

Aplicação de índices ergonômicos na avaliação da cabine de um trator florestal “Feller-Buncher”

Application of ergonomic index indices in the evaluation of the cabin of a forest tractor “Feller-Buncher”

Haroldo Carlos Fernandes¹, Andréia Bordini de Brito², Luciano José Minette³, Daniel Mariano Leite⁴ e Elton da Silva Leite⁵

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar ergonomicamente à cabine de trator de colheita florestal “Feller-Buncher”, quanto ao dimensionamento do projeto interno das cabines, posicionamento de comandos e instrumentos, acesso ao posto de trabalho, assento, com a finalidade de levantar informações para o redesenho da cabine. A avaliação antropométrica dos operadores foi realizada por dois conjuntos de medidas, uma em pé e outra sentado. Para a avaliação ergonômica e mensuração do posicionamento dos órgãos de comando e campo de visão foram determinadas as distâncias dos mesmos a partir do ponto de referência do assento (PRA) nas três dimensões (x, y e z). De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que as medidas antropométricas dos operadores brasileiros demonstram diferenças menores, em comparação com a de operadores de países mais desenvolvidos onde são fabricadas estas máquinas. E também que há necessidade de melhorias ergonômicas nos seguintes aspectos ergonômicos: acesso a cabine, assento, controles e painel de controle.

Palavras-chave: colheita florestal, ergonomia, mecanização florestal

Abstract

The objective of this study was to evaluate the tractor cab ergonomically forest harvesting “Feller-Buncher”, regarding the scaling of internal design of the booths, placement of controls and instruments, access to the job, sitting, in order to gather information for the redesign of the cabin. Anthropometric evaluation of the operators was conducted by two sets of measures, one standing and one seated. For ergonomic assessment and measurement of the positioning of the controls and field of view were determined from the same distance from the seating reference point (ARP) in three dimensions (x, y and z). According to the results we can conclude that the measurements of the Brazilian operators demonstrate differences, significantly lower compared with the operators of most developed countries where these machines are manufactured. And there is also need for ergonomic improvements in the following ergonomic aspects: access to the cabin, seat, controls and control panel.

Keywords: forest harvesting, ergonomics, forest mechanization

INTRODUÇÃO

A operação de tratores agrícolas é uma atividade que engloba basicamente dois fatores: o homem (operador) e a máquina (trator). Estes dois fatores interagem entre si, formando o sistema homem-máquina (IIDA, 2003). A eficiência com que o sistema homem-máquina executa suas funções depende de diversos fatores.

A ergonomia age sobre estes fatores, buscando aperfeiçoá-los para aumentar a eficiência do sistema de forma a beneficiar o homem. Destacam-se, no âmbito da operação de tratores agrícolas, as condições ambientais do posto de trabalho (temperatura, luz, umidade do ar), ruídos, vibrações, comandos e assento do operador.

Na maioria dos casos as dimensões recomendadas da cabine se referem àquelas tomadas em

¹Professor Associado. Departamento de Engenharia Agrícola / UFV – Viçosa, MG – 36570-000 - E-mail: haroldo@ufv.br

²Professor Adjunto. Departamento de Artes Visuais do Instituto de Artes e Design / UFPEL – Pelotas, RS - 96010-610 - E-mail: bordinibrito@yahoo.com.br

³Professor Adjunto. Departamento de Engenharia Elétrica e de Produção / UFV - Viçosa, MG – 36570-000 - E-mail: minetti@ufv.br

⁴Mestrando em Engenharia Agrícola. Departamento de Engenharia Agrícola / UFV – Viçosa, MG – 36570-000 - E-mail: daniel.mariano@ufv.br

⁵Doutorando em Engenharia Agrícola. Departamento de Engenharia Agrícola / UFV – Viçosa, MG – 36570-000 - E-mail: elton.leite@ufv.br

posições de atuação do operador das máquinas como o posto do condutor e seu ambiente operacional. Do posto do operador a maioria das recomendações é referente a distâncias e espaços máximos e mínimos que dão conforto e segurança ao homem que vai operar a máquina, também os locais de acesso e saída do posto de condução são abrangidos (SKOGFORSK, 1999).

Os acidentes de trabalho são os resultados de atos e condições inseguras (SCHLOSSER; DEBIASI, 2001). Considerando a operação de tratores agrícolas, as condições inseguras referem-se à máquina (trator + implemento) e ao ambiente onde o trabalho está sendo realizado (condições do terreno, por exemplo). Nesse sentido, pesquisas, como as realizadas por Schlosser e Debiasi (2001), têm mostrado que os tratores agrícolas são os que mais colaboram para a geração de condições inseguras durante o trabalho com esse tipo de máquina.

Segundo as diretrizes ergonômicas de máquinas florestais SkogForsk (1999) do Instituto de Pesquisa Florestal da Suécia, que prevê a avaliação ergonômica especificamente de máquinas florestais, os conflitos surgem até entre requerimentos ergonômicos. Por exemplo, a elevação da cabine melhora o conforto do operador, mas diminui sua visão quando a máquina está em uma rampa e também aumenta a dificuldade de se posicionar as luzes para uma iluminação adequada da zona de trabalho. Uma cabine grande oferece mais espaço para o operador, mas precisa de uma área maior de janela de vidro para uma boa visibilidade; isso, por seu turno, resulta em maior perda de calor na cabine e, portanto, há necessidade de um sistema maior/melhor de controle de clima.

Silva (2002) realizou uma avaliação ergonômica nas máquinas utilizadas nas operações de colheita florestal, avaliando um “*Feller-Buncher*”, um “*skidder*” e uma garra traçadora. As máquinas foram avaliadas de acordo com o manual “*Ergonomic Guidelines for Florest Machine*”, do SkogForsk, concluindo que o “*Feller-Buncher*” obteve uma classificação geral, que significa um trabalho altamente produtivo, apresentando-se ainda um pouco abaixo do melhor grau, apresentando ainda um alto grau de segurança ativa e passiva. Foi também verificado que há necessidade de algum ajuste das condições do espaço de trabalho ao operador brasileiro, em função de suas características antropométricas serem diferentes dos europeus, para os quais a máquina foi desenhada.

Fontana (2005) realizou uma avaliação ergonômica da cabine de seis modelos de máquinas

florestais utilizadas na extração de madeira (quatro “*forwarders*” e dois “*skidders*”) quanto ao posicionamento de comandos e instrumentos e o campo visual do operador, com base nas características antropométricas do operador brasileiro. O estudo demonstra que o projeto ergonômico da disposição dos comandos nas cabines das máquinas florestais estudadas não é favorável ao conjunto de operadores brasileiros analisados.

Objetivou-se com este trabalho avaliar ergonomicamente a cabine de trator “*Feller-Buncher*” utilizado para a colheita florestal, identificando as dimensões ideais para os operadores deste trator no Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliação foi utilizado um “*Feller-Buncher*” da marca Timberjack do modelo 608L. A análise ergonômica do “*Feller-Buncher*” foi realizada por meio de medidas a partir do ponto de referência de assento (PRA – SRP “*seat reference point*”), que de acordo com as diretrizes de ergonomia para máquinas florestais do Skogforsk (1999) é um ponto situado no plano médio longitudinal central do assento, onde o plano tangencial do encosto intersecciona um plano horizontal.

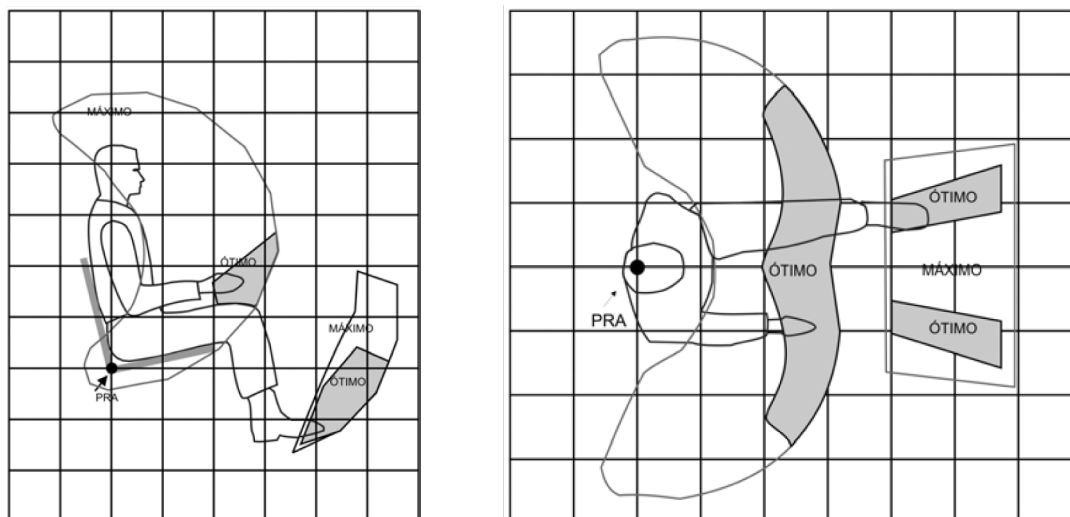
Para determinação das dimensões da cabine as medidas foram coletadas com auxílio de estabela, uma régua, uma trena e uma fita métrica, onde se mensurou as distâncias do PRA até os órgãos de comando nas três dimensões (x, y, z) e posteriormente os dados foram representadas em gráficos contendo as áreas de máximo e ótimo acesso aos comandos, esquematizados de acordo com um grupo de trabalhadores que operam estas máquinas na empresa.

Para esta avaliação ergonômica foram coletados os dados com o assento em duas posições distintas classificadas como limites: assento próximo e assento extremo, adotando-se como referência o painel das máquinas em estudo. Desta maneira foi realizada a avaliação espacial da distribuição dos comandos para as duas posições de assento, atribuindo conceitos conforme classificação na Tabela 1. Já as ilustrações das áreas de acesso bem como sua classificação se encontram na Figura 1.

O posto de trabalho das máquinas também foi mensurado de acordo com as diretrizes ergonômicas para máquinas florestais normas suecas do guia Skogforsk (1999), especificamente proposto para máquinas florestais e está na Figura 2 e Tabela 2.

Tabela 1. Conceitos de avaliação espacial dos comandos nas coordenadas x-y e x-z.
Table 1. Concepts of space evaluation of the commands in the coordinates x-y and x-z.

Conceito	Descrição
Ótimo	Comando situado na região de ótimo acesso nos dois planos
Muito bom	Comando situado na região de ótimo em um plano e de máximo em outro plano
Bom	Comando situado na região de máximo nos dois planos
Regular	Comando situado na região de máximo em um plano e de fora em outro plano
Ruim	Comando situado em região externa aos dois planos

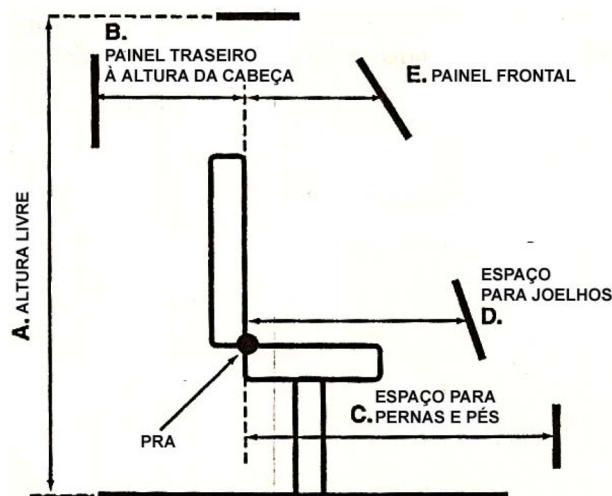


Fonte: Brito (2007)

Figura 1. Áreas de máximo e ótimo de acesso aos órgãos de comando, nas três dimensões (x, y, z).
Figure 1. Areas of excellent maximum and of access to the command agencies, in the three dimensions (x, y, z).

Tabela 2. Variáveis de medição da cabine.
Table 2. Variable of measurement of the cabin.

Dimensão
A – Altura livre
B – Painel traseiro à altura da cabeça
C – Espaço para as pernas (e pés)
D – Espaço para os joelhos
E – Painel frontal à altura do descanso dos braços
Largura cabine
Comprimento cabine
Distância pedais até carcaça
Distância banco carcaça
Altura fim encosto até o teto



Fonte: IIDA (2003).

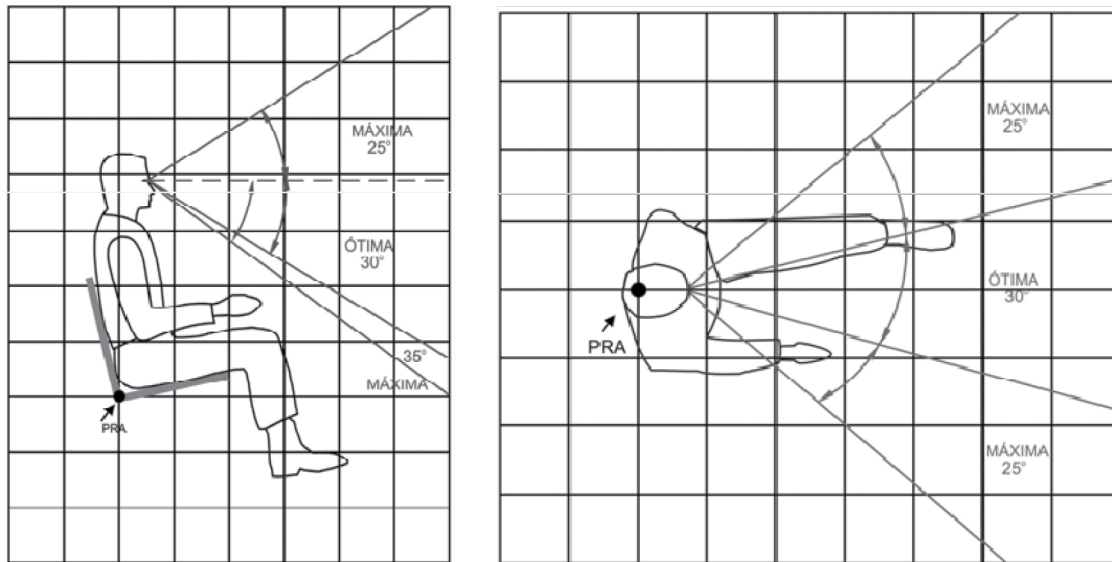
Figura 2. Variáveis de medição da cabine.
Figure 2. Variable of measurement of the cabin.

Para determinar o campo visual ótimo e de máxima visão dos operadores quanto ao posicionamento dos instrumentos marcadores (relógios de temperatura de arrefecimento, combustível, pressão de óleo, por exemplo), luzes de advertência e mostradores em geral, foram utilizados procedimentos semelhantes aos descritos anteriormente de medições da parte interna da cabine. Nesta avaliação foram inseridos os ângulos de visão ótima e máxima, com o auxílio do software AutoCad 2000®. Desta maneira foi avaliado a distribuição espacial dos instrumentos marcadores, luzes de advertência e mostradores para as duas posições de assento, atribuindo conceitos conforme classificação do Tabela 3 e Figura 3.

Para as variáveis do acesso ao posto de trabalho, foram utilizados os valores das medidas antropométricas definidas pelos percentis correspondentes a cada variável, citadas por, Dreyfuss (2003); Fiedler (1995), Grandjean e Kroemer (1998), Iida (2003) e Skogforsk (1999). As variáveis de acesso citadas foram medidas em todas as máquinas analisadas e estão descritas na Figura 4 e Tabela 4.

Tabela 3. Conceitos de avaliação espacial dos instrumentos de verificação nas coordenadas x-y e x-z.
Table 3. Concepts of space evaluation of the instruments of verification in the coordinates x-y and x-z.

Conceito	Descrição
Ótimo	Comando situado na região de ótima visão nos dois planos
Muito bom	Comando situado na região de ótima em um plano e de máxima em outro plano
Bom	Comando situado na região de máxima nos dois planos
Regular	Comando situado na região de máxima em um plano e de fora em outro plano
Ruim	Comando situado em região externa aos dois planos



Fonte: Brito (2007).

Figura 3. Áreas de ótima e máxima visão de comandos, nas três dimensões (x, y, z).

Figure 3. Areas of excellent and maximum vision of commands, in the three dimensions (x, y, z).

Tabela 4. Variáveis de medição do acesso.

Table 4. Variable of measurement of the access.

Dimensões
A - Solo para corrimão
B - Degrau para corrimão
C - Solo para o primeiro degrau (mínimo)
D - Ângulo máximo
E - Elevação
F - Profundidade mínima (degrau)
L - Largura mínima do degrau
Altura máxima porta
Maior largura porta
Menor largura porta
Ângulo abertura total porta

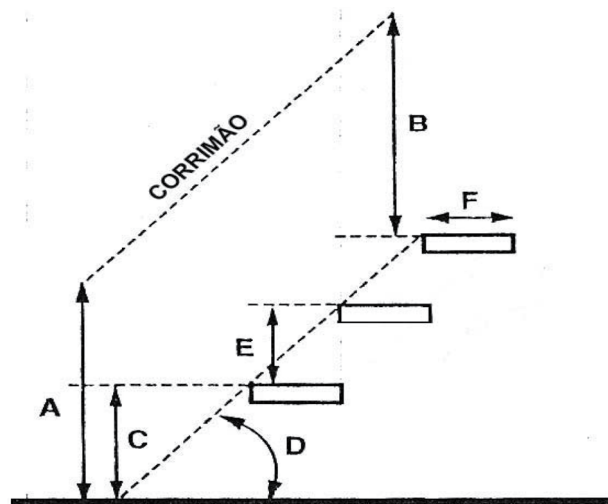


Figura 4. Variáveis de acesso a cabine.

Figure 4. Variable of access the cabin.

Para as variáveis do assento das máquinas, foram utilizados os valores das medidas antropométricas definidos pelos percentis correspondentes a cada variável citadas por, Dreyfuss (2003); Fiedler (1995); Iida (2003) e Skogforsk (1999). Foi realizada a avaliação qualitativa e quantitativa juntamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação final da ergonomia da cabine são apresentados na Tabela 5, por item observado. Estes resultados são baseados em avaliações qualitativas e quantitativas.

O posto de trabalho das máquinas foi avaliado de acordo com as diretrizes ergonômicas para máquinas florestais sueca do Skogforsk (1999). Todas as medidas são em relação ao PRA (Ponto de referência de assento).

Para que a altura livre da cabine seja considerada adequada, o Skogforsk (1999) sugere um espaço de 180 cm, a medida da máquina foi de 162 cm, sendo inferior a recomendada, no entanto pode-se estimar para este espaço a soma da medida do operador mais alto sentado (S)

Tabela 5. Dimensões da cabine em relação ao PRA.**Table 5.** Cabin dimensions in relation to PRA.

Medidas em cm	Timberjack 608L	
	próximo	extremo
Posicionamento assento		
A – Altura livre		162,0
B – Painel traseiro à altura da cabeça	42,0	39,0
C – Espaço para as pernas (e pés)	98,0	112,0
D – Espaço para os joelhos	68,0	73,0
E – Painel frontal à altura do descanso dos braços	32,0	36,0
Largura cabine		86,0
Comprimento cabine		120,0
Distância dos pedais até carcaça		20,0
Distância dos banco até a carcaça	21,0d	21,0e

d = direito; e = esquerdo

somada com a altura do chão até as nádegas do maior operador (Q), além desta medida deve-se adicionar mais espaço, tanto para evitar que a cabeça do operador bata no teto da cabine, quando a máquina está operando em terreno acidentado, quanto para capacitar o operador a se levantar do assento. O espaço adicional requerido é de, pelo menos, 15 cm. Entretanto, para os operadores mensurados estas diferenças não constituem em problemas, pois, se utilizarmos os maiores valores das variáveis S+Q+15 cm teremos um valor aproximado de 157 cm o que para os operadores analisados neste levantamento a altura da cabine estaria adequada.

Quanto ao espaço para as pernas e pés a norma sueca aconselha utilização de 113 cm, a medida da máquina mensurada foi de 105 cm, menor do que o recomendado, no entanto para as medidas dos operadores analisados a máquina está dentro do estimado, uma vez que, para este espaço se utiliza para dimensionamento as medidas antropométricas coluna-jelho (Y) somadas ao deslocamento de 110° da altura poplítea (H1) o que para esta amostra o valor estimado seria de 95 cm. Assim o operador analisado nesta pesquisa, dispõe de mais espaço pra pernas e pés no trator analisado.

Para o espaço dos joelhos a norma sugere a utilização de 70 cm, a máquina analisada foi de 69 cm, abaixo do recomendado. Para estimar este valor se utiliza a medida antropométrica coluna-jelho (Y) acrescida de um espaço de pelo menos 20 cm, onde a cabine ideal deveria ter pelo menos 88 cm para atender a esta gama de operadores brasileiros, já que para os operadores analisados a medida antropométrica coluna-jelho a maior é de 68 cm tornando-se inadequado para o espaço dos joelhos na cabine analisada.

A largura da cabine é determinada pelo espaço necessário para acomodar o assento juntamente com o descanso de braço e os controles.

Uma cabine larga reduz a visibilidade nos dois lados. Para estimar este valor deve-se utilizar a maior variável antropométrica largura total costas mais braços (B1) com espaço adicional requerido de, pelo menos, 15 cm. O comprimento da cabine segundo a norma é determinado pelo espaço para as pernas necessário para o operador endireitar seu corpo e esticar suas pernas. Todas as cabines analisadas se encontram dentro do valor mínimo.

Para a visibilidade dos comandos, segundo Skogforsk (1999) o operador deve ter uma visão livre da zona de operação sem ter que ajustar sua postura. Isto significa, por exemplo, que a cabeça não deve ser virada mais do que 30° para os lados e nem se inclinar mais do que 5° para cima ou 25° para baixo. Os vidros das janelas devem ser fáceis de manter limpos e devem ser equipados com limpadores e lavadores que cubram a área total do vidro. Grades protetoras não devem constituir obstáculos para manter a janela limpa.

A Tabela 6 apresenta as medidas de Controles e visibilidade da cabine do “Feller- Buncher”.

Os tratores “Feller-Bunchers” possuem problema de visibilidade para o operador em vários lados de dentro da máquina. Na frente do trator existem grades de proteção do pára-brisa contra queda de galhos e de um dos lados o cabeçote de corte, que pode estar vazio ou carregado de árvores.

Tabela 6. Controles e visibilidade da cabine do “Feller-Buncher” analisado.**Table 6.** Controls and visibility cabin “Feller-Buncher” analyzed.

Medidas	Timberjack 608L
Comprimento x largura do painel (cm)	73,0 x 9,0
Numero de funções (un)	26
Visibilidade frontal (cm)	72,0x95,0
Visibilidade lateral direita (cm)	---
Visibilidade lat. Esquerda (cm)	68,0x95,0
“joysticks” ao PRA (cm)	44,0

Também as partículas em suspensão provenientes de fragmentos do corte das árvores pelo disco de corte associam-se a poeira do ambiente juntamente com o orvalho no pára-brisa em noites frias dificultando a visibilidade.

O trator analisado possui somente três faróis na parte superior frontal dificultando a visão dos operadores no trabalho noturno.

Nas Figuras de 5 e 6, faz-se a representação de distribuição visual dos comandos onde se utilizou a posição de assento extremo para representação.

A utilização do símbolo da função marcado sobre cada comando, ou em proximidades, condiciona a facilidade de acionamento e esforços que o operador necessita fazer para o entendimento da tarefa. Os pedais não devem obstruir os acessos. Sua superfície deve ser antideslizante e seu movimento mais paralelo possível. Os pedais de deslocamento devem cumprir sua função sem precisar de grandes esforços. Recomenda-se que os esforços necessários para acionar os comandos estejam de acordo com sua posição relativa e a forma de atuação.

Na Tabela 7 é apresentada a avaliação espacial das coordenadas x-y e x-z, dos vinte e seis (100%) comandos avaliados nas respectivas posições do assento mostrados na Figura 5.

Tabela 7. Distribuição espacial dos vinte e seis comandos do “Feller-buncher” Timberjack 608L na avaliação espacial das coordenadas x-y e x-z
Table 7. Space distribution of the twenty and six commands of the “Feller-buncher” Timberjack 608L in the space evaluation of the coordinates x-y and x-z.

Timberjack 608L	Posicionamento do assento	
	Próximo	Extremo
Ótimo	10 (38,4%)	7 (26,9%)
Muito bom	5 (19,2%)	----
Bom	4 (15,4%)	5 (19,2%)
Regular	2 (07,8%)	1 (03,9%)
Ruim	5 (19,2%)	13 (50,0%)
Total	26 (100,0%)	26 (100,0%)

Analisando-se a distribuição espacial do posicionamento dos comandos com o assento nas duas regiões avaliadas, observa-se que os principais comandos utilizados durante a jornada de trabalho, no caso os “joysticks”, indiferente do posicionamento do assento, receberam o conceito de “ótimo”, fato explicado por estarem fixos ao assento da máquina. (Figura 6)

Para o posicionamento de assento próximo, o que é pouco comum para esta máquina que tem o espaço restrito, a maioria dos comandos

(38,4%) receberam o conceito “ótimo”, encontram-se os “joysticks” de comando do cabeçote de corte do lado esquerdo e direito, luz de advertência do nível óleo do hidráulico, luz de filtro óleo do hidráulico, pressão óleo hidráulico, nível do líquido de refrigeração, luzes frontais, luzes laterais, controle do freio balanço e controle de velocidade. Nenhum comando na posição “extremo” recebeu o conceito muito bom, esta posição de assento é a mais comum utilizada por mais de 90% dos operadores, uma vez que o posicionamento do assento próximo reduz muito o espaço para as pernas.

O pedal esquerdo e direito (deslocamento para frente e trás) receberam conceito “ruim” nas duas situações avaliadas, exigindo um esforço adicional para que o operador consiga manipulá-los. 50% dos comandos receberam conceito “ruim” com a posição extremo. Ressalta-se, porém, que a maioria dos comandos contidos neste conceito, a não ser os pedais esquerdo e direito, são instrumentos medidores, luzes de advertência e indicadores não necessitando acionamento, mas, somente observação.

Observa-se que para o posicionamento do assento localizado em “próximo” e “extremo”, existe uma diferença na distribuição dos comandos, quando se considera a somatória dos conceitos “ótimo”, “muito bom” e “bom”, a maior porcentagem foi obtida com o posicionamento em próximo (73%).

Considerando a área de ótima e máxima visão dos instrumentos luzes de advertência e medidores (Tabela 8), observou-se um campo visual diferenciado em função do posicionamento do assento. Para o posicionamento próximo 27,2% obtiveram o conceito regular e 72,8% conceito ruim. Para o posicionamento extremo apenas 9,0% receberam conceito bom, 54,5% regular e 36,5% ruim. O posicionamento extremo do assento nesta máquina facilita a visualização dos instrumentos e medidores, porém dificulta o acionamento de comandos como foi comentado anteriormente.

As dimensões das variáveis de acesso ao “Feller-Buncher” estão apresentados na Tabela 9.

O acesso ao “Feller-Buncher” analisado é feito pelo lado esquerdo, oposto ao lado do cabeçote de corte. O primeiro degrau da máquina é na própria esteira de rolagem dificultando o primeiro acesso à máquina e tornando arriscada a operação. O posicionamento do primeiro degrau da máquina se encontra acima dos padrões das normas utilizadas para comparação.

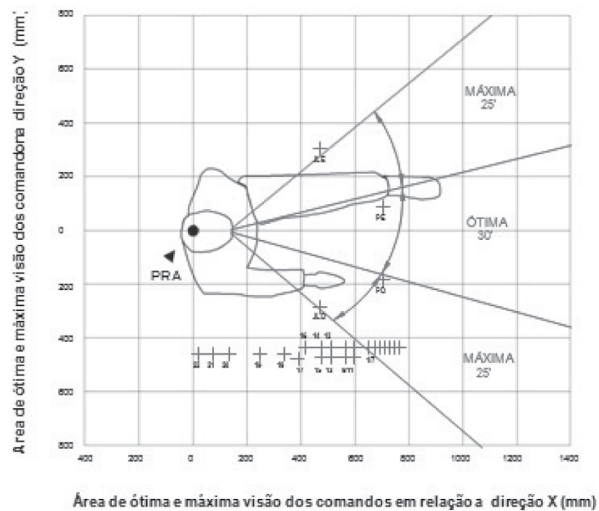
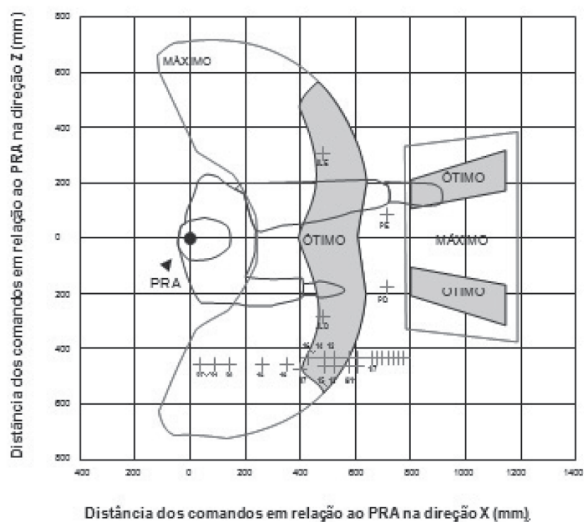
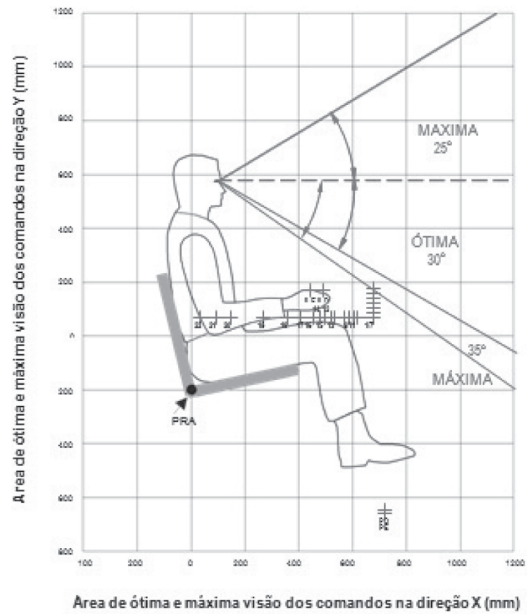
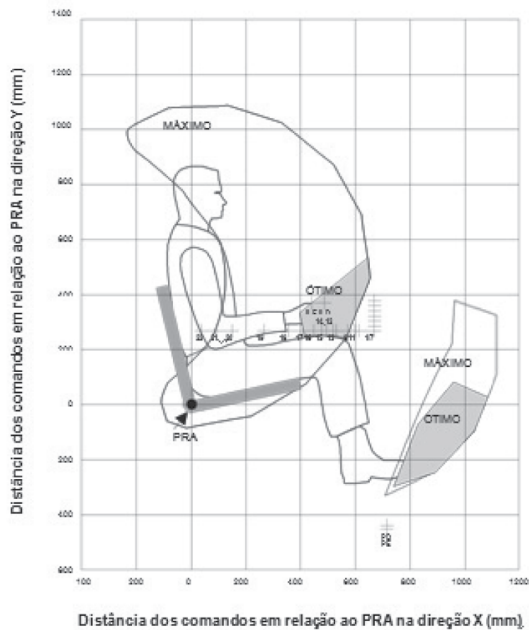


Figura 5. Localização dos órgãos de comandos do "Feller-Buncher" Timberjack 608L, nas três dimensões.

Figure 5. Localization of the agencies of commands of the "Feller-Buncher" Timberjack 608L, in the three dimensions.

Segundo as diretrizes do Skogforsk (1999) os degraus devem ser mantidos limpos, o que não acontece com as referidas máquinas, que tem seus degraus com terra acumulada, prejudicando o equilíbrio necessário ao operador. A profundidade mínima dos degraus também se encontra fora das normas dificultando o posicionamento do pé de apoio do operador. É necessário também, a realização de um grande esforço para abrir e fechar a porta das máquinas, em virtude da presença do amortecedor. O acesso ao Timberjack 608L foi considerado ruim em virtude da altura e profundidade dos degraus e também por possuir somente uma barra de apoio para subida.

O levantamento dos dados das variáveis do assento do trator mensurado se encontra na Tabela

Figura 6. Área de visão ótima e máxima de comandos do "Feller-Buncher" Timberjack 608L.

Figure 6. Area of excellent and maximum vision of commands of the "Feller-Buncher" Timberjack 608L.

10, em comparação com os valores indicados com base nas medidas antropométricas dos operadores analisados. A inclinação assento/encosto deve ser ajustável de 90 a 110 graus (SKOGFORSK, 1999).

Tabela 8. Localização no campo visual das onze funções visuais no painel do "Feller-Buncher".

Table 8. Localization in the visual field of the eleven visual functions in the panel of the "Feller-Buncher".

Timberjack 608L	Posicionamento do assento	
	Próximo	Extremo
Ótimo	----	----
Muito bom	----	----
Bom	----	1 (09,0%)
Regular	3 (27,2%)	6 (54,5%)
Ruim	8 (72,8%)	4 (36,5%)
Total	11 (100,0%)	11 (100,0%)

Tabela 9. Dimensões das variáveis de acesso do “Feller-Buncher” estudado com relação aos dados da norma NBR-ISO 4252 (ABNT, 2000) e Skogforsk (1999).

Table 9. Dimensions of the variable of access of the “Feller-Buncher” with regard to the data of norm NBR-ISO 4252 (ABNT, 2000) and Skogforsk (1999).

Medidas em cm	Timberjack 608L	NBR-ISO 4252	Skogforsk (1999)
Solo para corrimão	180,0	----	120,0
Degrau para corrimão	155,0	----	85,0
Solo para primeiro degrau (min)	58,0	≤ 50	35,0
Elevação (esteira)	56,0	----	25,0
Profundidade mínima (degrau)	9,0	15,0	20,0
Largura mínima do degrau	47,0	20,0	----
Altura máxima porta	150,0	----	----
Maior largura porta	84,0	47	----
Menor largura porta	75,0	15	----
Ângulo abertura total porta*	110°	----	----

* medida em ângulo

Tabela 10. Variáveis do assento do “Feller-Buncher” e valores indicados de acordo com o levantamento antropométrico da população de operadores mensurados.

Table 10. Variables seat “Feller-Buncher” and figures according to the anthropometric survey of operators of the population measured.

Itens de inspeção assento	Timberjack 608L	Valores indicados com base nas medidas antropométricas dos operadores analisados (cm)
Assento estofado	sim	----
Altura do assento mínimo (cm)	55,0	45,0
Altura do assento máximo (cm)	61,0	50,0
Acionamento fácil de regul. altura	não	----
Posicionamento assento próximo	71,0	----
Posicionamento assento extremo	75,0	----
Largura do Assento (cm)	48,0	41,0
Comprimento do assento (cm)	44,0	40,0
Forma assento (plana, cônc, conv.)	côncava	----
Borda anterior arredondada	sim	----
Inclinação do assento	não	----
Material de revestimento (tipo, cor)	estofado cinza	----
Encosto		
Largura do encosto (cm)	45,0	42,0
Altura do encosto (cm)	55,0	55,0
Tipo de apoio dorsal (só lombar, mediano, apoio de todo dorso)	total + cabeça	----
Forma de apoio dorsal (convexo, plano, acomp. curvatura da coluna)	côncavo	----
Assento-Encosto		
Possui espaço livre entre assento encosto	não	----
Ângulo assento encosto (cm)	95°	90° - 110°
Apoio braços		
Altura do apoio (cm)	37,0	13,0 - 30,0
Largura do apoio (cm)	13,0	----
Comprimento do apoio (cm)	22,0	27,0
Apoio fixo/móvel	móvel	----
Tipo de mobilidade frente/lado/vertical/horizontal	lado/frente	----
Tipo de revestimento	estofado	----
Inclinação do apoio (°)	10°	----
Presença de batente para o apoio	sim	----
Base do assento		
Formato da base do assento	trapézio	----
Material da base	aço	----
Base móvel ou fixa ao chão	fixa	----
Estabilidade da base	estável	----

O trator mensurado possui ajuste de altura de assento dentro dos valores indicados com base nas medidas antropométricas dos operadores analisados por Brito (2007). A largura e o comprimento do assento são acima do valor indicado. Para determinação das variáveis de altura, comprimento e largura de assento tomam-se como referência as medidas antropométricas da altura e largura poplíteia e largura dos quadris, respectivamente.

O Timberjack 608L tem o encosto com a altura dentro do indicado. A largura do encosto está acima do indicado. Para largura do encosto a variável antropométrica é a largura do quadril no percentil 95%. Segundo Skogforsk (1999) o recomendado é que o ângulo assento-encosto tenha variação, no caso da máquina mensurada possui ângulo fixo. A altura de descanso para os braços deve ser variável. A máquina analisada possui o assento com este descanso encontra-se fora das dimensões estabelecidas.

Os suportes de braço da máquina oferecem apoio, não restringindo os movimentos, podendo-se classificar como ergonomicamente bom nesse aspecto, segundo as diretrizes ergonômicas.

O assento permite uma variação da distância em relação ao painel, em função do deslizamento, da base do assento, em trilhos.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitiram concluir que há necessidade de melhorias no acesso a cabine, assento, controles e painel de controles.

A máquina analisada apresenta dimensões fora das ideais para os operadores deste trator no Brasil.

A metodologia utilizada se mostrou eficiente para análise ergonômica de tratores florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 4254-3 - Tratores e máquinas agrícolas e florestais - Recursos técnicos para garantir a segurança - Parte 3: Tratores. Rio de Janeiro, 2000. 5p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 4252 - Tratores agrícolas - Local de trabalho do operador, acesso e saída - Dimensões. Rio de Janeiro, 2000. 4p.

BRITO, A.B. Avaliação e redesenho da cabine do "Feller-Buncher" com base em fatores ergonômicos, 2007. 157p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

DREYFUSS, H. Designing for people. 3.ed. Canadá: Allworth Press, Designing Management Intitute, 2003. 284p.

FIEDLER, N.C. Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira. 1995. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

FONTANA, G. Avaliação ergonômica do projeto interno de Cabines de *forwarders* e *skidders*. 2005. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

GRANDJEAN, E.; KROEMER, K.H.E. O Assento de Trabalho. In: _____ Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 4ed. Porto Alegre: Bookman, 1998. p.60-72.

IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. 9ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 465p.

SCHLOSSER, J.F.; DEBIASI, H. Acidentes com tratores agrícolas: caracterização e prevenção. Santa Maria: UFSM, 2001. 86p. (Caderno Didático, 8).

SILVA, C.B. Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de eucalipto. 2002, 116p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SKOGFORSK - THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN. Ergonomic guidelines for forest machines. Uppsala: Swedish National Institute for Working Life, 1999. 86 p.

Recebido em 09/11/2010

Aceito para publicação em 07/05/2011

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF)

Armando José Storni Santiago (International Paper do Brasil Ltda.) - Presidente

Germano Aguiar Vieira (Masisa Brasil Empreendimentos Florestais Ltda.) - Vice-Presidente

Empresas Associadas Mantenedoras / Partners

- » Arauco Florestal Arapoti S.A.
- » Arborgen Tecnologia Florestal Ltda
- » ArcelorMittal BioEnergia Ltda
- » Caxuana S/A Reflorestamento
- » Celulose Nipo-Brasileira S/A - CENIBRA
- » CMPC Celulose Riograndense
- » Copener Florestal Ltda
- » Duratex S/A
- » Eucatex S/A Indústria e Comércio
- » Fibria Celulose S/A
- » Forestal Oriental
- » International Paper do Brasil Ltda
- » Jari Celulose, Papel e Embalagens S.A.
- » Klabin S/A
- » Lwarcel Celulose Ltda
- » Masisa do Brasil Ltda
- » Montes Del Plata S.A.
- » Ramires Reflorestamentos Ltda
- » Rigesa Celulose, Papel e Embalagens Ltda
- » Stora Enso Florestal RS Ltda
- » Suzano Papel e Celulose S.A.
- » Veracel Celulose S/A
- » V&M Florestal Ltda