florestal, idade do povoamento, finalidade a que se destina o produto e as condições gerais da área de plantio florestal. Portanto, o sistema de colheita e processamento a ser utilizado será em função de um conjunto de fatores condicionantes. Para cada grupo de condições específicas, certamente existe um método e um sistema de colheita mais indicado, a serem selecionados para que se proceda à colheita e o beneficiamento da madeira (SILVA et al., 2003).

Segundo Moreira (2000), os primeiros sistemas de colheita no Brasil eram os manuais, usados em sua maioria na exploração de florestas nativas, sem preocupação com a racionalização e produtividade das atividades. Atualmente, essa forma de produção ainda é utilizada, embora em pequena escala, geralmente na obtenção de madeira para uso doméstico.

De acordo com Bramucci (2001) a mecanização dos processos de colheita e transporte florestal intensificou-se no Brasil a partir do início da década de 1990, com a abertura do mercado brasileiro à importação de máquinas e equipamentos já desenvolvidos em países com maior tradição na colheita florestal mecanizada.

Apesar de poucos estudos realizados no Brasil a respeito desse tipo de operação, diversas empresas nacionais vêm obtendo sucesso na implementação de sistemas mecanizados de colheita de madeira (BURLA, 2008).

2.3 Máquinas florestais

Seixas (2010) observou que, a evolução da mecanização nas operações de colheita de madeira é motivada pela necessidade de melhoria das condições de trabalho, redução da mão-de-obra, aumento da competitividade com o incremento de novas alternativas de produção.

A introdução de máquinas para substituir o machado e a motosserra possibilitou o aumento da produtividade das operações de colheita, diminuindo as

atividades manuais e semimecanizadas que proporcionam elevado desgaste físico e índice de acidentes (SANTOS, 1995).

Os tratores florestais usados na colheita são de grande porte, pesados e de elevada potência permitindo maior capacidade operacional. Devido ao custo, esses tratores são mantidos em operação durante todo o ano. Em algumas empresas, a máquina chega trabalhar 24 horas por dia, com três turnos de trabalho (LIMA, 2008).

A produtividade de uma máquina de colheita de madeira irá depender de diversos fatores, dos quais se destacam: extensão da área de trabalho; aspectos climáticos; capacidade de suporte do terreno; relevo; características das árvores; características da floresta e do sistema de colheita; e capacitação do operador (MALINOVSKI et al., 2008).

Os “harvesters” são máquinas de avançada tecnologia e muito bem aceitas pela capacidade que possuem de operar em condições variadas e em situações adversas. São máquinas adequadas para operações com toras desde 2,0 até 6,0 m de comprimento (BURLA, 2008). É um trator chamado de colhedor florestal, que possui um conjunto automotriz de alta estabilidade e boa mobilidade, sua finalidade é cortar e processar árvores no interior da floresta. Seus rodados podem ser com esteiras ou pneus em tandem (WAND-DEL-REY, 2011).

2.4 A Ergonomia e o setor florestal

A ergonomia aborda a integração de um sistema homem-máquina-ambiente, objetivando o funcionamento harmonioso de máquinas e ambiente, frente ao homem, adequando seu desempenho (IIDA, 2005).

De acordo com a IEA (2000), Ergonomia é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de aperfeiçoar o bem estar humano e o desempenho global do sistema. Os ergonomistas contribuem para o planejamento, projeto e avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas (IEA, 2000).

A ergonomia é uma ciência que gera conhecimento e também tecnologia, por seu caráter transformativo de aplicação na vida das pessoas. Esta ciência-tecnologia utiliza os conhecimentos relativos ao ser humano na concepção de instrumentos,

máquinas e dispositivos, visando adequar às atividades profissionais e pessoais ao dia-a-dia do usuário (IIDA, 2005). A ergonomia difere de outras áreas do conhecimento por seu caráter multidisciplinar, apoiando-se em diversas áreas científicas, gerando conhecimentos aplicáveis às necessidades das pessoas (VIDAL, 2001).

O processo produtivo industrial-florestal tem causado impacto negativo sobre a saúde dos trabalhadores, produzindo, assim, doenças e acidentes, com alta incidência de graves sequelas e mutilações, trazendo repercussão na vida social dos trabalhadores (PIGNATI, 2005). A norma que trata de ergonomia no Brasil é a NR-17, do Ministério do Trabalho e Emprego de 1978, atualizada em 1990. Essa norma tem por objetivo estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar o máximo conforto, segurança e desempenho. Entretanto, não há indicação para avaliação ergonômica de máquinas florestais (FONTANA e SEIXAS, 2007).

Devido à quantidade de modelos de máquinas que podem ser usadas no processo de colheita florestal, se torna necessário a realização de estudos para proporcionar melhores condições de trabalho aos operadores. O guia desenvolvido por Skogforsk (Instituto de Pesquisas Florestais da Suécia) avalia as características de máquinas quanto a acesso à cabine, cabine, visibilidade, assento do operador, controles e operação da máquina, ruído, vibração, controle de clima na cabine, exaustão de gases e partículas, iluminação e manutenção, para definir as melhores características de cada item (SILVA, 2003).

Segundo Arbetsmiljainstitutet et al. (1990) citado por Lima et al. (2005), o correto dimensionamento do posto de trabalho deve permitir que, dentro da cabine, haja espaço suficiente, de modo que qualquer operador, independentemente de sua compleição física e seu peso, possa adotar posições de trabalho confortáveis e dispor de lugar para pertences pessoais.

O ideal de acesso descrito por Robin (1987) prevê que os degraus devem ser projetados de acordo com as variáveis antropométricas dos operadores.

A iluminação adequada se constitui em um dos principais itens para o conforto humano, produtividade e qualidade de vida (COUTO, 1995). Iida (2005) define que a intensidade adequada de luz é primordial no local de trabalho, a falta

desta pode ocasionar sensação de cansaço forçando o operador a assumir posições desconfortáveis e errôneas durante a operação.

Para Kroeme e Grandjean (2005), a visibilidade do operador não pode sofrer interferência por vidros embaçados, estar obstruídas por telas estreitas, braços e mangueiras hidráulicas e o acionador do limpador de pára-brisas, dentre outros. O campo de visibilidade necessário à operação deve estar relacionado com a função da máquina. Segundo Zander (1972) citado por Lima et al. (2005), as características do campo visual assumem vital importância para que ocorra rápida percepção do operador.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido em duas áreas de povoamento florestal situadas na região norte do Estado do Espírito Santo, no Município de Conceição da Barra, a outra em Caravelas no Sul do Estado da Bahia (Figura 1).

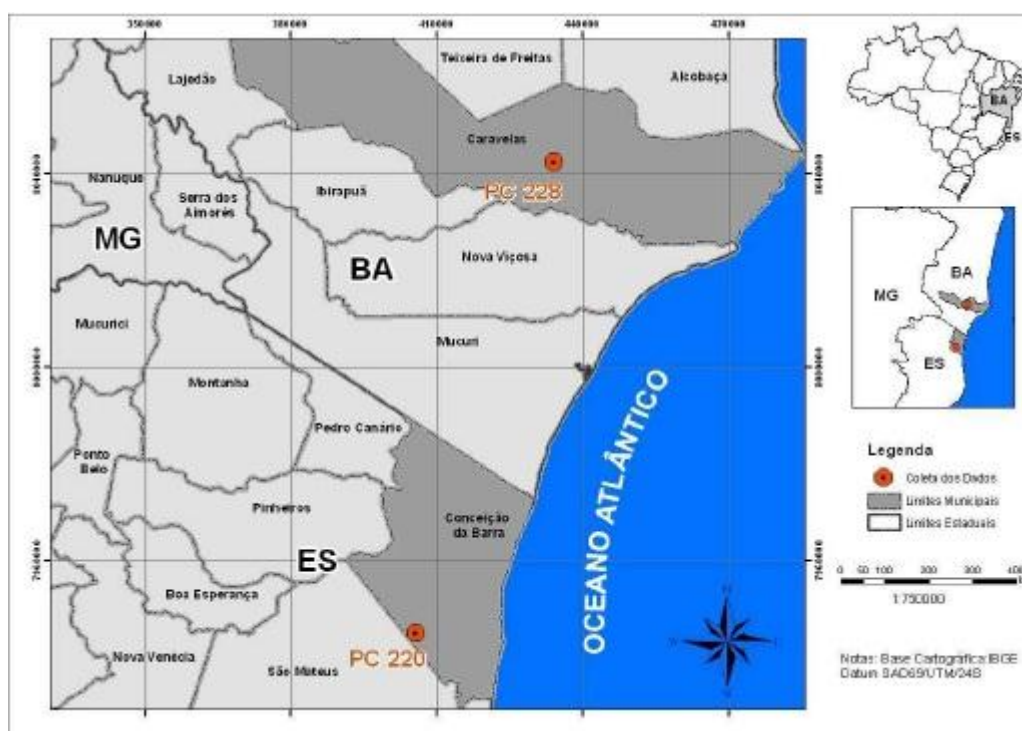


Figura 1 - Localização das áreas de estudo

Fonte: Silva, 2011.

O município de Conceição da Barra se localiza em latitude sul de $18^{\circ} 35' 19$ e longitude oeste de $39^{\circ} 42' 52$. O Clima é caracterizado como quente e úmido, com temperatura média anual de 26°C . O relevo plano a levemente ondulado, os solos predominantes no município são o latossolo vermelho/amarelo distrófico e argissolo vermelho/amarelo distrófico, com precipitação média anual de 400 a 1500 mm.

O município de Caravelas, está localizado a latitude sul $17^{\circ} 43' 55$, longitude oeste $39^{\circ} 15' 57$. Apresenta clima tropical com temperatura média anual de 24°C e relevo de 5% de declividade, podzólico vermelho amarelo.

3.2 Modelos de “Harvester” analisados

Foram utilizados dois modelos de escavadeiras adaptadas, marca Komatsu (Figura 3), modelo PC 200 LC e PC 228 USLC, ambos com motor Komatsu SAA6D107E-1 de seis cilindros, potência de 149,56 CV @ 2000 rpm e rodado de esteira com armação central em “X”. As duas máquinas operam com um cabeçote “harvester” Valmet 370E (Figura 3b), com peso de 1600 kg, 6 facas e vida útil de 15.000 horas.



Figura 2 - a. Escavadeira Komatsu modelo PC 200; b. Escavadeira Komatsu modelo PC 228.

Fonte: Autor

3.3 Coleta de dados

Para amostrar os postos de operação dos tratores florestais foi necessário visitar as áreas da empresa para aquisição das medidas ergonômicas dos postos de operação, no que diz respeito a acesso, assento e dimensões, e medição dos níveis de iluminação dentro da cabine. Os dados que compõem o presente estudo foram coletados durante o mês de janeiro de 2011. Os valores utilizados para a avaliação das características dimensionais de acesso e posto de controle do operador foram feitas com o auxílio de trena de metal e fita métrica, retiradas diretamente nos tratores florestais (Figura 4), o parâmetro visibilidade foi analisado de acordo com a check list realizada com os operadores (Anexo 1, p. 22).

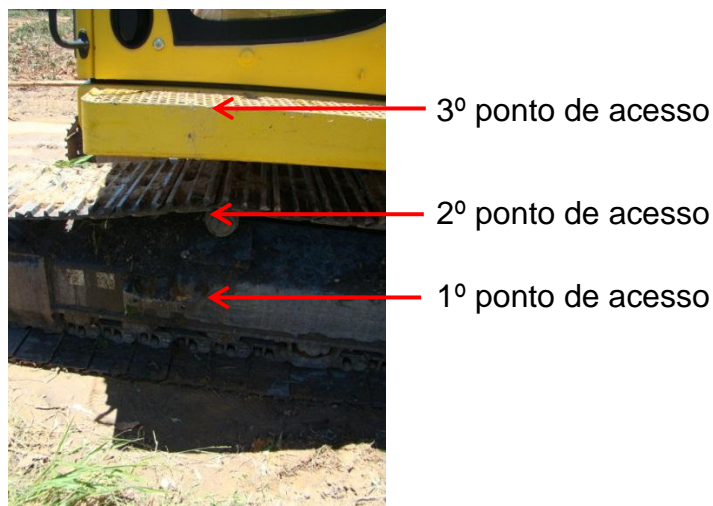


Figura 3 - Pontos de acesso

Fonte: Autor

3.3.1 Acesso

As medidas de acesso mensuradas foram comparadas aos valores definidos nas normas NBR ISO 4253, as quais definem que a altura ideal do primeiro degrau em relação ao solo deve ser de 50 cm, podendo variar 5 cm para mais ou para menos. A profundidade e largura devem ser entre 15 cm e 20 cm e distância vertical máxima de 30 cm, entre os degraus (ROZIN, 2004; LIMA et al., 2005).

3.3.2 Assento

A NRB ISO 4253 padroniza as dimensões para projeto do assento do operador. Neste estudo considerou-se as medidas de largura do assento e do encosto lombar, ambas superior a 45 cm e comprimento do assento sendo a medida ótima de 26 cm podendo variar 5 cm para mais ou para menos e altura do encosto, ideal sendo maior de 45 cm (ROZIN, 2004; LIMA et al., 2005).

3.3.3 Visibilidade

O parâmetro visibilidade foi analisado através de uma avaliação qualitativa feita com os operadores das máquinas. Os parâmetros estão demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1 - Avaliação da visibilidade do operador

Parâmetros	Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Visão do solo				
Visão da copa das árvores				
Visão clara das operações				
Limpadores de para-brisas				
Reflexos				
Visão obstruída por componentes da máquina				

Fonte: Autor

3.3.4 Iluminação

A iluminação foi medida com luxímetro digital de fotocélula da marca TES, modelo 1332A. O aparelho foi alojado dentro da cabine do operador a 70 cm do chão de modo que recebesse luz plena durante todo o dia, assim como o operador, as leituras foram realizadas durante dois dias em cada área de forma sistematicamente a cada 15 minutos, de acordo com os padrões da NBR 5413/92.



Figura 4 - Luxímetro digital, TES 1332A.

Fonte: Autor

O número de amostras foi determinada utilizando-se a metodologia de BARNES (1977), por meio de um estudo piloto. Sabendo-se o número de observações necessárias e levando em consideração as faixas de corte de cada máquina, utilizadas pela empresa definiu-se o tamanho mínimo da área a ser colhida

por cada máquina, que proporcione o número mínimo de observações a serem coletadas.

Foi definido o número de observações do ciclo operacional de cada *harvester*, a fim de atingir o número de observações necessárias para proporcionar um erro de amostragem máximo de 5%, por meio da equação 1:

$$\text{Equação 01:} \quad n \geq \frac{t^2 + CV^2}{E^2}$$

Em que:

n = número mínimo de ciclos necessários;

t = valor de t, para o nível de probabilidade desejado, (n-1) graus de liberdade;

CV = coeficiente de variação, em porcentagem e;

E = erro admissível, em porcentagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos dados coletados nos dois tratores florestais “harvester” são apresentados abaixo, sendo separados por item de interesse observado.

4.1 Acesso ao posto de trabalho

As medidas das variáveis de acesso das duas máquinas estão dispostas no Quadro 1. As dimensões do segundo degrau não foram medidas em profundidade e largura por este ser a esteira da máquina.

Tabela 1 - Medidas das variáveis de acesso em dois tratores florestais “harvester” da Komatsu (PC 200 e PC 228).

Variáveis	Valores medidos (cm)		NBR ISO 4253 (cm)
	PC 200	PC 228	
Altura do 1º degrau	45,5	50	45 – 55
Distância entre o 1º e o 2º degrau	36	37	≤30
Distância entre o 2º e o 3º degrau	45	50	≤30
Profundidade do 1º degrau	18	13	≥15
Profundidade do 2º degrau	-	-	≥15
Profundidade do 3º degrau	20	13	≥15
Largura do 1º degrau	13,5	8	≥20
Largura do 2º degrau	-	-	≥20
Largura do 3º degrau	-	5	≥20

Fonte: Autor.

Quando analisado o parâmetro altura do primeiro degrau, foi constatado que ambos os modelos apresentaram-se em conformidade com a norma, sobretudo ao avaliar a distância entre o primeiro e segundo degrau, bem como a distância entre o segundo e o terceiro, pode se observar valores que não estão de acordo com os padrões estabelecidos na norma.

Para as características profundidade e largura dos degraus, o modelo PC 200 apresentou medidas dentro do recomendado pela norma ISO 4253, conforme apresentado na Tabela 1, sendo estas 15 e 20 cm respectivamente. Enquanto que os valores mensurados no modelo PC 228 se encontram abaixo do limite aceitável.

A movimentação de acesso na máquina PC 200 é fácil e segura, desde que a mesma esteja posicionada de forma correta. O terceiro degrau dessa máquina é uma plataforma de apoio, por isso a largura deste degrau não foi mensurada.

Já na PC 228, como o degrau não possui tamanho adequado ao pé do operador o posicionamento da perna, ao subir, é atrapalhado. Além da não conformidade dos degraus, os mesmos estão desenhados de tal forma que estão sujeitos a danos durante a operação da máquina. Apesar de possuir um reforço, o degrau no modelo PC 200 também corre esse risco (Figura 5).



Figura 5 - Pedal danificado durante a operação de colheita

Fonte: Autor

4.2 Assento do operador

As medidas de dimensão do assento dos dois modelos de “harvester” PC 200 e PC 228 estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Medidas das variáveis de assento em dois tratores florestais “harvester” da Komatsu (PC 200 e PC 228).

Variáveis	Valores medidos (cm)		NBR ISO 4253 (cm)
	PC 200	PC 228	
Largura do assento	52	53	>45
Largura do encosto	47	47	>45
Profundidade do assento	46	48	>45
Altura do assento em relação ao piso da máquina	46,5	45-49	45 a 52
Altura do encosto	66	63	>45

Fonte: Autor

Nos dois modelos avaliados as dimensões do assento do operador estão de acordo com a norma. Na máquina PC 200 devido ao assento não ser o original da máquina os ajustes possuem folga não assumindo posições adequadas para os braços e para as pernas em relação à altura. A regulagem é dificultada pelo peso do assento. O apoio para os braços é pesado, não resistente e não se ajustam corretamente à posição. Porém o amortecimento é satisfatório e o estofamento é lavável e de fácil limpeza, possuindo uma boa ventilação.

No modelo PC 228 o assento apresenta ajustes adequados de altura, inclinação e posição do apoio para os braços. A regulagem vertical e horizontal do assento proporciona uma posição confortável, sendo facilmente regulados pelo operador. O apoio de braços e mãos é regulado com facilidade, apresentando conforto ao operador. O estofamento é pouco confortável, não escorrega, não é ventilado, de difícil retirada, porém lavável.

4.3 Visibilidade da cabine

A visibilidade do modelo PC 200 para realização das operações de colheita é clara, não apresentando problemas com reflexos nos vidros. Entretanto, o teclado e a tela do sistema da máquina impedem a visão precisa do solo e não é possível que o operador veja a copa das árvores de uma posição confortável.

Na PC 228 nenhum componente da máquina obstrui a visibilidade do operador tendo assim uma visão clara de toda a operação que está executando, do solo e da copa das árvores. As máquinas são providas de vidro antirreflexo e limpadores de para-brisa.

Devido as características particulares de cada máquina foi feito uma análise qualitativa das propriedades da visibilidade das máquinas conforme Tabela 1. Para o modelo PC 200 4% dos operadores consideraram a visibilidade da máquina como ótima, 73% como boa, 5% não responderam e 18% afirmam que a máquina precisa de adaptações.

O modelo PC 228 obteve resultados superiores a PC 200, 80% dos operadores classificaram a visibilidade como sendo boa, 13% ótima, 2% não responderam e 5% como regular.

4.4 Iluminação

Durante a pesquisa foram coletadas 126 (PC 200) e 178 (PC 228) amostras, para os dois modelos de *harvester*, valores que satisfizeram o número mínimo exigido na amostragem piloto que foi de 72 e 113, respectivamente.

Segundo a NBR 5413/92 a intensidade para a atividade em estudo varia entre 200 a 500 lux (Classe A). Assim, os dois modelos apresentaram valores acima do limite máximo recomendado (500 lux) durante o período vespertino após as 13 horas, totalizando em 53,13% do turno (Figura 6).

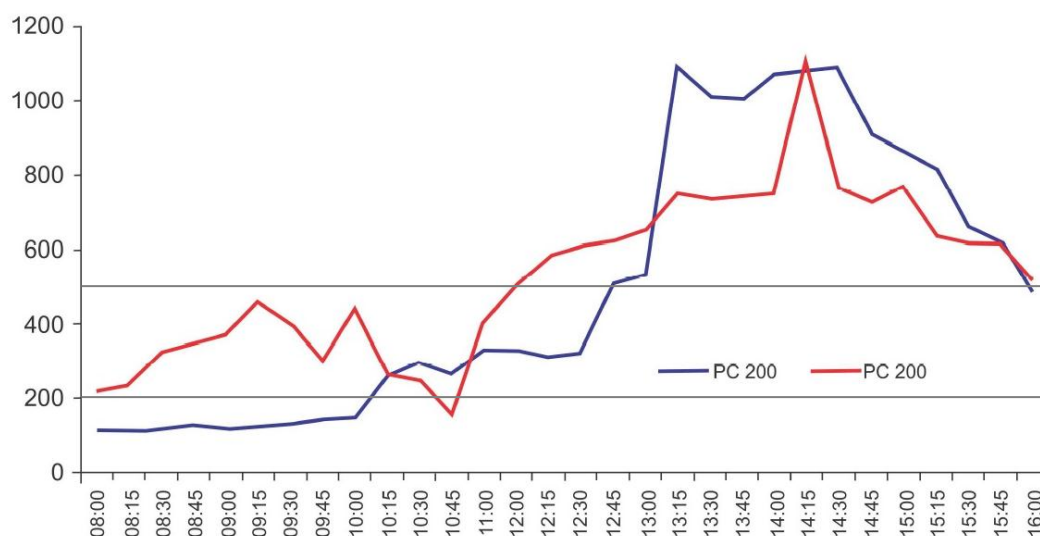


Figura 6 - Intensidade em lux durante a jornada de trabalho

Fonte: Autor

O modelo PC 200 esteve operando com a intensidade aceitável somente durante 2 horas e 30 minutos totalizando em 31,25%. Já o modelo PC 228 operou dentro da faixa aceitável por 46,88% do tempo ficando a maior parte do turno matutino dentro do limite aceitável, sendo que somente às 10 h e 45 min encontrou-se abaixo do limite recomendado (200 lux).

A intensidade de lux média dos tratores foi de 502,2 lux para o PC 200 e 531,1 lux para o PC 228. Dessa forma é recomendado que a empresa adote equipamentos de proteção para os operadores. As máquinas são providas de vidros com *insulfilm* nas laterais e cortina espelhada no vidro frontal, porém foi constatado em campo que os operadores não utilizam a cortina por diminuir a visão nos momentos de pouca incidência de luz.

5 CONCLUSÕES

- Em relação ao acesso ao posto de operação o modelo PC 200 apresentou maior conformidade com a norma quando comparado ao modelo PC 228. Com isso verifica-se a necessidade de melhorar a disposição e dimensões dos degraus da segunda máquina.
- Quanto ao parâmetro assento do operador, apesar das conformidades com a norma, o modelo PC 200 apresentou características de adaptações e ajustes inferiores ao modelo PC 228, devendo ser feitas correções no assento da máquina PC 200.
- A visibilidade é eficiente nos dois tratores, em virtude da facilidade de execução das operações de colheita durante todo o período de trabalho.
- Os níveis de lux nos tratores no período da tarde são elevados, porém as máquinas possuem equipamentos para minimizar essa intensidade dentro da cabine. O uso desses equipamentos deve ser incentivado.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, J. U. **Análise ergonômica das atividades de propagação vegetativa de *Eucalyptus* spp. em viveiros..** Viçosa, MG: UFV, 2001. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ALVES, J. U.; SOUZA, A. P.; MINETTI, L. J.; GOMES, J. M. Avaliação da carga de trabalho físico de trabalhadores que atuam na atividade de propagação de *Eucalyptus* spp. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA, 1.**, 2000, Belo Horizonte, MG. Anais do... Belo Horizonte: Ergoflor, 2000. p. 129 – 134.

AMABILINI, V.D. Utilização do Harvester na exploração florestal. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL**, 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1991. p. 349-364.

Associação Brasileira de Produtos de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico**: ano base 2010/ABRAF.- Brasília, 2011. 130p.

Associação Brasileira de Produtos de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico**: ano base 2011/ABRAF.- Brasília, 2012. 149p.

BRAMUCCI, M. **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de "harvesters" na colheita de madeira.** Piracicaba, SP: 2001. 50 f. Dissertação (Mestrado).

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do "harvester" na colheita do eucalipto.** Viçosa, MG: UFV, 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

EQUIPE COLHEITA DE MADEIRA. **Os cabecotes processadores "harvester"** . In: Colheita de Madeira. Informativo, 2011. Disponível em: <<http://www.colheitademadeira.com.br/informativos/149/os-cabecotes-processadores-harvester.html>>. Acesso em: 29/06/2012

FERNANDES, H. C.; BRITO, A. B.; MINETTI, L. J.; SANTOS, N. T.; RINALDI, P. C. N. Avaliação ergonômica da cabine de um trator florestal. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 307-314, 2010.

FERNANDES, H. C.; FURTADO JÚNIOR, M. R.; GUEDES, D. M.; LEITE, D. M.; LEITE, E. S.; LACERDA, E. G. Parâmetros ergonômicos importantes no projeto de cabines para tratores agrícolas e florestais. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA, 4.**, 2011, Viçosa, MG. Anais do... Viçosa: Ergoflor, 2011. p.

FIEDLER, N. C.; SOUZA, A. P.; TIBIÇÁ, A. C. G.; MINETTI, L. J.; MACHADO, C. C. Avaliação da carga física de trabalho exigida em operações de colheita florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 535-543, 1998.

FONTANA, G.; SEIXAS, F. Avaliação ergonômica do posto de trabalho de modelos de "Forwarder" e "Skidder". **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 71-81, 2007.

IEA – International Ergonomics Association. Definição internacional de ergonomia. Santa Monica: USA, 2000.

Disponível em: <http://www.iea.cc/what_is_ergonomist.html>. Acesso em: 26 de maio de 2012.

KROEMER, K. H. E; GRANDJEAN, E. Manual de ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005, 327p.

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Endusp, 2000. 448 p.

LIMA, J. S. S.; SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C.; OLIVEIRA, R. B. Avaliação de alguns fatores ergonômicos nos tratores "feller-buncher" e "skidder" utilizados na colheita de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 291-298, 2005.

LIMA, J. S. S.; LEITE, A. M. P. Mecanização. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. 2ª ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 43-65.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. 2ª ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p 15-42.

MALINOVSKI, J. R.; CAMARGO, C. M. S.; MALINOVSKI, R. A.; MALINOVSKI, R. A. Sistemas. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita florestal**. 2ª ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. Cap. 6, p. 161-184.

MENDES, J. B. Incentivos e mecanismos financeiros para o manejo florestal sustentável na região sul do Brasil. In: **Mecanismos financeiros**. FAO.Curitiba, 2004.

MOREIRA, F. M. T. **Análise técnica e econômica de subsistemas de colheita de madeira de eucalipto em terceira rotação**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MOREIRA, M. F. **O desenvolvimento da mecanização na exploração florestal sob ótica dos custos**. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRESISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 7., 1992, Curitiba. Curso... Curitiba: FUDEF, 1992. P. 161-170.

ROBIN, P. Segurança e ergonomia em maquinaria agrícola. São Paulo: IPT, FUNDACENTRO, 1987. 24p.

SEIXAS, F. As inovações da colheita de madeira. **Revista Opiniões**. jun.- ago. 2010. Disponível em: < <http://www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=668>>. Acesso em: 19/10/2012.

SILVA, C. B.; SANT'ANNA, C. M.; MINETTI, L. J. Avaliação ergonômica do "feller-buncher" utilizado na colheita de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p 109-118, 2003.

SILVA, E. N. **Avaliação técnica de custos e ambiental de dois modelos de harvester na colheita florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2011. 68 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T.; ESPERANCINI, M. S. T. Avaliação técnica e econômica da Colheita de florestas de eucalipto com "harvester". **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 611-618, 2010.

SOARES, N. S.; SOUSA, E. P.; SILVA, M. L. Importância do setor florestal para a economia brasileira. In: XLVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2008, Rio Branco. **Anais eletrônicos...** Rio Branco: SOBER, 2008. Palestra. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/214.pdf>>. Acesso em: 19/07/2012.

SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J.; SILVA, E. N. Ergonomia aplicada ao trabalho. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita florestal**. 2ª ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. Cap. 10, p. 310-327.

TANAKA, O. P. Exploração e transporte da cultura do eucalipto. **Informe Agropecuário**, n. 141, p. 24-30, 1986.

VIDAL, M. C. R. **A Interdisciplinaridade da Ergonomia**. Ação Ergonomica, v. 1, n. 2, p. 6, 2001.

WAN-DEL-REY, C. B. **Análise operacional de harvester em sistema de toras curtas no sul do estado da Bahia**. Seropédica, RJ: UFRRJ, 2011. 59 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PIGNATE, W. A.; MACHADO, J. M. H. Riscos e agravo à saúde e à vida dos trabalhadores das indústrias madeireiras de Mato Grosso. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 10, n.4, p. 961-973, 2005.

ANEXOS

Anexo 1 - Entrevista realizada com os operadores de máquinas florestais

- **Acesso**

- 1) o operador pode com segurança subir e descer sem riscos de escorregar (considerar desenho e localização dos degraus e os materiais usados: riscos com arestas, pontas, desníveis altos, etc)?
- 2) o operador pode sair rapidamente numa emergência (escotilha no teto, localização das portas, etc)?
- 3) o acesso à cabine é fácil (altura entre os degraus, localização e fundo, corrimãos e porta)?
- 4) os degraus estão desenhados e posicionados de tal forma que não podem ser danificados enquanto a máquina esta operando?

- **Acento do operador**

- 1) o acento esta confortavelmente situado na cabine?
- 2) o acento é resistente (forte) a seguramente fixado ao piso da cabine?
- 3) o acento tem ajuste adequado para as pernas e altura?
- 4) o acento possui uma facilidade giratória adequada, podendo ser fixado, em qualquer posição?
- 5) o desenho e ângulo do acento e descanso para os braços são corretos?
- 6) o estofamento no acento e descanso para os braços é satisfatório (não escorrega, ventilado, lavável, etc)?
- 7) o acento possui um amortecimento adequado?
- 8) o acento, respaldo e descanso para os braços tem ajustes adequados?
- 9) o acento e o descanso para os braços tem ajuste fácil?
- 10) o acento e o respaldo são aquecidos?

- **Visibilidade**

- 1) O operador de lima posição confortável tem uma visão clara de tudo que ele precisa ver para realizar o seu trabalho?
- 2) o operador tem uma boa visão do solo?
- 3) o operador tem uma visão para cima adequada?
- 4) os componentes da máquina estão posicionados de tal forma a não obstruir a visão do operador (sistema de exaustão, grades protetoras, equipamento auxiliar etc)?
- 5) o operador pode olhar para fora sem perturbações com reflexos?
- 6) a máquina está equipada com limpadores de para brisas?

- **Iluminação**

- 1) A iluminação fornecida para o campo de visão é adequada?
- 2) A distribuição de luz no campo de visão é satisfatória?
- 3) O equipamento de iluminação é de fácil manutenção, como reposição de lentes e lâminas e ajuste de foco?