



## **ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO APLICADO NO SETOR FLORESTAL**



**Eduardo da Silva Lopes<sup>1</sup>; Nilton César Fiedler<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>DEF/UNICENTRO, PR 153 km 07, 84500-000, Irati/PR, [eslopes@irati.unicentro.br](mailto:eslopes@irati.unicentro.br); <sup>2</sup>DEF/UFES*

### **1 INTRODUÇÃO**

O ser humano pode estar sujeito a diversas situações que podem causar problemas de saúde, fadiga e desconforto, levando a uma menor concentração, aumento do índice de acidentes, diminuição da eficiência, qualidade e produtividade do trabalho. Segundo Fiedler (1998), tais circunstâncias são muito comuns no setor florestal, onde a maioria dos trabalhadores executa o trabalho em campo aberto ou no interior de postos de trabalho sob condições ergonômicas inadequadas. Se o trabalho for executado por métodos manuais ou semimecanizados, normalmente os trabalhadores manuseiam cargas pesadas e exercem atividades que exigem esforços repetitivos e posturas inadequadas.

A preocupação com o bem-estar, a saúde e a segurança do ser humano no trabalho, seja este pesado ou leve, vem se acentuando no decorrer dos últimos anos, o que se justifica, visto que quando o trabalho representa apenas uma obrigação ou necessidade, a situação é desfavorável, tanto para o empregado quanto para o empregador (Grandjean, 1988).

A ergonomia é o conjunto de conhecimentos a respeito do desempenho do ser humano em atividade, a fim de aplicá-los à concepção das tarefas, dos instrumentos, das máquinas e dos sistemas de produção (Iida, 1990). Os estudos ergonômicos visam harmonizar o sistema, adaptando o trabalho ao ser humano, por meio da análise da tarefa, da postura e dos movimentos do trabalhador, assim como de suas exigências físicas e psicológicas, objetivando reduzir a fadiga e o estresse, proporcionando um local de trabalho confortável e seguro. Com isso, pode-se reduzir o cansaço mental e físico dos trabalhadores, e conseqüentemente, aumentar a eficiência e o rendimento das atividades.

Segundo Wisner (1994), a ergonomia pode contribuir para melhorar a satisfação e o bem-estar do trabalhador, propiciando melhor qualidade do trabalho, menores custos e danos à saúde e melhor qualidade de vida aos trabalhadores. A aplicação de princípios ergonômicos beneficia ambas as partes, ou seja, o empregado e o empregador. A ergonomia propicia ainda melhores condições de

trabalho e maior segurança, conservando a integridade física e mental. E como consequência, a empresa que adotar práticas ergonômicas usufruirá de um melhor rendimento nas operações e redução no número de trabalhadores afastados devido aos problemas de saúde provocados por condições inadequadas de trabalho.

Apesar do avanço na última década, a contribuição da ergonomia para melhoria das condições de trabalho no setor florestal ainda tem sido modesta, pois as pesquisas ainda são muito voltadas para os aspectos de otimização do trabalho, redução de custos, aumento da produtividade e rendimentos das máquinas e equipamentos.

Muitas empresas deixam de investir em segurança e saúde do trabalhador em função dos custos. No entanto, deixam de considerar que os acidentes levam as perdas econômicas diretas e indiretas extremamente altas e pode levar a empresa a perdas inclusive de negócios futuros incalculáveis. Segundo Caçador (1997), na Inglaterra estudos indicam que essas perdas podem chegar a valores superiores a 10% do lucro bruto de uma empresa em apenas uma ocorrência. Este mesmo autor cita que segundo estatísticas internacionais, o Brasil ocupa uma das piores posições no mundo neste aspecto.

## **2 SEGURANÇA NO TRABALHO**

A forma como são executadas as atividades do setor florestal são muito variadas, pois temos pequenas, médias e grandes empresas ou proprietários rurais que trabalham em áreas florestais plantadas ou nativas. Estas áreas podem ser localizadas em terrenos planos ou inclinadas e o trabalho pode ser realizado por meio de métodos manuais, semi-mecanizados ou mecanizados, cujas variações influenciam nas condições de segurança no trabalho e apresentam em algumas situações, elevados índices de acidentes.

A segurança do trabalho pode ser entendida como os conjuntos de medidas que são adotadas visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador.

### **2.1. Acidente de Trabalho**

Segundo a Sociedade Americana de Engenheiros Automotivos (ASAE) é considerado acidente quando se precisa de cuidados médicos, ocorre incapacidade permanente ou quando a vítima não pode voltar ao trabalho ou executar todas as atividades normais. No ranking dos acidentes com óbitos no mundo o trabalho agrícola e florestal ocupa o terceiro lugar, seguido da indústria mineral e da construção civil. Estas estatísticas mostram que o máximo de acidentes

ocorre entre os 15 e 19 anos que é a idade de início no trabalho, com treinamento baixo e alto grau de desprezo aos riscos. O mínimo de acidentes ocorre entre os 40 e 44 anos. Segundo as estatísticas mais de 50 % dos acidentes ocorrem com pessoas com menos de 20 anos ou mais de 60. Os acidentes aumentam os problemas de saúde dos trabalhadores, contribuindo para baixa produtividade, baixa motivação para o trabalho, baixo nível do trabalho e alto desgaste de equipamentos e máquinas e dos próprios trabalhadores.

#### **a) Conceito Legal**

Acidente do trabalho é aquele que ocorre pelo exercício do trabalho, a serviço da empresa provocando lesão corporal ou perturbação funcional e que cause a morte ou perda ou redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho.

#### **b) Conceito Técnico**

Toda ocorrência estranha ao andamento normal do trabalho e não programado.

#### **c) Conceito Prevencionista**

Toda a ocorrência, inesperada ou não, que interferir no andamento normal do trabalho e da qual resulte lesão no trabalhador e/ou perda de tempo e/ou danos materiais ou as três coisas simultaneamente.

### **2.2. Classificação dos Acidentes**

#### **a) Acidente Pessoal:**

É aquele sofrido pelo empregado no desempenho de suas tarefas habituais, no ambiente de trabalho ou fora deste quando estiver a serviço do empregador.

#### **b) Acidente de Trajeto:**

É aquele sofrido pelo empregado no percurso de sua residência para o local de trabalho ou vice-versa, desde que o trajeto seja considerado o habitual e o horário da ocorrência seja condizente com o início ou o término de suas atividades profissionais.

#### **c) Acidente Material:**

Envolve apenas máquinas, equipamentos, ferramentas, veículos, estruturas, produtos, etc, sem provocar lesões pessoais, causando, todavia, prejuízo à empresa.

**d) Acidente Material e Pessoal:**

Provoca danos às máquinas, equipamentos, ferramentas, etc, e que também resulta em lesões pessoais.

**e) Acidente Pessoal sem Lesão:**

Sofrido pelo empregado, mas que não resulta em lesões pessoais.

**f) Acidente Material Sem Danos:**

Envolve máquinas, ferramentas, veículos, produtos, etc, mas sem lhes causar danos.

### **2.3. Causas dos Acidentes**

O acidente no local de trabalho deve-se principalmente a duas causas:

**a) Ato Inadequado**

É o ato praticado pelo homem, em geral consciente do que está fazendo, que está contra as normas de segurança. Exemplos de atos inadequados: subir em telhado sem cinto de segurança contra quedas, ligar tomadas de aparelhos elétricos com as mãos molhadas e dirigir a altas velocidades, fazer brincadeiras impróprias.

**b) Condição Insegura**

É a condição do ambiente de trabalho que oferece perigo e ou risco ao trabalhador. São exemplos de condições inadequadas: instalação elétrica com fios desencapados, máquinas em estado precário de manutenção, andaime de obras de construção civil feitos com materiais inadequados.

## **3. ERGONOMIA E O SETOR FLORESTAL**

A ergonomia é conceituada de várias maneiras e sob o ponto de vista de diversos autores. Buschinelli et al. (1993) conceitua ergonomia como sendo o conjunto de conhecimentos que visa a melhor adaptação das situações de trabalho aos trabalhadores. Entendem-se como situação de trabalho as características do ambiente (qualidades físicas, químicas e biológicas), dos instrumentos (máquinas, ferramentas e fontes de informações), do espaço (localização, arranjo e dimensionamento dos postos de trabalho) e da organização do trabalho (divisão das tarefas para determinação do conteúdo e divisões dos trabalhadores para garantir a execução das tarefas).

Segundo Wisner (1994), a ergonomia é o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência. Sendo uma ciência multidisciplinar, a ergonomia baseia-se em seus estudos várias outras ciências como a psicologia, sociologia, anatomia, fisiologia, antropometria e biomecânica.

Uma definição muito utilizada é feita por Couto (1995), que conceitua a ergonomia como sendo um conjunto de ciências e tecnologias que procura a adaptação confortável e produtiva entre o ser humano e seu trabalho, basicamente procurando adaptar as condições de trabalho às características do ser humano. Por fim, Iida (1990) diz que os principais objetivos dos estudos da ergonomia são os conhecimentos das capacidades e dos limites de produção dos trabalhadores, bem como a recíproca adaptação entre o ser humano e o seu local de trabalho, levando-o a um melhor preparo, treinamento e especialização, adequando-o aos métodos, técnicas e sistemas de trabalho.

Os objetivos principais da ergonomia são o conhecimento das capacidades e dos limites de produção dos trabalhadores, bem como a recíproca adaptação entre o ser humano e o seu local de trabalho, levando-o a um melhor preparo e especialização, adequando-os aos métodos, às técnicas e aos sistemas de trabalho. Especificamente, os objetivos da ergonomia são a segurança, satisfação e bem-estar dos trabalhadores no seu relacionamento com os sistemas produtivos; melhoria e conservação da saúde dos trabalhadores; e concepção de máquinas, ferramentas e ambiente de trabalho adequado ao ser humano.

A contribuição ergonômica, de acordo com o momento em que ela ocorre, pode ser classificada em:

**a) Ergonomia de Concepção:** A contribuição ergonômica se faz durante a fase inicial de projeto do produto, da máquina ou ambiente. Esta é a melhor situação, pois as alternativas poderão ser amplamente examinadas.

**b) Ergonomia de Correção:** Aplicada em situações reais para resolver problemas que refletem na segurança e saúde do trabalhador ou quantidade e qualidade da produção. Em muitos casos, a solução adotada não é completamente satisfatória, devido ao custo elevado, como a substituição de máquinas. Já as melhorias de mudanças de posturas, colocação de dispositivos de segurança e aumento de iluminação podem ser feitas com facilidade.

**c) Ergonomia de Conscientização:** Aplicada através da conscientização dos operadores, por meio de treinamentos e reciclagens, ensinando-o a trabalhar de forma segura, reconhecendo os fatores do

ambiente de trabalho.

### **3.1. Avaliação dos Fatores Humanos e Condições de Trabalho**

A pesquisa a respeito dos fatores humanos e das condições de trabalho nas empresas florestais tem por objetivo aperfeiçoar os métodos e as técnicas operacionais, de modo a assegurar condições seguras, confortáveis e saudáveis no ambiente de trabalho. O conhecimento dessas condições e a busca constante de sua melhoria influenciam diretamente a satisfação do trabalhador, levando ao aumento da produtividade e qualidade do trabalho (Grandjean, 1982; Iida, 1990; Fiedler, 1998; Minette, 1996; Sant'Anna, 1998).

A mão-de-obra é um componente essencial para o trabalho florestal, notadamente nas atividades de elevada exigência física, como na implantação e manutenção florestal, que na grande maioria, são ainda realizadas de forma manual ou semimecanizada, com uso intensivo de mão-de-obra. Para caracterizar a mão-de-obra e as condições de trabalho, é preciso conhecer os fatores humanos relacionados aos trabalhadores, bem como as condições de trabalho, saúde, alimentação, treinamento e segurança dos funcionários.

Segundo Fiedler (1998), o estudo dos fatores humanos consiste em um levantamento do trabalhador na empresa, onde são analisados variáveis como, tempo na empresa, tempo na função, estado civil, número de filhos, idade, escolaridade, origem, etc. O conhecimento desses fatores é de fundamental importância para que a área de trabalho, o seu arranjo, as máquinas, equipamentos e ferramentas sejam bem adaptados às capacidades psicofisiológicas, antropométricas e biomecânicas do ser humano. Lopes (1993) diz que, para atingir um bom desempenho, deve-se procurar adaptar o trabalho às características do trabalhador, buscando reduzir a sobrecarga física, a fadiga, o absenteísmo, os erros, os acidentes de trabalho e propiciando maior conforto, satisfação no trabalho e bem-estar social.

As condições de trabalho na empresa são fatores que influenciam diretamente a produtividade do trabalhador e a manutenção do sistema ser humano/máquina em funcionamento. Segundo Iida (1990), é importante que a empresa tenha conhecimento das condições de trabalho, de suas conseqüências e da satisfação do trabalhador, a fim de estabelecer critérios de aquisição de mão-de-obra e equipamentos, proporcionar melhor relacionamento entre trabalhadores, administrar e estabelecer mudanças visando a implementação de técnicas de segurança.

### **3.2. Antropometria Aplicada**

A antropometria é a parte da antropologia física que estuda as dimensões do corpo humano. As medidas corporais são usadas para definir a localização dos componentes do posto de operação, de forma que os indivíduos de diferentes tamanhos tenham acesso e saída ao posto de trabalho, bem como consigam alcançar e acionar todos os comandos, com o mínimo esforço e de forma a manter uma postura corporal ereta. Quando sob o ponto de vista dimensional os meios de produção se adaptam adequadamente ao organismo, os erros, os acidentes, o desconforto e a fadiga diminuem sensivelmente. Os projetos desenvolvidos baseados em dados antropométricos dos usuários não somente estimulam o trabalhador pelo conforto na atividade que está sendo desenvolvida, como também melhoram o seu rendimento, diminuindo sua sobrecarga física. O conhecimento das variáveis antropométricas dos trabalhadores pode permitir adequar melhor os postos de trabalho e as ferramentas e equipamentos às dimensões das partes do corpo que irão acioná-las, além de uma melhor posição de uso de acordo com o alcance dos movimentos.

### **3.3. Carga de Trabalho Físico**

A necessidade de exercer força durante o trabalho florestal pode levar o surgimento de tensões mecânicas localizadas no organismo do trabalhador. Essa exigência incrementada de energia conduz à sobrecarga nos músculos, no coração e nos pulmões. O conhecimento das cargas de trabalho físico para Villa Verde (2004), observado sob o âmbito fisiológico é a expressão da intensidade da atividade laboral posta para o indivíduo e tem grande aplicação nas áreas de estudo de ergonomia e saúde do trabalhador.

A avaliação da carga de trabalho físico é considerada o primeiro problema tratado pela fisiologia do trabalho (Wisner, 1987). Nos estudos ergonômicos, medem-se os índices fisiológicos com o objetivo de determinar o limite de atividade física que um indivíduo pode exercer. Através dos índices fisiológicos é possível determinar a duração da jornada de trabalho, a duração e a frequência das pausas, conforme a capacidade física do trabalhador.

Rodahl citado por Anjos e Ferreira (2000) afirma que a carga de trabalho físico pode ser avaliada por meio de respostas metabólicas ou cardiovasculares dos indivíduos a uma atividade física, expressas por meio de valores absolutos como a frequência cardíaca ou por meio do dispêndio energético da atividade. Segundo Couto (1995), a frequência cardíaca é um bom indicador da carga de trabalho físico exigida em uma atividade, sendo expressa em batimentos por minuto (bpm) e realizados por meio da palpação das artérias ou usando medidores eletrônicos.

Segundo Apud (1997), com base na frequência cardíaca, pode-se ainda classificar a carga de

trabalho físico conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação da carga de trabalho físico por meio da frequência cardíaca.

Carga de trabalho físico	Frequência cardíaca (bpm)
Muito leve	< 75
Leve	75 – 100
Moderadamente pesada	100 – 125
Pesada	125 – 150
Pesadíssima	150 – 175
Extremamente pesada	> 175

O limite de carga máxima no trabalho pode ser calculado com base na frequência cardíaca do trabalho (FCT) ou na carga cardiovascular (CCV). A carga cardiovascular corresponde à percentagem da frequência cardíaca do trabalho em relação à frequência máxima utilizável. De acordo com Apud (1989), a carga cardiovascular do trabalhador para uma jornada de 8 horas não deve ultrapassar a 40% da frequência cardíaca do trabalho. O limite de aumento da frequência cardíaca durante o trabalho, aceitável para um “desempenho” contínuo é de 35 bpm para os homens e de 30 bpm para as mulheres, o que significa que o limite é atingido quando a frequência cardíaca do trabalho estiver 35 ou 30 bpm acima da frequência cardíaca média de repouso (FCR).

a) Carga Cardiovascular no Trabalho (CCV)

$$CCV = \frac{FCT - FCR}{FCM - FCR} \times 100$$

onde: CCV = Carga cardiovascular (%); FCT = Frequência cardíaca de trabalho; FCM = Frequência cardíaca máxima (220 – idade); e FCR = Frequência cardíaca de repouso.

Entretanto, quando a carga cardiovascular ultrapassar a 40% (acima da frequência cardíaca limite), deve-se reorganizar o trabalho, determinado o tempo de repouso necessário. Tais recomendações são necessárias para que os trabalhadores não corram os riscos de atuarem sob condições de sobrecarga física. Nesta reorganização devem ser propostas mudanças nos sistemas e métodos de trabalho, introdução de ferramentas auxiliares, máquinas e rodízios entre etapas de maior e menor exigência física. Caso esta reorganização não seja suficiente, deve-se diminuir o tempo de trabalho efetivo, com a introdução de pausas de recuperação corretamente distribuídas durante a jornada de trabalho, sendo indicadas pausas de curta duração e com maior frequência (Laville, 1977).



b) Frequência Cardíaca Limite (FCL)

A frequência cardíaca limite em bpm para a carga cardiovascular de 40% é obtida pela seguinte expressão:

$$FCL = 0,40 \times (FCM - FCR) + FCR$$

Quando a carga cardiovascular ultrapassa a 40% (acima da frequência cardíaca limite), para reorganizar o trabalho, é determinado o tempo de repouso (pausa) necessário.

c) Tempo de Repouso

$$Tr = \frac{Ht \times (FCT - FCL)}{FCT - FCR}$$

onde: Tr = Tempo de repouso (min.); Ht = Tempo de trabalho (min.).

### **3.4. Avaliação Biomecânica**

Na execução do trabalho florestal, o ser humano pode estar sujeito a diversas situações que podem causar problemas de saúde, fadiga e desconforto, levando a uma menor concentração, aumento do índice de acidentes, diminuição da eficiência, qualidade e produtividade no trabalho. Segundo Fiedler (1998), tais circunstâncias são muito comuns no trabalho florestal, onde os trabalhadores manuseiam cargas pesadas e exercem suas funções em atividades que exigem esforços repetitivos e posturas inadequadas.

Para estudar as interações entre o trabalho e o ser humano durante um dia normal de trabalho, a ergonomia usa os conceitos da física e da engenharia para descrever o movimento feito pelos vários segmentos do corpo e as forças envolvidas nestes segmentos. Estes estudos, conhecidos como biomecânica, tratam das interações sob o ponto de vista dos movimentos músculo-esqueléticos e analisa as condições de antropometria, postura, direção e magnitude das forças envolvidas, objetivando o conhecimento dos efeitos das atividades sobre o ser humano (Chaffin e Andeersson, 1990; Rodriguez, 1991).

Fiedler (1998) diz que a adoção de posturas incorretas no trabalho florestal e, ainda, o manuseio de cargas com pesos acima dos limites máximos permitidos, tanto esporádica quanto continuamente, provocam dores, deformam as articulações e causam artrites, além da possibilidade de incapacitar o trabalhador. Porém, observa-se que nem sempre os responsáveis pelo planejamento da produção nas empresas e os construtores de máquinas, equipamentos e ferramentas têm consciência ou mesmo conhecimento do que se passa com os trabalhadores, que são as maiores

vítimas de tais circunstâncias.

Por isso, a biomecânica estuda as interações entre o trabalho e o homem sob o ponto de vista dos movimentos músculo-esqueléticos e suas conseqüências, ou seja, analisa basicamente a questão das posturas corporais e a aplicação de forças (Iida, 1990). A análise biomecânica do ser humano é feita com o objetivo de minimizar ou mesmo eliminar os problemas causados pela má postura ou pela aplicação excessiva de forças, evitar desperdício energético, obter maior eficiência, determinar força máxima suportável, entre outros.

De acordo com Souza (1993), uma das formas de fazer a análise biomecânica do ser humano é a análise tridimensional. A técnica geralmente utilizada é a gravação em “videoteipe” do trabalhador exercendo uma atividade. Congelam-se os movimentos e medem-se os ângulos dos diversos segmentos corpóreos. Tendo-se os ângulos, as medidas, os pesos dos segmentos corpóreos e o valor da força aplicada, pode-se calcular o torque em cada articulação do corpo. A comparação deste torque com o torque máximo voluntário permite saber se o indivíduo consegue suportar a força na articulação considerada. O torque máximo voluntário é a tendência de giro máxima que o indivíduo consegue realizar com o grupamento muscular de uma dada articulação. O torque máximo voluntário pode ser determinado por meio de equações estabelecidas experimentalmente. É geralmente aceito que o indivíduo suporte com segurança 50% do torque máximo voluntário

Couto (1995) diz que várias situações determinam as diferentes exigências sobre o sistema muscular: a intensidade das forças exigidas, a duração exigida dos esforços, a precisão exigida, a necessidade de repetição das atividades e a amplitude das angulações articulares. As principais medidas que podem ser feitas para se quantificar as exigências sobre o sistema muscular são as medidas fisiológicas (que demonstram a influência do trabalho sobre o organismo humano) a pesagem das cargas manuseadas e as distâncias percorridas.

Campos (1996) relata que a posição parada e em pé é altamente fatigante porque exige muito trabalho estático da musculatura envolvida para manter essa posição, pois além da dificuldade de usar os próprios pés para o trabalho, freqüentemente necessita-se também do apoio das mãos e braços, ficando mais difícil manter uma postura de referência. Por outro lado, Iida (1995) mostra que nestas posições o coração encontra maior resistência para bombear o sangue para as extremidades do corpo.

### **3.4.1. Posturas Corporais Adotadas**

Para analisar as posturas adotadas no trabalho, existem diversos modelos que se diversificam para atender requisitos e restrições das situações funcionais, bem como tentar ampliar o conhecimento disponível sobre os efeitos dessas posturas sobre as estruturas do corpo humano.

Estes modelos registram a postura global e, ou, de segmentos corporais.

Atualmente, um dos modelos de registro e abordagem de posturas muito aceitas é o modelo Ovako de análises de postura no trabalho (Working Postures Analysing System - OWAS), desenvolvido pelo Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional. Segundo o modelo, cada segmento corporal tem um "menu" de posições possíveis e seu respectivo número de convenção. Cada postura a ser analisada é registrada pela escolha de uma das posições básicas ou adicionais para cada segmento. Além disso, devem ser fornecidas as informações sobre o movimento (dinâmico ou estático) e o peso manuseado ou esforço despendido (kg). Este modelo fornece informações claras sobre o nível de exigência biomecânica nas atividades em relação às diversas articulações, principalmente a coluna vertebral.

De acordo com OWAS (1990), baseado nos resultados, é possível fornecer medidas preventivas no sentido de evitar sobrecargas articulares, principalmente na coluna dos trabalhadores e, conseqüentemente, evitar a queda da produtividade e o aumento de acidentes no trabalho. A análise tem uma base mecânica, segundo a qual o corpo humano pode ser dividido em seis grandes alavancas, ou seja, antebraços, braços, tronco, coxas, pernas e pés. O ponto de giro dessas alavancas são as principais articulações do corpo, a saber: cotovelos, ombros, coxofemorais, joelhos e tornozelos. A postura é montada atribuindo-se pontuações de acordo com a maneira que cada um destes segmentos se encontra na adoção das posturas para a realização de determinada fase do ciclo de trabalho.

### **3.4.2. Determinação dos Limites de Pesos no Levantamento Manual de Cargas**

O levantamento manual de cargas pode ser feito em condições favoráveis e desfavoráveis. Segundo Dul e Weerdmeester (1995), as condições favoráveis ao levantamento são: 1) carga próxima ao corpo; 2) carga disposta, inicialmente, em uma bancada de 75 cm de altura; 3) deslocamento vertical de peso inferior a 25 cm; 4) possibilidade de segurar a carga com as duas mãos, por meio de alças ou furos onde se encaixam os dedos; 5) possibilidade do trabalhador escolher a postura para o levantamento; 6) não necessidade de torção do tronco; 7) frequência de levantamento inferior a 1 por minuto; 8) tempo de duração inferior a uma hora, permitindo pausas de recuperação equivalentes, pelo menos, a 120% da duração da tarefa de levantamento.

Para estes autores, nestas condições, o limite para o levantamento manual de pesos é 23 kg. Em operações executadas no setor florestal, dificilmente estas condições serão todas satisfeitas no campo, em função principalmente, do ambiente de trabalho e dos equipamentos e ferramentas utilizadas.

Para estimar a carga máxima permitida no levantamento em condições desfavoráveis, o Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional dos Estados Unidos (NIOSH) formulou uma equação que considera as distâncias horizontal e vertical entre a carga e o corpo, a rotação do tronco, o deslocamento vertical da carga, a frequência e duração do levantamento e a dificuldade de manuseio da carga (Waters et al., 1993). Cada um destes valores permite obter um índice que varia de 0 (condição mais desfavorável) a 1 (melhor condição), que será multiplicado pela carga máxima, ou seja, 23 kg. O valor obtido é o limite de peso recomendado para a situação de trabalho considerada.

O método NIOSH foi criado inicialmente nos Estados Unidos em 1980 com o propósito de determinar a carga máxima a ser manuseada e movimentada numa atividade laborativa. Este método foi revisado em 1992, em função de que o método estabelecido anteriormente, considerava apenas o levantamento em condições favoráveis. Esta nova metodologia foi desenvolvida para fornecer o limite recomendado de peso no levantamento dependendo das condições em que o trabalhador pega a carga e das características individuais da carga. Além disso, são levados em conta na obtenção destes limites, a distância horizontal e vertical da carga ao corpo, a rotação do corpo ou ângulo assimétrico, o deslocamento vertical da carga, a frequência de levantamentos e a dificuldade de manuseio da carga. Baseado nestes valores, a carga constante de 23 kg é multiplicada pelos coeficientes:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

Para identificar situações nas quais a equação é super ou subestimada, dependendo do grau de estresse físico associado à atividade de levantamento ou abaixamento executada, WATERS et alii (1994) apresentam os seguintes aspectos: uso de uma única mão; jornada de trabalho superior a 8 horas diárias; parte do tempo executando trabalho sentado ou ajoelhado; local de trabalho (posto) com espaço restrito; objetos instáveis; parte do tempo usado para arrastar, empurrar ou puxar objetos; uso de carrinho de rodas ou pás durante o trabalho; alta velocidade de movimento (acima de 75,6 m/s ou 21 km/h); base (piso) com coeficiente de atrito muito baixa (< 0,4) entre o calçado e o piso; e condições climáticas inadequadas (a temperatura ideal varia entre 19 e 26°C e a umidade relativa entre 35 e 50%).

### **3.5. Fatores Físicos do Ambiente de Trabalho**

Em análises ergonômicas também se considera o meio físico no qual se efetua um trabalho. O ruído, as vibrações, o calor, o frio, a altitude, os produtos tóxicos etc., quando excedem certos

limites podem provocar doenças ou alterar o bem-estar (Apud, 1997).

Segundo Fiedler (1998), os trabalhadores que atuam na área florestal, normalmente executam o trabalho em campo aberto com condições ergonômicas inapropriadas, além de estarem submetidos a elevados níveis de ruídos, vibrações, condições climáticas inadequadas, luminosidade impróprias e expostos aos gases de exaustão, fuligens e poeiras.

### **3.5.1. Condições Climáticas**

As condições climáticas têm grande efeito sobre o desempenho do trabalhador. Quando o clima é desfavorável, ocorrem indisposição e fadiga, diminuindo a eficiência e aumentando os acidentes. A análise do clima é importante verificar se a situação se enquadra como um problema de conforto ou de sobrecarga térmica. No Brasil, a zona de conforto térmica é delimitada pelas temperaturas entre 20 e 24 °C, com umidade relativa de 40 a 60% e velocidade do ar de 0,7 m/s. As diferenças de temperaturas no ambiente não devem ser superiores a 4°C, sendo que acima de 30°C aumenta-se os riscos à saúde do trabalhador.

#### **Sobrecarga Térmica**

“Situação em que o organismo humano ganha determinada quantidade de calor em virtude do metabolismo ou de condições ambientais desfavoráveis e tem de utilizar a evaporação para perder este calor”.

#### **Limites de Tolerância**

A avaliação da exposição a temperaturas excessivas é de grande importância para que se possa garantir o conforto térmico do trabalhador. Existem vários índices para avaliação da exposição ao calor, dentre os quais se destacam o Índice Temperatura Efetiva Corrigida, IST, Índice Termômetro de Globo Úmido (TGU), Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG). No entanto, a Norma Regulamentadora NR 15, Anexo 3 prescreve o uso do Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG) para avaliação da exposição ao calor.

O IBUTG (Figura 1) funciona como um indicador que mede os principais fatores causadores da sobrecarga térmica (alta temperatura + metabolismo + calor radiante + alta umidade relativa do ar) e também os principais fatores atenuadores da mesma (ventilação do ambiente + baixa umidade relativa do ar + baixa temperatura) e fornece uma escala de tempo de trabalho e de tempo de repouso para aquela situação (Couto, 1995).

O Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo são definidos pelas seguintes equações:

a) Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg}$$

b) Ambientes externos com carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,1 \text{ tbs} + 0,2 \text{ tg}$$

Onde: tbn = Temperatura de bulbo úmido natural; tg = Temperatura de globo; e Tbs = Temperatura de bulbo seco



Fonte (Fiedler, 2007)

Figura 1 – Termômetro digital de IBUTG.

A partir dos resultados encontrados, utiliza-se da Tabela 2 adotada pela Legislação Brasileira de Atividades e Operações Insalubres (NR 15, anexo 3, Portaria nº 3.214) do Ministério do Trabalho e Emprego (Tabela 2).

Tabela 2 – Limites de tolerância para exposição ao calor com base no IBUTG obtido.

Consumo energético da atividade (kcal/h)	Limites de temperatura em °C para regime de trabalho de 1 hora				Situação em que é proibido trabalhar
	1 hora de trabalho	45 min. de trabalho e 15 min. de descanso	30 min. de trabalho e 30 min. de descanso	15 min. de trabalho e 45 min. de descanso	
Trabalho leve Até 150	até 30,0	30,1 – 30,6	30,7 – 31,4	31,5 – 32,2	Acima de 32,2
Trabalho moderado 150 – 300	até 26,7	26,8 – 28,0	28,1 – 29,4	29,5 – 31,1	Acima de 31,1
Trabalho pesado acima de 300	até 25,0	25,1 – 25,9	26,0 – 27,9	28,0 – 30,0	Acima de 30,0

## **Recomendações Ergonômicas**

As principais medidas ergonômicas são: uso vestuário adequado e confortável (algodão); uso de Equipamentos de Proteção Individual apropriado e confortável para a região; interposição de barreiras de alumínio entre a fonte de calor (motor máquina) e o trabalhador; ambiente de trabalho aclimatizado; redução do dispêndio energético da atividade; adoção de regime de aclimatização do trabalhador; estabelecimento de horários de trabalho segundo as horas dia; e regime de trabalho/pausas segundo os valores de IBUTG.

### **3.5.2. Iluminação**

Uma iluminação adequada no ambiente de trabalho é essencial para evitar problemas como a fadiga visual, incidência de erros, queda no rendimento e acidentes. O grau de iluminação é muito importante na apreensão do que se vê. Dessa forma, uma luz apropriada é necessidade primordial em qualquer local de trabalho. Não basta a intensidade adequada de luz, é necessário também que exista um contraste luminoso bem ajustado, com ausência completa de qualquer brilho que ofusque.

O tempo necessário para percepção do estímulo é influenciado pela luz e pelas características do objeto, ou seja, quanto melhor a luz, mais curto será o tempo necessário para uma visibilidade exata. Existem dois fatores importantes na iluminação: luz suficiente no posto de trabalho e eliminação completa de qualquer brilho que provoque ofuscamento.

### **Situações Desconfortáveis de Iluminação**

O trabalhador está sujeito a diversas situações desconfortáveis com relação à luminosidade no ambiente de trabalho. O trabalho realizado durante o dia pode estar sujeito a reflexos incômodos oriundos dos maquinários, além da luz solar excessiva. Quando o trabalho é realizado no período noturno, com luz artificial, além dos problemas de ofuscamento, a luz pode ter uma distribuição inadequada ou deficiente.

### **Medição da Iluminação**

A luminosidade no ambiente de trabalho deve ser medida com uso do instrumento denominado luxímetro (Figura 2), devendo ser realizada no campo visual onde se realiza a tarefa ou a 0,75 do nível do piso.



Fonte (Lopes, 2008)

Figura 2 – Luxímetro digital portátil.

### **Medidas Ergonômicas Recomendadas**

As principais medidas ergonômicas são dotar máquinas e ambiente de trabalho com iluminação adequada, sem reflexos e de forma bem distribuída; construir superfícies com materiais com características para proteger o trabalhador de reflexos e excesso de luz solar; proteção do trabalhador com óculos (EPI's); adoção de métodos adequados de trabalho, não expondo a visão do trabalhador na direção dos raios solares; organização do trabalho na forma a diminuir o tempo de exposição direta ao excesso da iluminação (luz solar); uso de cores que provocam menos reflexos; e organização do trabalho.

### **3.5.3. Ruído**

O ruído é definido como sendo um som ou complexo de sons que causam sensação de desconforto auditivo, afetando física e psicologicamente o ser humano e, dependendo dos níveis, causam neuroses e lesões auditivas irreversíveis. Os problemas auditivos causados pelo ruído são determinados pelo nível de pressão sonora, frequência e tempo de exposição.

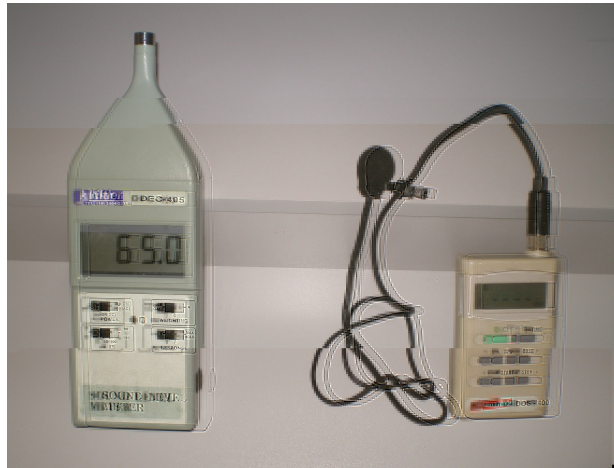
### **Problemas Causados**

O risco de problemas auditivos causados pelo ruído é determinado pelo nível de som, pela frequência e pelo tempo de exposição.



## **Medição**

É medido em escala logarítmica, em uma unidade chamado decibel dB(A). O nível de ruído é avaliado com o uso de decibelímetro e dosímetro. O decibelímetro (Figura 3) mede o ruído instantâneo da atividade, enquanto o dosímetro avalia a dose média de ruído recebida pelo trabalhador na jornada de trabalho.



Fonte (Lopes, 2008)

Figura 3 – Decibelímetro e dosímetro digitais portáteis.

## **Limites de Tolerância**

Pela legislação brasileira de atividades e operações insalubres, o nível máximo de ruído para uma exposição de oito horas diárias é igual a 85 dBA. Para cada aumento de 5 dBA no nível de ruído acima deste limite, o tempo de exposição deve ser reduzido pela metade (Tabela 2).

## **Medidas Ergonômicas**

Para se ter os níveis de ruído dentro dos limites aceitáveis, o ideal é atuar no projeto de máquinas e equipamentos menos ruidosos. Isto é conseguido com a utilização de peças que provocam menos ruídos, fazendo o confinamento das partes ruidosas, reduzindo as vibrações, providenciando isolantes acústicos ou substituindo partes mecânicas por eletrônicas. Pode-se ainda fazer uma reorganização ergonômica do trabalho, de forma a diminuir o tempo de exposição do trabalhador ao ruído. A utilização de protetores auriculares é uma medida curativa que nem sempre se adequa às condições climáticas e antropométricas dos trabalhadores.

Tabela 2 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.

Nível de Ruído dB (A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e trinta minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

#### **3.5.4. Vibração**

As vibrações consistem de uma mistura complexa de diversas ondas com frequências e direções diferentes e são transmitidas por intermédio das partes do corpo que entram em contato mais direto com a fonte, geralmente as nádegas, as mãos, os braços e os pés. A vibração é influenciada pela frequência (Hz), nível ( $m/s^2$ ) e pela duração (tempo).

A atuação para diminuição dos níveis de vibração deve ser feita no projeto das máquinas e equipamentos. Existem certos tipos de mecanismos que são mais favoráveis, como por exemplo, o uso de movimentos de rotação ao invés de translação e uso de transmissões hidráulicas e pneumáticas em substituição a engrenagens. Máquinas pesadas com uma grande massa também vibram menos.

A Figura 4 mostra um medidor de vibração digital portátil utilizado nas medições de vibrações causadas por máquinas e equipamentos.



Fonte (Fiedler, 2007)

Figura 4 – Medidor de vibração digital portátil.

Para manter os níveis dentro de limites toleráveis, ou mesmo quando no projeto não se conseguem níveis abaixo do recomendado, a diminuição das vibrações pode ser conseguida segundo Mirshawka (1977) por meio de lubrificações e manutenções periódicas das máquinas e equipamentos. Um assento confortável também minimiza o problema. Se mesmo assim não se conseguir níveis aceitáveis, o trabalhador deve ser protegido com luvas e botas e se o efeito for por longo período, devem ser programadas pausas para evitar a exposição contínua do trabalhador, dependendo da duração, da frequência, das características das vibrações e das demais condições de trabalho. As normas ISO 2631, ISO 2372 e ISO 10816 para vibração do corpo humano estabelecem os limites de tempo de exposição para critérios de fadiga, desempenho e desconforto do trabalhador.

### **3.5.5. Gases, Poeiras e Fuligens**

O trabalho em ambientes onde o operador esteja inalando gases tóxicos provenientes da queima do combustível e poeiras advindas do solo provoca o ressecamento das vias respiratórias e, com a continuidade, pode provocar o aparecimento de doenças nas suas vias respiratórias. Em pesquisa realizada com operadores de motosserra, constatou que 50 % deles tinham problemas provenientes dos gases de exaustão, dificultando a visão, deixando os olhos irritados, ardendo, avermelhados e inflamados. Este gás quente era inalado frequentemente, atuando no sistema respiratório, ressecando suas vias respiratórias, garganta e nariz. O gás inalado chegando ao aparelho digestivo pode causar náuseas, cólicas e até vômitos; este mesmo gás pode levar à queda de pressão arterial e tonteados, quando em contato com o aparelho circulatório.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise das condições de segurança e a avaliação ergonômica do trabalho no setor florestal proporcionam, caso haja a necessidade, uma reorganização ergonômica do trabalho na empresa. Nesta avaliação, pode-se propor mudanças nos sistemas e métodos de trabalho, introdução de novas técnicas de trabalho e treinamento mudando a forma de execução das tarefas (adoção de posturas menos danosas), diminuição do dispêndio energético e da carga de trabalho físico, menor exigência dos músculos e articulações e manuseio de cargas dentro dos limites recomendados.

É muito comum no setor florestal observar trabalhadores executando o trabalho em campo aberto ou no interior de postos de trabalho sob condições ergonômicas inadequadas, por meio de métodos manuais ou semimecanizados, manuseando cargas pesadas e exercendo atividades que exigem esforços repetitivos e posturas inadequadas.

O ideal é executar a segurança e ergonomia de forma preventiva, atuando no projeto de máquinas e equipamentos, com acesso, assento, controles e instrumentos, condições climáticas, níveis de ruído, iluminação, vibração e visibilidade dentro de limites que possam assegurar um trabalho confortável e com maior segurança, menor índice de acidentes, proporcionando maior satisfação e levando ao aumento nos níveis de qualidade e produtividade no trabalho.

#### **5. BIBLIOGRAFIA**

ANJOS, L. A. e FERREIRA, J. A. **A avaliação da carga fisiológica de trabalho na legislação brasileira deve ser revista! O caso da coleta de lixo domiciliar no Rio de Janeiro.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2000.

APUD, E. **Guide-lines on ergonomics study in forestry.** Genebra: ILO, 1989. 241 p.

APUD, E. **Temas de ergonomia aplicados al aumento de la productividad de la mano de obra en cosecha forestal.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3. Vitória, 1997. Anais... Vitória, SIF/DEF, 1997. p 46-60.

BUSCHINELLI, J.T.; ROCHA, L.E.; RIGOTTO, R.M. **Isto é trabalho de gente? Vida, doença e trabalho no Brasil.** São Paulo, Vozes, 1993. 672p.

CAÇADOR, S.S. Segurança e saúde no trabalho das indústrias madeireiras de Lavras – MG. Lavras, UFLA, 1997. Monografia, UFLA. 39 p.

CAMPOS, A. M. **A abordagem ergonômica como proposta para melhoria do trabalho e produtividade em serviços de alimentação.** Florianópolis, 1996. Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção - Área de concentração: Ergonomia, UFSC, 1996.

CHAFFIN, D.B.; ANDERSSON, G.B.J. **Occupational biomechanics.** 2nd ed. New York, John Wilwy & Sons, Inc. 1990. 518 p.

COUTO, H. A. Ergonomia aplicada ao trabalho - o manual técnico da máquina humana Vol 1. Belo Horizonte, Ergo Editora, 1995. 350 p.

DUL, J. WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. (Traduzido por Itiro Iida) São Paulo, Edgard Blucher, 1995. 147 p.

FIEDLER, N. C. **Análise de Posturas e esforços despendidos em operação de colheita florestal no litoral do estado da Bahia**. Viçosa, MG: UFV, 1998, 103 p., Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo, Edgard Blucher, 2005. 630 p.

GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man**. London: Taylor & Francis, 1988. 363 p.

LAVILLE, A. **Ergonomia**. São Paulo: EDUSP, 1977. 101 p.

OWAS. **Manual Ovako Working Analysing System**. Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health, 1990. Disponível em: <<http://turva.me.tut.fi/owas>>.

LOPES, E. S. **Diagnóstico do treinamento de operadores de máquinas na colheita florestal**. 1993. 128p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

MINETTE, L. J. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. Viçosa, UFV, 1996. 211p. (Tese D.S.).

MIRSHAWKA, R.M. **Manutenção preditiva; caminho para zero defeitos**. São Paulo, Edgard Blucher, 1977. 635 p.

SANT'ANNA, C. M. **Análise de fatores ergonômicos no corte de eucalipto com motosserra em região montanhosa**. Curitiba: UFPR, 1998. 163 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SOUZA, A.P. **O uso de técnicas ergonômicas nas atividades de colheita de madeira**. In: 1º CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 7º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 2, Curitiba, 1993. Anais... Curitiba, SBS, SBEF, 1993. p.343-346.

WATERS, T. R.; ANDERSON, V. P.; GARG, A.; LAWRENCE, J. F. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. **In: Ergonomics**, 1993. Vol. 36, nº 7. p. 749-776.

WATERS, T. R., ANDERSON, V. P., GARG, A. **Applications manual for the revised NIOSH lifting equation**. Cincinnati: U. S. Department of Health Human Services, 1994. 119 p.

VILLA VERDE, R. & CRUZ, R. M. **Avaliação da Frequência Cardíaca como Indicador Biológico na Prevenção dos Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho**. Belo Horizonte. 2004. Rev. Bras. Med. Trab., Vol. 2, Nº 1, 2004.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho**. São Paulo: FTD. 1987.

WISNER, Alain. **A Inteligência no Trabalho: textos selecionados de ergonomia**. São Paulo: EDUSP, 1994.