

# AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE MODELOS DE CABOS AÉREOS UTILIZADOS NA EXTRAÇÃO FLORESTAL<sup>1</sup>

Eduardo Silva Penna<sup>2</sup>, Carlos Cardoso Machado<sup>3</sup>, Amaury Paulo de Souza<sup>3</sup>, Elias Silva<sup>3</sup> e Elizabeth Neire da Silva<sup>4</sup>

**RESUMO** – Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa florestal, localizada no município de Cerro Azul, PR, objetivando-se a avaliação ergonômica da utilização de três modelos de cabos aéreos, K301, K501 e K601, utilizados na extração de árvores inteiras de *Pinus* spp. em regiões montanhosas. Utilizou-se um questionário preenchido pelos operadores das três torres existentes, avaliando-se as seguintes variáveis: acesso à cabine de trabalho, posição de trabalho do operador, cabine do operador, assento do operador, controles e instrumentação, clima na cabine, visibilidade da cabine em relação ao campo de trabalho, exaustão de gases e poeira e vibração. Conclui-se que, os cabos aéreos modelos K301 e K501 não atendem aos requisitos ergonômicos e seus operadores, por consequência, encontram-se susceptíveis a riscos em sua jornada de trabalho, enquanto que no modelo K601 seu operador trabalha em condições ergonômicas satisfatórias.

Palavras-chave: Árvores inteiras, Mecanização florestal e Colheita florestal.

## ***ERGONOMIC EVALUATION OF SKYLINE MODELS USED IN FOREST EXTRACTION***

**ABSTRACT** – This study was conducted in a forest company, located in the municipality of Cerro Azul, PR. The objective of this study was the ergonomics evaluation of using three skyline models, K301, K501 and K601 used in the extraction of full *Pinus* spp. trees in mountainous regions. It was used a questionnaire answered by the operators of three existing towers, evaluating the following variables: access to cabinet work, working position of the operator, operator seat, controls and instrumentation, climate in the cabin, the cockpit visibility to the field, exhaust fumes and dust, and vibration. The models K301 and K501 models do not meet the ergonomic requirements, therefore their operators are susceptible to risks in their working hours, whereas the model K601 has satisfactory ergonomic conditions.

Keywords: Full-tree, Forestry mechanization and Logging.

### **1. INTRODUÇÃO**

A exploração de florestas plantadas, com o objetivo básico de produção de madeira e seus derivados, tornou-se uma atividade de grande importância social e econômica para nosso País, atingindo extensas áreas planas e acidentadas, cujas sistemáticas de exploração variam com o grau de facilidade ou de dificuldade para a extração de madeira do povoamento, em função de fatores físicos, bióticos e antrópicos (LIRA FILHO, 1994).

Na atividade florestal a colheita e o transporte são as etapas mais importantes do ponto de vista econômico, pois sua participação no custo final da madeira pode representar mais de 50% daqueles custos (MACHADO, 2008).

O trabalho de colheita florestal é considerado um dos mais pesados dentre aqueles das demais atividades industriais brasileiras. Conseqüentemente, cada operação de colheita florestal exige do trabalhador determinado dispêndio energético, assim como o projeto incorreto

<sup>1</sup> Recebido em 12.01.2010 e aceito para publicação em 14.04.2011.

<sup>2</sup> Mestrado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <edu0897@gmail.com>.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <machado@ufv.br>, <amaury@ufv.br> e <eshamir@ufv.br>.

<sup>4</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Brasil. E-mail: <elizabeth@cca.ufes.br>.



dos pontos de trabalho, dos equipamentos e das ferramentas neles existentes, impõem ao trabalhador de colheita florestal solicitações excessivas e desnecessárias, o que deve ser evitado (SOUZA et. al., 2008). A mecanização das operações de colheita florestal no Brasil, na maioria das vezes, utiliza máquinas adaptadas ou importadas de países com diferentes condições climáticas e características antropométricas dos operadores (FONTANA; SEIXAS, 2007).

Por outro lado, quando se realiza a colheita de madeira em terrenos muito inclinados torna-se, neste caso, possível e aconselhável o uso de cabos aéreos. Cita-se, neste contexto, o exemplo de colheita de madeira, em terrenos inclinados, nas regiões Norte e Noroeste dos Estados Unidos, o que foi viabilizado por meio de cabos aéreos. Com o uso dos mesmos torna-se reduzida a densidade de estradas para a extração de toras e, quando um correto sistema de cabos é empregado, as toras podem ser inteiramente suspensas acima do terreno, resultando em menores danos ao solo (CONWAY, 1976).

Atualmente, nas maiores empresas produtoras de madeira do Brasil são utilizadas as mais modernas tecnologias para a colheita florestal. Porém, para dar continuidade ao emprego dessas altas tecnologias, ainda existem certas lacunas que necessitam ser preenchidas e alguns parâmetros que precisam de melhor balizamento, para que se concretize o desenvolvimento sustentável da área, principalmente quando se refere à colheita florestal em áreas acidentadas.

Nota-se, por conseqüência, que, para viabilizar a colheita florestal em áreas de declividade acentuada, torna-se necessária a busca de equipamentos que permitam o aumento da produtividade, o bem-estar dos trabalhadores, a redução dos custos operacionais, aumento na segurança de operação e a preservação do meio ambiente.

Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar ergonomicamente as toras dos cabos aéreos utilizados na colheita de *Pinus* spp., em sistema de árvores inteiras.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo

Esta pesquisa foi realizada utilizando máquinas pertencentes a uma empresa de base florestal, coordenadas UTM E de 669.848 e UTM N de 7.236.844, bem como nas coordenadas geográficas de Latitude

24° 58' 27" S e Longitude 49° 19' 02" W, cujos plantios estão localizados em áreas montanhosas, relevo fortemente ondulado, de difícil acesso, a uma altitude de, aproximadamente, 1000 metros.

O clima da região é subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, apresentando tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22°C), invernos com geadas pouco freqüentes (temperatura média inferior a 18°C), sem estação seca definida (CERRO AZUL, 2009).

### 2.3. Sistema de Colheita Utilizado

Este trabalho avaliou o sistema de árvores inteiras (*full-tree*) com operações semimecanizadas de corte (derrubada e desgalhamento/ traçamento posteriores) com motosserra (MACHADO et. al., 2008), bem como extração por meio de cabos aéreos e posterior traçamento e empilhamento mecanizados.

### 2.4. Equipes Operacionais

A empresa possui três equipes operacionais que realizam as atividades de colheita florestal somente em um turno diurno de trabalho:

- a) Equipe de logística: Define, prepara os eitos e instala os suportes intermediários e final, bem como dá assistência a 3 ou a 4 toras, sendo composta por um balizador, dois escaldadores e dois ajudantes, um deles operador de motosserra.
- b) Equipe de derrubada: Realiza o corte das árvores com motosserra, de baixo para cima, de modo que as primeiras árvores cortadas serão as últimas a serem içadas. É composta de quatro operadores de motosserra (1 para cada torre a ser atendida), que trabalham juntos ou em dois grupos de dois operadores, conforme a necessidade do momento.
- c) Equipe de extração: As árvores são derrubadas e nelas engatados os *chokers* ("estropo") por operários específicos ("engatadores"). Na sequência, ocorre o arraste das árvores por cabos aéreos até às proximidades das toras, onde são feitos o desgalhamento e destopamento das mesmas com motosserra. Após, um *skidder* com garra arrasta os troncos até o processador (*slasher*), que executa o traçamento e posterior empilhamento das toras diretamente nos veículos de transporte. Para a extração de árvores inteiras, a empresa dispõe de três diferentes modelos de torre de cabos aéreos e respectivas equipes técnicas.

## 2.5. Modelos de Cabos Aéreos Avaliados

Para a realização deste trabalho utilizaram-se três modelos de cabos aéreos, com cabo sem retorno, que apresentam as características técnica, de acordo com os alcances máximos daquelas torres e respectivas larguras médias dos eitos de arraste, pré-definidos pela empresa (Figura 1).

## 2.6. Variáveis Avaliadas nos Cabos Aéreos

Usou-se um método qualitativo embasado na avaliação feita, individualmente, por três operadores das três torres de cabos aéreos, que trabalham diariamente por um período de 8 horas na operação. Para isto, utilizou-se um questionário adaptado da metodologia proposta por Arbetsmiljoinstitutet et al. (1990), o qual foi aplicado a cada operador de torre, o que permitiu uma avaliação ergonômica qualitativa das torres de cabos aéreos. As seguintes variáveis foram avaliadas:

- Acesso à cabine de trabalho;
- Posição de trabalho do operador;
- Cabine do operador;
- Assento do operador;
- Controles e instrumentação;
- Climatização da cabine;
- Visibilidade da cabine em relação ao campo de trabalho;
- Exaustão de gases e poeira; e
- Vibração.

Em seqüência, cada uma dessas variáveis recebeu uma avaliação final naquele questionário, onde cada operador deu suas respostas conforme critérios qualitativos, contidos no referido questionário, que variaram de “muito bom”, “bom”, “médio”, “fraco” a “muito fraco”.

## 3. RESULTADOS

Foram avaliadas, em termos ergonômicos, os três diferentes modelos de torres de cabos aéreos. Na Tabela 1 é apresentado m resumo dos resultados obtidos na avaliação ergonômica dos mesmos.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Acesso à Cabine de Trabalho

Os cabos aéreos modelos K301 e K501 não possuem cabines originais de fábrica, existindo nestes modelos assentos adaptados pela empresa florestal para viabilizar o uso das torres na extração aérea de árvores inteiras, não atendendo aos padrões ergonômicos. Este fato, além, de proporcionar menor conforto ao operador, pode ocasionar riscos de segurança ao mesmo, devido a proximidade de seu posicionamento com a chegada dos fustes. Já o modelo K601 possui cabine, que permite ao operador subir e descer sem riscos de escorregar.

De acordo com as normas suecas, os degraus devem ser desenhados e posicionados para que não sejam atingidos e danificados durante a operação da máquina, bem como o ideal é que os degraus de acesso à máquina se retraiam, automaticamente, para uma posição segura



**Figura 1** – Modelos de cabos aéreos avaliados no estudo.  
**Figure 1** – Skyline models observed in this study.

**Tabela 1** – Resumo dos resultados obtidos na avaliação ergonômica dos três diferentes modelos de torre de cabos aéreos.  
**Table 1** – Summary of results obtained in the ergonomic evaluation of three different models of Skyline tower.

ITEM AVALIADO	MODELOS AVALIADOS		
	K 301	K 501	K601
<b>Acesso à cabine de trabalho</b>	Não possui cabine	Não possui cabine	Permite ao operador a subir e descer sem riscos
<b>Posição de trabalho do operador</b>	Não desenvolve trabalho com eficiência em termos ergonômicos.	Não desenvolve trabalho com eficiência em termos ergonômicos.	Atende às exigências estabelecidas em Normas Técnicas.
<b>Cabine do operador</b>	Não possui cabine.	Não possui cabine.	Jornada menos cansativa e maior rendimento de trabalho.
<b>Assento do operador</b>	Assento adaptado.	Assento adaptado.	Assento, em termos gerais, de acordo com as Normas Técnicas
<b>Controles e Instrumentação</b>	Não existem contoles e instrumentos adequados.	Não existem controles e instrumentos adequados.	Relação quase inversa, são adequados ao trabalho
<b>Clima na cabine</b>	Não há controle de clima.	Não há controle de clima.	Há controle de clima
<b>Visibilidade da cabine em relação ao campo de trabalho</b>	Não possui cabine.	Não possui cabine.	Atende aos critérios ergonômicos
<b>Exaustão de gases e poeira</b>	Operador à mercê de gases de exaustão, fuligens e poeira.	Operador à mercê de gases de exaustão, fuligens e poeira.	Operador trabalha em condições ergonômicas corretas.
<b>Vibração</b>	Operador sente vibração, quando a madeira é tracionada.	Operador sente vibração, quando a madeira é tracionada.	Operador não sente vibração, cabine possui amortecedores.

durante a movimentação, o que não é o caso das três torres analisadas (ARBETSMILJOINSTITUTED et. al., 1990).

Deste modo, interpreta-se que os dois modelos K301 e K501 não atendem, integralmente, aos padrões ergonômicos quanto ao quesito acesso à cabine de trabalho, enquanto o modelo K601 está mais próximo da conformidade com aqueles padrões.

Quanto ao posicionamento e às características das estradas de acesso ao posto de operação das torres, aqueles modelos estão bem posicionados. Porém, a empresa deve ter um cuidado constante com a manutenção da limpeza das vias de acesso ao posto de operação das torres, pois o posicionamento e as características das vias de acesso, muitas vezes, podem ser causa de acidentes (ROBIN, 1987).

#### 4.2. Posição de Trabalho do Operador

Os operadores das três torres pesquisadas não conseguem trabalhar sem ter que torcer, abaixar ou fazer outros movimentos difíceis de cabeça, tronco,

braços ou pernas. Para evitar fadiga, o operador deve ser capaz de sentar-se com conforto, adotando uma postura correta, principalmente com relação aos esforços musculares, bem como devem ser evitados torções, abaixamentos e outros movimentos desconfortáveis (ARBETSMILJOINSTITUTED et. al., 1990). Deste modo, interpreta-se que os operadores de todos os modelos não desenvolvem seus trabalhos com saúde e conforto.

#### 4.3. Cabine do Operador

Como apresentado no subitem 3.1., as torres de cabos aéreos dos modelos K301 e K501 não possuem cabines enquanto o modelo K601 a possui. O operador desse último modelo considera a cabine como sendo de tamanho confortável, havendo espaço para colocar pertences pessoais, sem partes salientes que lhe possam oferecer perigo, bem como a cabine é de fácil limpeza e livre de componentes hidráulicos. Fiedler (1995) e Brito et. al. (2005) afirmam que a cabine deve ter espaço suficiente para o operador desenvolver seu trabalho com saúde, segurança e comodidade.

Os operadores dos cabos aéreos, modelos K301 e K501, estarão expostos ao calor, frio, vento, chuva, portanto a uma jornada de trabalho mais cansativa e com um rendimento mais baixo. Por outro lado, o operador do modelo K601 terá uma jornada de trabalho menos cansativa e, provavelmente, com uma maior produtividade.

#### 4.4. Assento do Operador

O assento do operador no modelo K601 encontra-se, em termos gerais, de acordo com as Normas Técnicas Suecas (ARBETSMILJÖINSTITUTED et. al., 1990) quanto aos itens pesquisados. Por outro lado, os assentos existentes nos modelos K301 e K501, pelas suas características pesquisadas, não estão em conformidade com os padrões ergonômicos desejáveis.

#### 4.5. Controles e Instrumentação

Nas torres de cabos aéreos modelos K301 e K501 não existem controles e instrumentos adequados ergonomicamente, para que seus respectivos operadores consigam realizar o trabalho. No modelo K601 ocorre, com relação a este subitem, uma relação quase inversa, pois os controles e instrumentos são, de modo geral, adequados ao trabalho realizado pelo operador. Este, por sua vez, numa avaliação final, qualifica-os como bons.

Conforme Iida (1990), os controles e instrumentos devem ser de fácil identificação, com número de erros de acionamento reduzido, bem como haja um tempo médio requerido para acionamento, determinando influências no desempenho do operador e redução do tempo necessário para treinamento. Verdussen (1978) acrescenta, ainda, que a localização dos controles e instrumentos deve ser projetada de forma que sejam alcançados pelos braços do operador, dentro de seu raio normal de ação, sem que o operador necessite curvar o dorso ou deslocar o corpo, evitando-se, desta maneira, maior fadiga e maior tempo na execução das tarefas. Com relação aos controles e instrumentos movimentados pelas pernas do operador, eles podem ser de maior exigência de força, porém deve ser observada a posição ideal dos mesmos, a qual permita essa movimentação exata (VERDUSSEN, 1978; IIDA, 1990).

#### 4.6. Clima na Cabine

A este respeito, as normas suecas apresentam os valores referenciais a seguir: temperatura do ar ideal entre 18 e 22°C e máxima de 32°C; diferença ideal de

temperatura entre o nível da cabeça e pés do operador variando entre 0°C e 3°C e máximo de 5°C e velocidade ideal do ar, atingindo o operador, entre 0,1 m/s (6,0 m/min) a 0,3 m/s (18,0 m/min) e máximo de 0,5 m/s (30 m/min) a 1,0 m/s (60,0 m/min) em clima quente (ARBETSMILJÖINSTITUTED et. al., 1990).

Por outro lado, deve-se acrescentar que aqueles intervalos-limite propostos na literatura, não ocorrem na região de colheita florestal da referida empresa, ou seja, na maioria dos meses do ano, a temperatura média é inferior ao intervalo entre 20 e 24°C; a umidade relativa do ar situa-se acima da faixa entre 40 e 60%, bem como os ventos dominantes da região apresentam, em sua grande maioria, velocidades muito superiores àquelas previstas pela literatura e normalização técnica.

Consequentemente, infere-se que nos dois modelos de torre K301 e K501 não há controle algum das condições climáticas na cabine, mesmo porque as mesmas não existem nesses dois modelos, e seus operadores trabalham em condições climáticas inadequadas, o que não ocorre, de maneira geral, com o operador do modelo K601.

#### 4.7. Visibilidade da Cabine em Relação ao Campo de Trabalho

O modelo K601, único com cabine, atende majoritariamente aos critérios ergonômicos, mas seu operador afirma não ter uma visão para cima adequada, sendo necessário curvar-se para enxergar melhor, o que não é desejável em termos ergonômicos.

#### 4.8. Exaustão de Gases e Poeira

Arbetsmiljöstiftelsen et. al. (1990) afirmam que o posto de trabalho deve ser projetado de modo a manter os gases de exaustão, fuligem e poeira sem atingir o operador, bem como a detecção dessas situações poder ser feita sem o auxílio de aparelhos de medição.

Como os modelos K301 e K501 não têm cabine, seus operadores encontram-se totalmente à mercê dos gases de exaustão, fuligem e poeira, embora o operador do K301 afirme que o seu motor apresenta pouca exaustão de fumaça. Além disto, na época de seca, ocorre na região a formação de grande quantidade de poeira que, com a atuação do vento, torna o ambiente de trabalho nestes dois modelos hostil à saúde dos operadores.

Quanto ao modelo K601, sua cabine é livre de odores dos gases de exaustão e do cheiro de óleo. Isto porque a cabine do referido modelo é projetada de acordo com critérios ergonômicos (vedação, posicionamento do sistema de exaustão, entre outros). Por conseqüência, o operador do modelo K601 trabalha em condições ergonômicas corretas.

#### 4.9. Vibração

Os operadores dos modelos K301 e K501 sentem a vibração da máquina quando a madeira é puxada pelos cabos aéreos das torres. Portanto, as referidas máquinas não estão livres de vibração, podendo causar desconforto àqueles operadores. A empresa poderá diminuir as vibrações, realizando inspeções periódicas e, se necessário, fazer lubrificações e manutenções diversas. Ou ainda, deverá disponibilizar um assento mais confortável para cada um daqueles operadores. Além disto, no caso de vibrações por longo período (quando houver trabalho muito intenso em determinada época), deverão ser programadas pausas de trabalho, em cada torre, de maneira a evitar a exposição contínua de cada operador de torre, pausas essas também recomendadas para os demais companheiros de trabalho.

O modelo K601 é bem projetado em termos do isolamento da vibração, contando inclusive com amortecedores. Por isto, seu operador não sente a vibração da máquina, quando a madeira é arrastada pelos cabos aéreos. No entanto, para todos os trabalhadores deverá haver o mesmo procedimento descrito para os operadores das torres daqueles modelos anteriores e seus respectivos companheiros de trabalho, principalmente em épocas de operação mais intensa (pausas programadas de trabalho, entre outros procedimentos).

#### 5. CONCLUSÕES

Após realização deste estudo conclui-se que o único modelo avaliado, segundo o operador, que atende aos padrões ergonômicos é o K601. Este é o único modelo que possui cabine e permite ao operador subir e descer sem riscos de escorregar onde o operador trabalha em posição adequada, apresentando assento com projeto, construção e dimensões adequadas à tarefa e ao operador e controles e instrumentos adequados ao trabalho realizado pelo operador do modelo K601.

Entretanto, vale ressaltar que se trata de uma conclusão subjetiva, uma vez que esta é baseada na avaliação de uma única pessoa.

#### 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudos, e à empresa BERNECK S/A pelo apoio ao desenvolvimento do mesmo.

#### 7. REFERÊNCIAS

- ARBETSMILJÖINSTITUTED;  
FORSKINGSSTIFTELSEN SKORGSARBETEN; SLU  
SKOGSHOGSKOLAN **An ergonomic  
checklist for forestry machinery.**  
Oskarshamn, 1990. 43 p.
- BRITO, A.B. et al. Requisitos ergonômicos para o projeto de máquinas agrícolas e florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO FLORESTAL E AGRÍCOLA, 2, 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: SIF, 2005. p. 345-371.
- CERRO AZUL. **Características clima e solo.** Cerro Azul, PR: [s.c.]. Disponível em <<http://www.ferias.tur.br/informações/5955/cerro-azul-pr.html>>. Acesso: 23 ago. 2009.
- CONWAY, S. **Logging practices; principles of timber harvesting systems.** São Francisco: Miller Freeman, 1976. 416 p.
- FIEDLER, N. C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira.** 1995. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- FONTANA, G.; SEIXAS F. Avaliação ergonômica do posto de trabalho de modelos de “forwarder” e “skidder” . **Revista Árvore.** vol. 31. n.1, p. 71-81, 2007.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** São Paulo: Edgard Blücher, 1990. 465 p.
- LIRA FILHO, J. A.; SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C. Avaliação do impacto da exploração florestal no meio ambiente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 1, 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SIF, 1991. p. 94-112.

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

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

SOUZA, A. P.; MINETTE, L. J. ; SILVA, E. N. da. Ergonomia aplicada ao trabalho. In: MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 310-327.

VERDUSSEN, R. **Ergonomia**: a racionalização humanizada do trabalho. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. 161p.