

**AVALIAÇÕES BIOMECÂNICAS,  
ERGONÔMICAS E FISIOLÓGICAS EM  
OPERADORES DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

**MARCO ANTÔNIO GOMES BARBOSA**

**2008**

**MARCO ANTÔNIO GOMES BARBOSA**

**AVALIAÇÕES BIOMECÂNICAS,  
ERGONÔMICAS E FISIOLÓGICAS EM  
OPERADORES DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Máquinas e Automação Agrícola.

**Orientador**

**Prof. Dr. Jackson Antônio Barbosa**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008**

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos  
Técnicos da

Biblioteca Central da UFLA

Barbosa, Marco Antônio Gomes.

Avaliações biomecânicas, ergonômicas e fisiológicas e  
operadores de máquinas agrícolas / Marco Antônio Gomes Barbosa. –  
Lavras : UFLA, 2008.

93 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Jackson Antônio Barbosa.

Bibliografia.

1. Saúde do trabalhador agrícola. 2. Tratores agrícolas. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 620.82

**MARCO ANTÔNIO GOMES BARBOSA**

**AVALIAÇÕES BIOMECÂNICAS,  
ERGONÔMICAS E FISIOLÓGICAS EM  
OPERADORES DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Máquinas e Automação Agrícola.

Aprovada em 28 de abril de 2008

Prof. Dr. Carlos Eduardo Silva Volpato

Prof. Dr. Giovanni Francisco Rabelo

Prof. Dr. José Reinaldo Moreira da Silva

Prof. Dr. Jackson Antônio Barbosa  
UFLA  
(orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008**

Os tempos atuais, mais do que nunca, obrigam-nos a ser permanente: na competitividade no trabalho, na necessidade de treinamento, na perigosa fascinação de paraísos artificiais. Todos nós participamos de uma corrida sempre ascendente, a enfrentar desafios.

E, de repente, nossas forças falham. Renunciar, abandonar tudo e se conformar.

A tentação nos seduz como um abismo. Nesse momento, uma voz nos diz: “não se renda”. Aconteça o que acontecer, sem importarem quantas vezes fracássemos, sempre existe uma nova oportunidade. O único slogan válido é não se render nunca.

**Autor desconhecido**

A minha esposa, Kelly e  
minhas filhas, Bárbara e Camila,  
pelo amor, carinho e apoio constantes  
que me dedicaram nestes momentos  
de caminhada na minha vida profissional e familiar,

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Sou grato, primeiro, à vida, pelo fato de poder desfrutar deste momento de agradecer às pessoas que estiveram comigo nesta caminhada e que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta obra que se tornou sonho e agora é realidade.

Ao professor Carlos Eduardo Silva Volpato, em especial, meu co-orientador e companheiro, por acreditar em mim e me incentivar com ações e palavras motivadoras nas horas em que eu realmente necessitei.

Ao professor Jackson Antônio Barbosa, orientador e companheiro, por acreditar em mim, pela confiança, disponibilidade e empenho permanentes em tornar o sonho do mestrado possível.

Um agradecimento com muita alegria aos professores Giovanni Francisco Rabelo, Nilton Nagib Jorge Chalfun e à professora Maria das Graças C.M. e Silva, pelas palavras constantes de incentivo.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, que tornaram concreto, todos os dias, o ideal da universidade pública, gratuita e de qualidade.

A todos que compartilharam comigo os momentos desta etapa de (re)conhecimento e (re)construção de ideologias e saberes enriquecedores que o mestrado me tem permitido.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT .....	ii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 Saúde do trabalhador .....	5
2.1.1 Contexto histórico da condição de vida do trabalhador.....	5
2.1.2 Qualidade de vida .....	7
2.1.3 Saúde e o trabalho.....	8
2.1.4 Saúde e trabalho em máquinas agrícolas .....	10
2.1.5 Legislação e a saúde do trabalhador .....	11
2.2 Ergonomia .....	13
2.2.1 Efeitos da mecanização do trabalho.....	18
2.2.2 Características ergonômicas dos tratores agrícolas.....	19
2.2.3 Posto de trabalho.....	21
2.2.4 Nível de pressão sonora .....	22
2.2.5 Considerações ergonômicas e/ou biomecânicas no trabalho de operadores de máquinas agrícolas. ....	26
2.2.6 Antropometria.....	31
2.2.6.1 Dimensões do posto de trabalho .....	35
2.2.6.2 Antropometria e dimensões de máquinas agrícolas.....	35
2.3 Fisiologia .....	36
2.3.1 Condição cardiovascular.....	36
2.3.2 Flexibilidade .....	38
2.3.3 Cineantropometria .....	39
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	43
3.1 Caracterização do local de estudo.....	43
3.2 População e Amostra .....	43
3.3 Métodos e técnicas utilizados para a coleta de dados .....	43
3.4 Descrição das técnicas .....	45
3.4.1 Pressão arterial (PA) .....	45
3.4.2 Teste de corrida de 2.400 metros .....	47
3.4.3 Estatura, massa e índice de massa corporal .....	49
3.4.4 Razão cintura-quadril.....	52
3.4.5 Percentual de gordura – técnica de Faulkener .....	54
3.4.6 Flexibilidade .....	56
3.4.7 Preensão manual .....	58
3.4.8 Força dos membros inferiores.....	60
3.4.9 Avaliação do ruído.....	61
3.4.10 Medidas das máquinas .....	63
3.4.11 Medidas antropométricas dos operadores.....	64

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4.1 Avaliações fisiológicas .....	66
4.1.1 Idade, altura, massa, IMC e RCQ .....	66
4.1.2 Aptidão física.....	68
4.1.3 Pressão arterial.....	70
4.2 Biomecânica .....	71
4.2.1 Força dos membros superiores (FMS) .....	71
4.2.2 Força dos membros inferiores (FMI).....	72
4.2.3 Flexibilidade .....	73
4.3 Ergonomia.....	74
4.3.1 Relação máquina-operador .....	74
4.3.1.1 Distância do assento ao pedal .....	75
4.3.1.2 Distância do assento à plataforma.....	77
4.3.1.3 Base do assento.....	79
4.3.1.4 Distância do encosto do assento ao volante .....	80
4.3.2 Pressão Sonora.....	82
5 CONCLUSÕES .....	84
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

## RESUMO

BARBOSA, Marco Antônio Gomes. **Avaliações biomecânicas, ergonômicas e fisiológicas em operadores de máquinas agrícolas**. 2008. 93 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

O trabalho agrícola é considerado um dos mais desgastantes, visto que exige esforços elevados. A operação de máquinas agrícolas requer do trabalhador longas horas na mesma posição, executando movimentos repetitivos. Este fato leva à fadiga, comprometendo a saúde do operador. O trabalho do operador de máquinas agrícolas é realizado na cabine, a qual, muitas vezes, apresenta problemas ergonômicos que, em conjunto com as condições físicas inapropriadas do operador, acabam por comprometer sua saúde e ainda mais a eficiência do trabalho. Neste contexto, este trabalho foi realizado com o objetivo de realizar o diagnóstico biomecânico, ergonômico e fisiológico de operadores de máquinas agrícolas da Universidade Federal de Lavras e também avaliar se as máquinas utilizadas por eles apresentam as características ergonômicas adequadas. Para cada operador foram coletados os dados referentes à pressão arterial,  $VO_{2máx}$ , índice de massa corporal (IMC), razão cintura/quadril (RCQ), estatura, massa, percentual de gordura e medidas antropométricas básicas. Foram feitos testes de flexibilidade, de preensão manual e o teste de impulsão horizontal. Nos tratores foram coletadas as medidas de distância do assento ao volante, do assento ao pedal, do assento à plataforma e da base do assento. Obtiveram-se também os níveis de ruído emitido pelas máquinas. Do ponto de vista fisiológico, os operadores apresentaram, de modo geral, bons resultados quanto ao IMC, ao percentual de gordura e à pressão arterial. No entanto, todos apresentaram baixa capacidade física. Foi observada também forte correlação entre o IMC e a RCQ. Com relação à biomecânica, os operadores apresentaram resultados muito fracos para a força de membros inferiores e superiores. Quanto à flexibilidade, verificou-se um resultado regular, considerando a atividade realizada pelos trabalhadores. Ergonomicamente, os tratores apresentaram valores aceitáveis para os padrões antropométricos dos operadores. Com exceção para a distância do assento até a plataforma, a qual necessita de correções. O nível de pressão sonora das máquinas ficou acima do recomendado para trabalho sem abafador de ruído, visto que o tempo de exposição permitido para todas as máquinas é inferior à carga horária de trabalho diário. Palavras-chave: saúde do trabalhador agrícola, tratores agrícolas.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Jackson Antônio Barbosa – (Orientador); Carlos Eduardo Silva Volpato – (co-Orientador).

## ABSTRACT

BARBOSA, Marco Antônio Gomes. **Diagnosis biomecânico, ergonômico and physiologic preliminary of operators of agricultural machinery**. 2008. 93 p. Dissertation (Master in Agricultural Engineering) – Federal University of Lavras, Lavras.<sup>2</sup>

The agricultural work is considered one of the most stressful, since it demands elevated efforts. The operation of agricultural machinery formulates a petition of the worker long hours in the same position, executing repetitive movements. This fact leads to the fatigue, compromising the health of the operator. The work of the operator of agricultural machinery is carried out in the cabin, being that this one very often presents problems ergonômicos, what, together with the physical conditions inapropriadas of the operator, compromise again still more the efficiency of the work and his health. In this context the objective of the work carried out the diagnosis biomecânico, ergonômico and physiologic preliminary of operators of agricultural machinery of the Federal University of Plowing, and also he valued if the machines used by them present the characteristics ergonômicas appropriate. For each operator there were collected the data referring to the blood pressure, the VO<sub>2</sub>máx, the rate of physical mass (IMC), the reason waist / hip (RCQ), the stature, the mass, the percentage of fat and the measures antropométricas basic. There were done tests of flexibility, of manual prehension and the test of horizontal impulse. In the tractors there were collected the measures of distance of the seat driving, of the seat to the pedal, from the seat to the platform and of the base of the seat. From the physiologic point of view, the operators presented, on the whole, good results as for the IMC, percentage of fat and blood pressure. However they all presented low physical capacity. Strong correlation was observed also one between the IMC and the RCQ. Regarding the biomechanics the operators presented very weak results for the strength of inferior and superior members. As for the flexibility a regular result happened, considering to activity carried out by the workers. Ergonomicamente, the tractors presented acceptable values for the standards antropométricos of the operators, to the exception for the distance of the seat up to the platform, which needs corrections. The level of noise of the machines was left above the recommended one for work without the equipment of individual protection (EPI). Being so, his use becomes compulsory, since the time of exhibition allowed for all the machines is inferior to the workload of daily work.

key words: health of the worker, agricultural tractors.

---

<sup>2</sup> Guidance Committee: Jackson Antônio Barbosa – (Adviser); Carlos Eduardo Silva Volpato – (co-Adviser).

## 1 INTRODUÇÃO

No desempenho de suas funções, os trabalhadores realizam um conjunto de atividades que exigem elevados esforços, que compõem as ações diárias de sobrevivência do meio agrícola. Atividades como longas horas de trabalho na posição assentada, realizando movimentos repetitivos em máquinas não adequadas ao uso humano, acompanham os trabalhadores desde a infância até a velhice. Com isso, há o risco de fadiga e o desconforto físico do trabalho aumentar, comprometendo sua saúde biológico-fisiológica.

As cargas de trabalho podem ser físicas, mentais ou cognitivas e psíquicas. A carga física é decorrente da interação do corpo do trabalhador com sua atividade e seu ambiente de trabalho, em que se pode citar como exemplo o esforço físico, as posturas viciosas e os efeitos do ruído, da temperatura e da umidade. A carga mental ou cognitiva é decorrente dos processos cognitivos desenvolvidos na atividade, envolvendo a tomada de decisão, a percepção de informações, o nível de concentração, a memorização e outros. A carga psíquica relaciona-se com os componentes afetivos negativos que podem ser desencadeados ou agravados pela atividade do trabalho.

Pesquisas mostram que, para alguns autores, na interação entre cargas ocorrem processos de adaptação que se traduzem em desgaste, entendido como perda da capacidade potencial e efetiva corporal e psíquica. A este conceito associa-se a fadiga ou o estresse que é causado por um conjunto complexo de fatores oriundos das cargas de trabalho demandadas. E, como consequência, a pessoa cansada tende a aceitar menores padrões de precisão e segurança, simplificando a sua tarefa, aumentando os índices de erros, que proporcionarão redução de eficiência e elevação dos riscos ocupacionais.

Com relação à operação de tratores agrícolas, trata-se de uma atividade que abrange, basicamente, dois fatores: o homem (operador) e a máquina

(trator). Estes dois fatores interagem entre si, formando o sistema homem-máquina, apresentando uma carga física de trabalho que expõe o trabalhador à possibilidade do aparecimento, em curto e ou longo prazo, de distúrbios posturais (risco ergonômico). No âmbito cognitivo, a tarefa apresenta exigências de qualidade que envolvem o ritmo do deslocamento. Já as cargas psíquicas são decorrentes das tensões provocadas pela tarefa, como medo das pressões da supervisão do trabalho, nas exigências de produtividade e de qualidade que se ligam à manutenção do emprego e à remuneração. O estado de medo dificulta uma tomada de decisão e pode provocar tensões musculares, assim como uma sensação de calor intenso também dificulta as tomadas de decisão e pode provocar um estado de desarmonia psíquica.

O trabalho com tratores agrícolas apresenta um conjunto de riscos ocupacionais com gravidade variáveis. De acordo com os processos de trabalhos envolvidos na atividade de produção agrícola diversificada, um dos aspectos de maior risco ocupacional do operador de máquinas agrícolas refere-se à condição de saúde inadequada e também à má postura durante a jornada de trabalho, incluindo o uso inadequado de comandos, o assento do operador, o próprio ambiente de trabalho (temperatura, luz e umidade relativa do ar), os ruídos e as vibrações. Essas posturas, estudadas pela ergonomia e pela engenharia de segurança, costumam ser analisadas sob o ponto de vista exclusivo do risco que oferecem à saúde do trabalhador, principalmente a carga física demandada em virtude dos esforços despendidos pelos operadores no decorrer da sua jornada de trabalho. Essas cargas podem alterar o seu desempenho funcional, provocar distúrbios posturais e o aparecimento de patologias recorrentes a curto e ou em longo prazo.

A atividade fundamental dos operadores de máquinas agrícolas combinadas é realizada no posto de trabalho, sendo de grande importância a aplicação de critérios ergonômicos que permitam estabelecer a correta adaptação

dos componentes do sistema homem-máquina. Para isso, é preciso considerar as características dos operadores e do trabalho que se realiza. Desse modo, têm-se maior eficiência produtiva, maior grau de conforto e segurança na tarefa, obtendo-se melhoria das condições de trabalho.

Pode-se afirmar que a atividade com máquinas agrícolas para a produção diversificada desenvolvida demanda cargas de trabalho que podem afetar o organismo do trabalhador, levando-o ao desgaste físico e fisiológico e provocando problemas agudos e crônicos de saúde ocupacional.

Um dos principais problemas enfrentados pelos operadores de máquinas agrícolas é o fato de realizarem movimentos biomecânicos inadequados, como, por exemplo, força excessiva, posturas incorretas, excesso de movimentação de cargas e alta repetitividade de gestos ou movimentos específicos da tarefa prescrita. Todos esses aspectos, em conjunto com fatores ambientais, como ruídos e vibrações, mecanismos de auto-regulação do trabalhador têm de conviver, podem ocasionar acidentes e doenças ocupacionais.

Os trabalhadores que executam atividades usando tratores, máquinas e equipamentos agrícolas ficam expostos a ruídos, vibrações, poeiras, calor, produtos químicos e monotonia. O setor agrícola também merece atenção por parte de pesquisadores, para que soluções mais adequadas sejam encontradas, aliviando a carga e o sofrimento dos trabalhadores.

Diante dessa realidade, tomou-se a decisão de realizar a presente pesquisa, com o objetivo geral de realizar um diagnóstico biomecânico, ergonômico e fisiológico preliminar de operadores de máquinas agrícolas da Universidade Federal de Lavras, atuando em sistemas de produção diversificada. Os objetivos específicos foram: I) diagnosticar, por meio da avaliação antropométrica, as condições de saúde do operador de máquinas agrícolas; II) proceder a análise ergonômica e biomecânica do operador no posto de trabalho;

III) avaliar ergonomicamente o posto de trabalho e IV) avaliar o nível de ruído ao qual os operadores estão sujeitos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Saúde do trabalhador

#### 2.1.1 Contexto histórico da condição de vida do trabalhador

Segundo Rodrigues (1994), na história do trabalho sempre houve preocupação com as condições de vida do trabalhador. Porém, foi somente após a sistematização dos métodos de produção que estas condições passaram a ser entendidas de forma científica. Dessa forma, o entendimento da importância da Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) requer uma visão prévia da sua origem e da sua relação com a evolução do pensamento administrativo, da sociedade, das relações de trabalho e das organizações. Para isso, destacam-se quatro momentos históricos, relevantes para o entendimento da preocupação dos administradores e cientistas com as condições de vida do trabalhador: a Revolução Industrial: com o seu advento, na segunda metade do século XVIII, a sociedade sofreu uma mudança no modo de produção. Transformando camponeses, artesãos e andarilhos em operários (Perrot, 1988), mudando profundamente o caráter do trabalho. No intuito de aumentar a produção e garantir margem de lucro crescente, os empresários ditavam duras condições de trabalho aos operários com jornadas diárias de até quatorze horas, incluindo mulheres e crianças. Em consequência, houve o surgimento dos sindicatos que motivaram uma série de reivindicações e greves, como forma de expressar a insatisfação dos operários e a luta por melhores condições de trabalho (Hobsbawn, 1979);

. a Escola Clássica: em 1911, o engenheiro norte-americano Frederick Wislow Taylor publicou o livro “Princípios da administração científica”, tendo sido um marco no uso de métodos científicos na organização do trabalho, em contraponto ao velho método empírico e, em 1914, Henry Ford

adotou a linha de montagem que deu início ao conceito de produção em escala até hoje utilizado no meio industrial (Maximiano, 2002). Estas iniciativas melhoraram as condições de trabalho na época, pois deram início à remuneração variável que associava os ganhos à produtividade, mas não resolveram o problema da qualidade de vida dos trabalhadores que eram vistos como máquinas e tinham como único elemento motivador o salário, criando o conceito de Homem Econômico (Motta, 1986);

. a Teoria das Relações Humanas: nela constatou-se a existência de grupos informais que tinham como elemento motivador a valorização do operário como pessoa, respeitando sua individualidade, proporcionando-lhes momentos de intervalo no trabalho e elogios por uma tarefa bem executada. Assim, tem-se, no experimento de Hawthorne, o início de uma visão sistematizada das condições que geravam a satisfação do trabalhador. Somando uma dimensão social do homem no local de trabalho criando o conceito de Homem Social (Dallari, 1995);

. o modelo sócio-técnico: na década de 1950, estudos realizados pelo Instituto Tavistock, liderados por Eric Trist, deram origem a uma abordagem sócio-técnica em relação à organização do trabalho, com base na satisfação do trabalhador (Rodrigues, 1994). Esta abordagem ganhou relevância maior na década de 1970, com o modelo conceitual proposto por Richard Walton. Este modelo é composto de oito categorias que objetivam avaliar a qualidade de vida do trabalhador segundo uma perspectiva mais abrangente: a de Homem Organizacional, segundo uma visão mais ampla do homem e sua relação com o trabalho, retomando a discussão iniciada pelo modelo sócio-técnico dos anos 1950.

No Brasil, a julgar pelo número de pesquisas publicadas, a preocupação com a qualidade de vida no trabalho ganha força após a abertura econômica ocorrida no início dos anos 1990. Após um longo período de reserva de mercado, começaram as privatizações do setor estatal e as indústrias nacionais passaram a competir com empresas estrangeiras. A ameaça de perder espaço no mercado interno leva a indústria brasileira a um esforço para tornar-se moderna e competitiva. Isso inclui a adoção de novas práticas de gestão, entre elas a Qualidade de Vida no Trabalho (Dallari, 1995).

### **2.1.2 Qualidade de vida**

Quando se fala em qualidade de vida, pode-se recair no discurso comum, devido à complexidade e à imprecisão associadas ao seu conceito. Segundo Shephard (1996), a qualidade de vida é resultante da percepção das condições de saúde, da capacidade funcional e de outros aspectos da vida pessoal e familiar.

Nahas (1995) também salienta a dificuldade de estabelecer um conceito preciso, mas tenta definir a qualidade de vida como resultante de um conjunto de parâmetros individuais, socioculturais e ambientais, que caracterizam as condições em que vive o ser humano, uma comunidade ou uma nação. Pode-se deduzir que são muitos os fatores que influenciam a qualidade de vida de um indivíduo, incluindo aspectos mais objetivos, como condição de saúde, salário, moradia e também aspectos mais subjetivos, como humor, auto-estima e auto-imagem. Entretanto, independente do enfoque global, ligado à qualidade de vida ou específico que apresenta a qualidade de vida relacionada à saúde, os fatores sócio-ambientais e, mais especificamente, o contexto que estabelece as relações e as vivências de trabalho, parecem ter impacto significativo na qualidade de vida. Basta lembrar que a maioria dos adultos e no Brasil, infelizmente, também

as crianças e adolescentes destinam grande parte de sua vida ao trabalho (Nahas, 1995).

No que concerne à saúde do trabalhador, o comportamento demonstrado tanto dentro como fora do ambiente de trabalho é o que reflete as condições físicas e psíquicas do sujeito. Isso porque, segundo Rodrigues (1994), da mesma forma que as condições da vida familiar, o transporte e a moradia têm conseqüências no trabalho, a vida profissional também tem reflexos na vida fora do trabalho.

Assim, de acordo com Codo (1997), no trabalho, o sujeito se transforma e é transformado pela ação recíproca do sujeito e ou do objeto. Rodrigues (1994) citam que “os homens não reagem às situações tais quais elas são, mas tais quais eles as percebem”.

Neste contexto, os estudos publicados apresentam diferentes enfoques. Há aqueles direcionados às questões inerentes a saúde física, como os que visam analisar a interferência das cargas de trabalho na saúde física do trabalhador (Barreiros et al., 1992); os que analisam a postura corporal dos trabalhadores (Matos et al., 1998) e as desordens músculo-ligamentares (Mendes, 1995) frente às solicitações inerentes ao posto de trabalho e os que estudam os hábitos em termos de atividade física, tais como o de Nahas (1995), Alvarez & Duarte (1997) e Barros (1999), dentre outros. Por outro lado, identifica-se a existência de estudos que analisam os distúrbios mentais associados às demandas do trabalho (Azevedo, 1994).

### **2.1.3 Saúde e o trabalho**

A relação entre o trabalho e a saúde/doença, constatada desde a antigüidade e exacerbada a partir da revolução industrial, nem sempre constituiu foco de atenção. Afinal, no trabalho escravo ou no regime servil, inexistia a preocupação em preservar a saúde dos que eram submetidos ao trabalho,

interpretado como castigo ou estigma: o “tripalium”, instrumento de tortura. O trabalhador, o escravo, o servo eram peças de engrenagens “naturais”, pertences da terra, assemelhados a animais e ferramentas, sem história, sem progresso, sem perspectivas, sem esperança terrestre, até que, consumidos seus corpos, pudessem voar livres pelos ares ou pelos céus da metafísica (Nosella, 1989). Com o advento da Revolução Industrial, o trabalhador, “livre” para vender sua força de trabalho, tornou-se presa da máquina, de seus ritmos, dos ditames da produção que atendiam à necessidade de acumulação rápida de capital e de máximo aproveitamento dos equipamentos, antes de se tornarem obsoletos (Nosella, 1989)

As jornadas extenuantes, em ambientes extremamente desfavoráveis à saúde, às quais se submetiam também mulheres e crianças, eram freqüentemente incompatíveis com a vida. A aglomeração humana em espaços inadequados propiciava a acelerada proliferação de doenças infecto-contagiosa, ao mesmo tempo em que a periculosidade das máquinas era responsável por mutilações e mortes. As propostas controvertidas de intervir nas empresas, àquela época, expressaram-se numa sucessão de normatizações e legislações, que têm no Factory Act, de 1833, seu ponto mais relevante, passando a tomar corpo, na Inglaterra, a medicina de fábrica (Malhadas, 2001).

A presença de um médico no interior das unidades fabris representava, ao mesmo tempo, um esforço em detectar os processos danosos à saúde e uma espécie de braço do empresário para a recuperação do trabalhador, visando seu retorno à linha de produção, num momento em que a força de trabalho era fundamental à industrialização emergente. Instaurava-se, assim, o que seria uma das características da Medicina do Trabalho, mantida até hoje, em que predomina na forma tradicional: sob uma visão eminentemente biológica e individual, no espaço restrito da fábrica, numa relação unívoca e unicausal, buscam-se as causas das doenças e acidentes (Malhadas, 2001).

Em síntese, ao longo dos tempos, apesar dos avanços significativos no campo conceitual que apontam um novo enfoque e novas práticas para lidar com a relação trabalho-saúde, consubstanciada sob a denominação de Saúde do Trabalhador, depara-se, no cotidiano, com a hegemonia da Medicina do Trabalho e da Saúde Ocupacional. Tal fato coloca em questão a já identificada distância entre a produção do conhecimento e sua aplicação, sobretudo num campo potencialmente ameaçador, em que a busca de soluções quase sempre se confronta com interesses econômicos arraigados e imediatistas, que não contemplam os investimentos indispensáveis à garantia da dignidade e da vida no trabalho.

#### **2.1.4 Saúde no trabalho em máquinas agrícolas**

O termo saúde adquiriu variados significados no transcorrer dos tempos. Os egípcios, os hebreus e os romanos consideravam como “saúde física e regras de higiene”. Os gregos consideravam como “uma integrante do bem estar físico ao espírito”. Nájera (*apud* Vilela & Mendes, 2000) considera a saúde como a “capacidade social para gozar a vida, para sentir o prazer em viver, para ter qualidade de vida”.

Evidentemente, a saúde é entendida como um fenômeno multidimensional, envolvendo aspectos físicos, psicológicos e sociais interdependentes de saúde individual, social e ecológica. Saúde é a experiência de bem-estar resultante de um equilíbrio dinâmico, envolvendo os aspectos físicos e psicológicos do organismo, assim como suas interações como o meio ambiente natural e social (Capra, 1982; Malhadas, 2001). Conjuntamente ao comodismo e aos hábitos sedentários, fatores estressantes no trabalho, tais quais responsabilidade, alta produtividade, concorrência no mercado, mostra de resultados pela quantidade e não qualidade, expectativas pessoais e sociais e oportunidades e perspectivas de carreira, fazem com que a vida das pessoas se

torne cada vez mais propícia para a aquisição de doenças psicossomáticas e debilidade da imunidade física. A junção de fatores como estresse do trabalho e do cotidiano e as facilidades que promovem a comodidade aumentam o nível de inatividade das pessoas, que cresce em proporção semelhante, criando trabalhadores mais sedentários com o nível de qualidade de vida consideravelmente reduzido (Rodrigues, 2006).

Segundo Almeida (*apud* Mendes, 1995), os principais problemas de saúde no trabalho agrícola têm características peculiares devido às particularidades do trabalho nos tratores e aos riscos ocupacionais relacionados. Por outro lado, a medicina agrícola está diretamente relacionada com as condições de vida no ambiente agrícola e com suas influências sobre a saúde dos trabalhadores da agricultura.

Em 1961, o Comitê de Saúde Ocupacional da Organização Mundial da Saúde salientou que uma grande população, formada por trabalhadores agrícolas, não estava recebendo as atenções mínimas de saúde. Os dados sobre morbidade e mortalidade são de fundamental importância para avaliar corretamente a magnitude do problema de acidentes e de outros agravos à saúde do trabalhador agrícola. Aos poucos, o conceito de saúde ocupacional no meio agrícola foi tomando corpo e se desenvolvendo (Almeida & Perreira, 1973).

Segundo a medicina ocupacional, os gestos repetitivos, as tensões mecânicas e as vibrações causam danos em nervos, bolsas, tendões, vasos sanguíneos e músculos (Mello & Ribeiro, 1992). O sistema músculo-esquelético do ser humano sofre ação do meio que o circunda, de forma intensa, diretamente com os seus hábitos, estilo de vida e trabalho.

### **2.1.5 Legislação e a saúde do trabalhador**

A constituição federal de 1988 é a norma jurídica de eficácia máxima, não podendo seus princípios ser contrariados ou diminuídos por nenhum outro

diploma que a suceder na hierarquia legal, ou seja, na graduação de positividade jurídica. É também a regra de maior legitimidade, dado o processo constituinte estabelecido para sua definição e aprovação, que contou com a maior participação popular jamais vista na história do Brasil (Brasil, 2001).

A Constituição dá fundamental importância à saúde, dado seu conteúdo eminentemente humanista. É a primeira constituição brasileira a referir-se explicitamente à saúde como “integrante do interesse público fundante do pacto social” (Dallari, 1995), ao declarar, em seu Art. 196, que “a saúde é um direito de todos e dever do Estado”, direito esse a ser “garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco da doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para a sua promoção, proteção e recuperação” (Título VIII – Da Ordem Social, Cap. II – Da Seguridade Social, Seção II – Da Saúde) (Dallari, 1995: Brasil, 1989; Brasil, 2001).

Na repartição das competências, a Constituição Federal de 1988 diz expressamente que cuidar da saúde é competência comum da União, dos Estados do Distrito Federal e dos Municípios (art. 23, II), e legislar sobre a defesa da Saúde compete concorrentemente à União, aos estados (art. 24, XII) e, suplementarmente, aos Municípios (art. 30, II). Para evitar conflitos, a Constituição previu a edição de lei complementar fixando “normas para a cooperação entre a União e os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional (art. 23, § único)”.

A partir da promulgação da constituição federal, os estados passaram a atualizar suas leis orgânicas. Vários deles referiam-se à saúde do trabalhador em seu capítulo da saúde, sendo essa referência feita de maneira distinta, refletindo as conjunturas políticas, favoráveis ou não e os embates entre os setores interessados em cada estado (Brasil, 2001). Os códigos da saúde têm a função de

especificar mais detalhadamente o disposto na constituição de cada estado, à luz dos princípios e diretrizes definidos na Constituição Federal. Deveriam, portanto, ter sido revisados após 1989. No entanto, vários estados ainda persistem com seus códigos anteriores. Alguns já faziam referência a questões de saúde do trabalho, como é o caso do código do estado do Paraná (Brasil, 2001).

É freqüente a consagração da obrigação do Estado de atuar, visando: (1) a eliminação de riscos de acidentes e doenças profissionais e do trabalho; (2) a informação dos trabalhadores a respeito de atividades que comportem riscos à saúde e dos métodos para o seu controle; (3) a fiscalização das condições do ambiente de trabalho; (4) afirmar o direito de recusa ao trabalho em ambiente sem controle adequado de risco, com garantia de permanência no emprego; (5) a participação, algumas vezes qualificada, de sindicatos e associações classistas na gestão dos serviços internos e externos aos locais de trabalho e (6) a adoção de medidas preventivas de acidentes e de doenças do trabalho (Brasil, 2001).

## **2.2 Ergonomia**

A palavra ergonomia vem do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (legislação, normas). Pode ser entendida como a ciência que procura configurar, planejar e adaptar o trabalho ao homem, respondendo às questões levantadas em condições de trabalho insatisfatórias (Dul & Weerdmeester, 1995).

Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e o trabalho, abrangendo equipamentos, ambiente e a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento (Iida, 1997). De acordo com Grandjean (1998), a ergonomia tem como objetivo prático a adaptação do posto de trabalho, instrumentos, máquinas, horários e ambiente às exigências do homem.

Para a realização dos seus objetivos, a ergonomia estuda uma diversidade de fatores que são: o homem e suas características físicas, fisiológicas e psicológicas; as máquinas, mobiliário, equipamentos e instalações; o ambiente, que contempla a temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, etc.; a organização, que constitui todos os elementos citados no sistema produtivo, considerando horários, turnos e equipes, e as conseqüências do trabalho nos quais entram as questões relacionadas com os erros e acidentes, além da fadiga e do estresse (Iida, 1997).

A ergonomia possui vantagens em relação às outras áreas do conhecimento que pesquisam o trabalho, pois apresenta natureza aplicada e, em especial, caráter interdisciplinar. O caráter aplicado está fundamentado na adaptação do posto de trabalho e do ambiente cotidiano às necessidades e às características humanas, enquanto a interdisciplinaridade significa que a ergonomia se apóia e utiliza informações de outras áreas do conhecimento humano para alcançar seus objetivos. A interdisciplinaridade permite ao ergonomista bagagem para entender as necessidades e as dificuldades do trabalhador e dos mais variados tipos de profissões existentes em nossa sociedade (Montmollin, 1995).

A ergonomia, assim, faz-se presente no projeto e na adaptação de ferramentas, armas, utensílios, máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas de toda natureza às necessidades e às características humanas, com o objetivo de melhorar a segurança, a saúde, o conforto e a eficiência no trabalho (Iida, 1993). A condição de trabalho está, antes de tudo, no ambiente físico (temperatura, pressão, barulho, vibração, irradiação, altitude e iluminação), no ambiente químico (produtos manipulados, vapores e gases tóxicos, poeiras, fumaça etc.), no ambiente biológico (vírus, bactérias, parasitas e fungos), nas condições de higiene e nas características antropométricas do posto de trabalho (Dejours, 1988).

A intensificação do uso de máquinas agrícolas começou, no Brasil, a partir da década de 1960. Entre essas máquinas, destaca-se o trator agrícola, que é considerado, por alguns autores, como sendo a base ou o eixo da mecanização agrícola moderna (Schlosser, 1998). Em relação ao trabalho manual, o uso do trator agrícola reduziu de forma significativa a carga física a que o trabalhador encontrava-se submetido. Entretanto, os operadores de tratores agrícolas continuam expostos a uma determinada carga física e, neste caso, também mental, pois a operação de um trator exige o controle simultâneo de diversas variáveis referentes ao trabalho. O esforço físico e mental leva à fadiga, o que diminui a capacidade de concentração do operador, aumentando, em consequência, a ocorrência de acidentes de trabalho, que podem resultar em erros (Márquez, 1990). Da mesma forma, diminui também a produtividade do trabalho (Purcell, 1996; Witney, 1988) e colabora para uma maior incidência de doenças ocupacionais. A intensidade do esforço físico e mental depende, em grande parte, das características ergonômicas dos tratores agrícolas (Purcell, 1996).

A adaptação do posto de operação ao operador pode ocorrer de maneiras distintas. Uma delas refere-se à incorporação ao projeto de itens qualitativos de conforto, como cabines, dispositivos eletrônicos de controle, dispositivos absorvedores de vibrações, de ruídos e outros (Janowitz et al, 1998). Geralmente, a incorporação destes itens implica um aumento considerável do custo da máquina ao agricultor. A agricultura brasileira, em crise desde meados da década de 1980, não tem condições de suportar este diferencial de custo. Assim, para ter competitividade neste mercado, por meio da redução do valor de venda do produto, as indústrias importam os projetos originais de suas matrizes e retiram os itens relacionados ao conforto (Schlosser, 1998). A outra forma de adaptação da máquina ao homem relaciona-se à correta disposição e ao dimensionamento de todos os componentes do posto de operação, como

comandos, volante de direção, assento, estruturas de proteção e vias de acesso e saída. Contrariamente à incorporação de itens qualitativos, esta maneira de adaptação não resulta em grandes aumentos nos custos e, embora não resolva todos os problemas relacionados à qualidade ergonômica dos tratores, colabora para uma significativa melhoria nas condições de conforto oferecidas ao operador e, em consequência, para uma diminuição na ocorrência de acidentes e de doenças ocupacionais e para um aumento na produtividade do trabalho (Schlosser, 1998).

Pesquisadores têm desenvolvido trabalhos para estudar a aplicação da ergonomia em máquinas agrícolas. Baeza & Casabella (1991) desenvolveram um estudo para avaliar a ergonomia da cabine de comando de colhedoras de cana-de-açúcar em Cuba, analisando o ajuste dimensional da mesma às características do operador e vias de acesso à cabine. Depois, citado por Meirelles (1976), propôs vários princípios para a disposição dos comandos de um trator agrícola, dentre os quais se destaca a posição do pedal de embreagem, do volante e do acelerador. Ribeiro (2000) realizou uma avaliação comparativa da ergonomia no posto do operador em três tratores agrícolas de rodas de diferentes potências, concluindo que o trator com potência de 77,3 kW (105,2 cv) foi o que apresentou o projeto ergonômico mais adaptado às normas internacionais.

Segundo Abrahão (1993), a contribuição da ergonomia para o posto de trabalho se dá justamente pelo seu caráter multidisciplinar, integrando conceitos das ciências sociais com os avanços tecnológicos, tendo como resultados o aumento da capacidade produtiva individual, a redução de acidentes de trabalho e a melhoria das condições de saúde da população trabalhadora.

No Brasil, mesmo os setores industriais mais desenvolvidos carecem de informações, conhecimentos e pesquisas na área da ergonomia. No meio

agrícola esta realidade se mantém. O setor concentra um grande volume de trabalhadores expostos a numerosos riscos de acidentes e doenças do trabalho.

A importância da ergonomia para o desenvolvimento rural é ressaltada por diversos autores, que apontam os benefícios obtidos pelos países que investiram em pesquisas ergonômicas do trabalho agrícola: organização do trabalho, projetos de ferramentas e equipamentos adequados às tarefas agrícolas e planejamento dos postos de trabalho. No *design* de ferramentas e equipamentos em particular, a contribuição da ergonomia pode ser relevante em termos de produtividade, conforto e indiretamente com a diminuição dos custos de operação (Abrahão, 1993).

Em suma, a ergonomia é uma aliada poderosa no projeto de sistemas de trabalho agrícola balanceados, em que os trabalhadores têm suas características físicas, psíquicas e cognitivas contempladas, fazendo parte de um complexo de trabalho otimizado e produtivo. Assim, é lógico pensar que os princípios ergonômicos são amplamente utilizáveis e necessários para a prevenção. O que se considera aqui não é apenas a implantação de uma ergonomia de concepção do posto de trabalho ou de uma ergonomia de correção. A ergonomia de correção é aplicada em situações reais, já existentes, para resolver problemas que refletem na segurança, na fadiga excessiva, em doenças do trabalhador ou na quantidade e na qualidade de produção (Iida, 1990). Mas, acima de tudo, de uma ergonomia de conscientização, em que o trabalhador aprenda a portar-se de forma segura diante da situação de trabalho, sabendo quais delas colocarão em risco sua saúde e segurança, bem como os procedimentos a serem realizados para eliminar ou minimizar esses riscos.

Dessa forma, concebe-se a ergonomia como uma concepção de vida, por meio da busca de melhores maneiras de realizar atividades sem sobrecarregar demasiadamente o sistema humano, pois, de acordo com Kroemer (1995), o

corpo usado dentro da razão é uma barreira forte contra o surgimento de lesões músculo-esquelético.

### **2.2.1 Efeitos da mecanização do trabalho**

Ao substituir o cavalo com o arado pelo trator e colocar os implementos na parte de trás do trator, criou-se um grande problema ergonômico ligado à torção do corpo para o agricultor tratorista, até hoje sem uma solução satisfatória (Iida, 1990).

Segundo Assunção & Rocha (1994), a mecanização do trabalho minimizou a sobrecarga física total do trabalho. Em contrapartida, principalmente nas indústrias cujo processo de trabalho é descontínuo, trouxe duas conseqüências à saúde dos trabalhadores. A primeira trata-se de uma sobrecarga dinâmica na musculatura das mãos e braços e sem sobrecarga estática na musculatura das regiões da nuca, ombro e pescoço, por colocar os trabalhadores em situação de trabalho monótono e repetitivo. Já a segunda é o estresse gerado devido ao ritmo intenso, à pressão pela produção e à perda do controle sobre o próprio processo de trabalho. Assim, a simplificação do trabalho tem como conseqüência a repetitividade e a possibilidade de aumento do ritmo, seja pelas máquinas ou pelo controle da chefia (Rodrigues, 1994).

No mesmo sentido, Rocha (1989) considerou que a incidência, em âmbito mundial, das patologias relacionadas às atividades repetitivas, “vem se dando com a transformação do processo do trabalho que diminui as tarefas de grande esforço físico, mas aumentou o trabalho mecanizado, com imposição do ritmo da máquina sobre o homem. O desenvolvimento do trabalho mecanizado e automatizado gerou um aumento da execução de tarefas monótonas, repetitivas e com alta velocidade”. Além disso, como comenta Oliveira (1991), estas tarefas são executadas em posturas nem sempre adequadas e por longas e contínuas jornadas de trabalho.

### **2.2.2 Características ergonômicas dos tratores agrícolas**

A ergonomia age sobre certos fatores, buscando otimizá-los para aumentar a eficiência do sistema de forma a beneficiar o homem. Murrel (1965) expõe alguns destes fatores, entre os quais se destacam, no âmbito da operação de tratores agrícolas, as condições ambientais do posto de operação como temperatura, luz e umidade do ar, além dos ruídos, vibrações, comandos e assento do operador.

Quando a operação de tratores agrícolas não constitui um sistema homem-máquina eficiente, o operador é exposto a uma elevada carga física e mental. Isso resulta numa redução da eficiência da sua produtividade e da qualidade do trabalho, aumentando a ocorrência de erros e de acidentes e o desenvolvimento de doenças ocupacionais (Witney, 1988; Márquez, 1990; Liljedahl et al., 1996; Yadav & Tewari, 1998).

As características do assento do operador são de grande importância na tarefa de reduzir o trabalho estático muscular, criando a tomada de posturas corporais corretas por parte do operador (Murrel, 1965; Cutuli et al. 1977).

Trabalhos de pesquisa desenvolvidos por Yadav & Tewari (1998) e Mehta & Tewari (2000) mostraram que o trabalho estático gera fadiga muscular, o que aumenta o risco de ocorrência de acidentes de trabalho, além de potencializar a ocorrência de determinadas doenças ocupacionais no operador, como lombalgias e surgimento de hérnia de disco.

Entre as características que o assento do operador deve possuir, destacam-se a largura e o comprimento do assento, a altura em relação à superfície de apoio, a distância em relação ao volante de direção e aos pedais e a inclinação do assento e do encosto. Todas essas medidas encontram-se normalizadas pela NBR ISO 4253 (ABNT, 1999).

A análise da literatura disponível sobre ergonomia aplicada às máquinas agrícolas mostra que os comandos devem apresentar uma série de características

dentro de determinados padrões, definidos por Normas. Uma das principais é a de que a posição dos comandos deve ser tal que permita um manejo fácil e seguro, sem que haja necessidade de deslocamento do operador de sua posição normal de trabalho, ou seja, que se incline para algum lado (Márquez, 1990). Dentre os comandos de um trator agrícola, o volante de direção merece atenção especial, por ser de acionamento contínuo. Além da distância em relação ao assento, outra característica importante deste comando é o grau de inclinação de seu eixo central em relação à vertical.

Assim, é importante que as condições ambientais no posto de operação dos tratores agrícolas sejam controladas. Nesse sentido, já foram desenvolvidos sistemas que permitem isolar, pelo menos parcialmente, o operador do calor produzido pelo motor e pela transmissão, bem como daquele oriundo dos raios solares, por meio de instalação de toldo solar refletivo. Porém, o controle mais efetivo é, sem dúvida, aquele proporcionado por uma cabine. As cabines colaboram, ainda, para a redução dos níveis de ruído, vibrações e substâncias estranhas presentes no ar (Márquez, 1990; Febo & Pessina, 1995; Schlosser et al., 2001).

A importância das cabines é tal que, em alguns países, como Inglaterra, Suécia e Finlândia, todos os tratores novos obrigatoriamente devem ser equipados de fábrica com cabines que possuam sistema de calefação (Springfeldt, 1996). Porém, na maioria dos países, grande parte dos tratores agrícolas ainda não possui cabine. Febo & Pessina (1995), em trabalho realizado na Itália, encontraram que apenas 24% dos tratores analisados estavam equipados com cabine. Porém, Schlosser (2001) expõe que a agricultura brasileira, em geral, não tem condições de absorver o custo das cabines, resultando numa baixa utilização deste dispositivo.

Cabe ainda destacar que vários trabalhos de pesquisa mostram que, mesmo na Europa e nos Estados Unidos, a frota de tratores é considerada

envelhecida (Febo & Pessina, 1995; Springfeldt, 1996; Janicak, 2000). Para FMO (1974), máquinas antigas são mais perigosas que as mais modernas, devido ao desgaste natural das mesmas, o que aumenta a possibilidade de ocorrência de falhas mecânicas que podem culminar em acidentes, bem como ao fato de as máquinas mais modernas possuírem características ergonômicas e de segurança superiores às antigas.

### **2.2.3 Posto de trabalho**

O posto de trabalho é o espaço formado pelo conjunto de dispositivos de informações e de controles, mais o espaço gerado pelo deslocamento do operador ou de seus membros na execução da tarefa (Fiedler, 1995).

A avaliação do posto de trabalho é feita com base na postura e no esforço físico exigido dos trabalhadores, visando ao conforto, à segurança, à saúde e à eficiência do trabalhador (Fiedler, 1995).

O posto de operação em um trator agrícola pode ser influenciado por diversos aspectos. Os mais importantes, sob o ponto de vista de ergonomia e de segurança, são os acessos e as dimensões, os órgãos de comando, os esforços nos comandos e o cinto de segurança, afirma Robim (1987). Esses aspectos têm influência decisiva na eficiência de trabalho com o trator agrícola e nos índices de acidentes que envolvem tratores agrícolas, conforme Schlosser & Debiassi (2002). Os aspectos de ergonomia e de segurança nem sempre são considerados nos projetos dos postos de operação de tratores agrícolas, devido ao fator custo principalmente, e sua minimização pode implicar na dispensa de itens ergonômicos e de segurança. Esse fato retrata a situação dos países emergentes, onde se busca a redução dos custos de produção reduzindo-se a qualidade ergonômica e de segurança laboral (Rozin, 2004).

O enfoque ergonômico tende a desenvolver postos de trabalho que reduzam as exigências biomecânicas, procurando colocar o operador em uma

boa postura de trabalho, com os comandos dentro do alcance dos movimentos corporais e que ofereçam facilidade de percepção das informações. Ou seja, o posto de trabalho deve envolver o operador como uma vestimenta bem adaptada, em que ele possa realizar o trabalho com conforto, eficiência e segurança (Iida, 1990).

Para Yavad & TeWari (1998), o assento do trator e a posição dos comandos de operação de mãos e pés devem ser projetados para acomodar 90% da população condutoras de tratores agrícolas. As características do assento do operador são de grande importância na tarefa de reduzir o trabalho estático muscular, oportunizando a tomada de posturas corporais corretas.

Um assento bem projetado pode dar suporte para o corpo durante horas contínuas de operação, especialmente para braços, costas e ombros. Os ajustes requeridos nos elementos do assento devem acomodar todas as pessoas que pertencem à população de operadores envolvidos, adequando o estofamento do assento com densidades variadas na almofada e no encosto para dar suporte às áreas sensíveis do operador que entram em contato com o assento (Rozin, 2004).

Berasategui (2000) apresentou algumas regras fundamentais para o assento do trator agrícola, devendo este dar suporte para o corpo durante várias horas contínuas de operação, especialmente para a parte inferior das costas, como também as coxas, os ombros e os braços. Deve-se observar a posição dos órgãos de controle do guidão, o ajuste da altura do assento, o ajuste para frente e para trás, o ajuste do encosto do assento e o ajuste dos ângulos corretos de trabalho dos pedais.

#### **2.2.4 Nível de pressão sonora**

Existem diversas conceituações de ruído. Aquela mais usual é a que considera o ruído como um “som indesejável”. Este conceito é um tanto quanto

subjetivo, pois um som pode ser indesejável para uns e pode não ser para outros, ou mesmo para a mesma pessoa, em ocasiões diferentes (Ilda, 1990).

Outra definição, de natureza mais operacional, considera o ruído um "estímulo auditivo que não contém informações úteis para a tarefa em execução". Assim, o "bip" intencional de uma máquina, ao final de um ciclo de operação, pode ser considerado útil ao operador porque é um aviso para ele iniciar um novo ciclo. Mas, o mesmo pode ser considerado um ruído pelo seu vizinho, cuja atenção está concentrada em outra tarefa. Fisicamente, o ruído é uma mistura complexa de diversas vibrações, medidas em uma escala logarítmica, em uma unidade chamado decibel (dB). O ouvido humano é capaz de perceber uma grande faixa de intensidades sonoras, desde aquelas próximas de zero até potências 10.000.000.000.000 ( $10^{13}$ ) vezes superiores, equivalentes a 130 dB. Esse é o ruído correspondente ao do avião a jato e é praticamente o máximo que o ouvido humano pode suportar. Acima disso, situa-se o limiar da percepção que pode produzir danos irreversíveis ao aparelho auditivo (Ilda, 1990).

A consequência mais evidente do ruído é a surdez. Ela pode ser de duas naturezas: a surdez de condução e a surdez nervosa. A surdez de condução resulta de uma redução da capacidade de transmitir as vibrações, a partir do ouvido externo para o interno. Pode ser causada por diversos fatores, como acúmulo de cera, infecção ou perfuração no tímpano. A surdez nervosa ocorre no ouvido interno e deve-se à redução da sensibilidade das células nervosas. Essa insensibilidade ocorre, principalmente, nas faixas de maior frequência, acima de 1000 Hz. Essa perda de audição para sons agudos, acima de 1000 Hz, pode ser devido à idade, sobretudo após os 40 anos. Nesse caso particular, os homens apresentam perda auditiva mais rápida que as mulheres, principalmente na faixa de 2000 a 4000 Hz.

A surdez pode ter um caráter temporário, reversível ou pode ser permanente. Uma exposição diária, durante a jornada de trabalho, a um nível elevado de ruído, sempre provoca algum tipo de surdez temporária, que pode desaparecer com o descanso diário. Contudo, dependendo de vários fatores, como frequência, intensidade e tempo de duração dessa exposição, pode ser que o descanso diário não seja suficiente para a recuperação e, então, há um efeito cumulativo, e a surdez temporária se transforma em permanente, de caráter irreversível (Brasil, 2002a).

Para ruídos de até 80 dB, o trabalhador pode se expor durante toda a jornada de trabalho, sem nenhuma consequência grave. Contudo, acima desse nível, começam a surgir riscos para os trabalhadores expostos a ruídos contínuos, principalmente na faixa de 2000 a 6000 Hz. Por exemplo, para ruídos de 4000 Hz com 100 dB, o tempo máximo de exposição contínua sem riscos é de apenas 7 minutos. A influência do ruído no desempenho é evidente. Os ruídos intensos, acima de 90 dB, dificultam a comunicação verbal, sendo necessário falar mais alto e prestar mais atenção, para tornar possível a compreensão entre as pessoas. Isso faz aumentar a tensão psicológica e o nível de atenção (Brasil, 2002b).

Os ruídos intensos tendem a prejudicar tarefas que exigem concentração mental e certas tarefas que exigem atenção ou velocidade e precisão dos movimentos e os resultados tendem a piorar após 2 horas de exposição ao ruído (Márquez, 1997).

O ruído também produz aborrecimentos, devido a uma interrupção forçada das tarefas ou aquilo que as pessoas gostariam de estar fazendo, como conversar ou dormir e isso provoca tensões e dores de cabeça (Ilda, 1990).

Não é fácil caracterizar aquele ruído que mais perturba as pessoas porque isso depende de uma série de fatores como frequência, intensidade, duração, timbre, o nível máximo alcançado e, inclusive, o horário em que ocorre. Em

geral, ruídos mais agudos são menos tolerados. Assim, para frequência de 100 Hz, a pessoa pode suportar até 100 dB, enquanto a 4000 Hz, esse nível cai para 85 dB.

Segundo Marquez (1997), os tipos de ruído classificam-se em:

- **ruídos de curta duração** - em ruídos de curta duração, aproximadamente um ou dois minutos, observa-se uma queda no rendimento, tanto no início como no final do período ruidoso. Isso significa que, logo no início do ruído, o desempenho cai, mas se o ruído for mantido, o desempenho retoma ao nível que estava antes de começar o ruído. Quando o ruído cessa, há, novamente, uma queda do desempenho que retoma ao nível normal após alguns segundos. Portanto, dentro de certos limites, parece que não é propriamente o ruído, mas a intermitência do mesmo que provoca alterações do desempenho;
- **ruídos de longa duração** - para ruídos de longa duração, considerando em horas de exposição, na faixa de a 70 a 90 dB, não se observam mudanças significativas em experimentos realizadas em laboratório, tanto em tarefas intelectuais como naquelas manuais. Para ruídos acima de 90 dB, o desempenho começa a cair. Em tarefas que exigem atenção, o número de erros aumenta significativamente. Contudo, o organismo tem o poder de se adaptar a ambientes ruidosos.

A partir de 90 ou 100 dB, começam a haver reações fisiológicas prejudiciais do organismo, que aumentam o estresse e a fadiga. Notam-se também diferenças individuais aos efeitos do ruído e as pessoas treinadas em uma tarefa sofrem menos influência em relação àquelas sem treinamento (Márquez, 1997).

A música de fundo tem sido recomendada como um meio de quebrar a monotonia e reduzir a fadiga, principalmente em situações de trabalho altamente repetitivo. Os defensores da mesma dizem que ela melhora a atenção e vigilância e produz sensações de bem-estar, que melhoram o rendimento do trabalho e reduzem os índices de acidentes e de absenteísmo. Os trabalhadores em geral apreciam a música, principalmente se não houver mascaramento pelo ruído de fundo (Ilda, 1990).

Contudo, alguns estudos demonstraram que a música tocada continuamente não produz esses efeitos desejados, perdendo o efeito estimulador. Ela deve ser tocada, então, durante uma parte da jornada de trabalho, preferivelmente nos horários em que a fadiga manifesta-se com maior intensidade. Esses estudos indicam que não é a música em si, mas é a mudança que ela provoca no ambiente, quebrando a monotonia, que influi no desempenho. Notou-se também que o tipo de música, popular ou erudita, não faz diferença (Brasil, 2002).

#### **2.2.5 Considerações ergonômicas e ou biomecânicas no trabalho de operadores de máquinas agrícolas**

Numa análise morfológica da palavra biomecânica, pode-se decompor o termo em duas partes: o prefixo “bio”, de biológico, ou seja, relativo aos seres vivos e, mecânica, do grego *mechaniké*, que significa a arte de construir uma máquina. Logo, a partir da análise morfológica da palavra, a biomecânica será a aplicação dos princípios da mecânica aos seres vivos.

Hay (1978) descreve a biomecânica como sendo a ciência que estuda as forças internas e externas que atuam no corpo humano e os efeitos produzidos por essas forças. Ou seja, esta definição é uma adaptação da definição de mecânica, mas, desta feita, aplicada a sistemas biológicos. Neste caso, o corpo humano.

Observa-se a existência de dois campos de estudo distintos na biomecânica: o estudo das forças internas e das forças externas e as suas repercussões. Assim, pode-se distinguir a existência da biomecânica interna e da biomecânica externa (Hay, 1978; Amadio, 1996).

Segundo Amadio (1996), a biomecânica interna preocupa-se com a determinação das forças internas e as conseqüências resultantes dessas forças. Já a biomecânica externa representa os parâmetros de determinação quantitativa ou qualitativa referentes às mudanças de lugar e de posição do corpo, ou seja, refere-se às características observáveis exteriormente na estrutura do movimento.

Segundo McGinnis (1999) está integrado à biomecânica interna o estudo dos biomateriais, do sistema esquelético, do sistema nervoso e do sistema muscular. Ainda o mesmo autor integra a biomecânica externa o estudo da cinética linear e angular, do equilíbrio e da mecânica dos fluidos.

Novas patologias profissionais surgem em decorrência de doenças músculo-esqueléticas, devido a agentes físicos. Não se trata, portanto, de patologias exclusivamente humanas, mas devem ser encaradas como patologias organizacionais e que afetam, por conseguinte, a organização no seu todo (Michel, 2001).

Movimentos bruscos e irregulares, associados a posturas inadequadas ou pouco ergonômicas, justificadas por gestos biomecânicos desfavoráveis, são responsáveis pelo aparecimento de lesões denominadas trauma cumulativo (Mello & Ribeiro, 1992).

Estudos realizados por Robin (1988) confirmaram que o tratorista está exposto a problemas de ruído, esforço físico, calor e vibração, e isso o deixa mais suscetível a sofrer acidentes. Além disso, deve-se considerar que, quando uma máquina proporciona conforto ergonômico e biomecânico ao seu operador, seu desempenho aumenta sensivelmente.

Dois fatores que chama muita atenção em relação à saúde física dos trabalhadores com máquinas agrícolas são o ruído e a vibração. Eles estão presentes no trabalho agrícola moderno, seja no uso de motosserra, de colhedoras, de tratores ou de outros implementos. Exposição contínua a níveis de ruído acima de 80 dB(A) leva à perda lenta e progressiva da audição, fadiga, irritabilidade, aumento da pressão arterial e distúrbios do sono. Também atua como estressante ambiental ou ocupacional sobre o organismo humano (Oigman, 1992).

A exposição prolongada a ruídos de alta intensidade, durante diversas horas por dia, por muitos meses, pode ocasionar casos de perdas permanentes de audição em tratoristas (Cañavate, 1982).

Segundo Ilda (2001), os efeitos da vibração direta sobre o corpo humano podem ser extremamente graves, podendo danificar alguns órgãos do corpo. Os efeitos fisiológicos e psicológicos causados pelas vibrações provocam perda de equilíbrio, falta de concentração e visão turva, diminuindo a acuidade visual. Já a exposição à vibração ocasiona desconforto, dor lombar, degeneração dos discos intervertebrais, dores nos joelhos, punhos e cotovelos por meio da vibração localizada.

A expressão fator de risco designa, de maneira geral, os fatores relacionados com trabalho. Inicialmente foram observados empiricamente e atualmente confirmados por estudos epidemiológicos. Os fatores de risco e fatores etiológicos não são independentes. Portanto, na organização do trabalho vários desses fatores podem ser descritos (Moraes & Miguez, 1998; Brasil, 1997).

Segundo Brasil (2001), os fatores de risco para a saúde e segurança dos trabalhadores, presentes ou relacionados ao trabalho, podem ser assim classificados:

- físicos: ruído, vibração, radiação ionizante e não-ionizante, temperaturas extremas (frio e calor), pressão atmosférica anormal, entre outros;
- químicos: agentes e substâncias químicas, sob as formas líquidas, gasosas ou de partículas e poeiras minerais e vegetais, comuns nos processos de trabalho;
- biológicos: vírus, bactérias, parasitas, geralmente associados ao trabalho em hospitais, laboratórios e na agricultura e pecuária;
- ergonômicos e psicossociais: decorrem da organização e gestão do trabalho, como, por exemplo: da utilização de equipamentos, máquinas e mobiliário inadequado, levando a postura e posições incorretas; locais adaptados com más condições de iluminação, ventilação e de conforto para os trabalhadores; trabalho em turnos e noturno; monotonia ou ritmo de trabalho excessivo, exigência de produtividade, relações de trabalho autoritário, falhas no treinamento e supervisão dos trabalhadores, entre outros;
- mecânicos e de acidentes: ligados à proteção das máquinas, arranjo físico, ordem e limpeza do ambiente de trabalho, sinalização, rotulagem de produtos e outros que podem levar a acidentes do trabalho.

A Norma Regulamentadora brasileira (NR 17) determina como risco ergonômico episódios relacionados com fatores fisiológicos e psicológicos inerentes à execução de atividades profissionais. Estes fatores podem produzir alterações no organismo e no estado emocional dos trabalhadores, comprometendo sua saúde, segurança e produtividade. Os principais fatores são trabalhos físicos pesados, postura incorreta de trabalho e de levantamento de peso, posição incômoda, ritmo excessivo, monotonia, trabalho por turnos, jornadas prolongadas, ansiedade, responsabilidade, desconforto físico, ocasionando danos à saúde, podendo manifestar-se por hipertensão arterial, úlceras digestivas, doenças nervosas, além de alteração no sono, problemas de

coluna, taquicardia, tensão, ansiedade, medo. Para evitar que estes agentes afetem as atividades do trabalhador, faz-se necessário o ajustamento mútuo do trabalho ao homem, que se obtém por meio da modernização e higienização dos ambientes de trabalho, da modificação de processos, do projeto de máquinas e de ferramentas perfeitamente adaptadas e da adoção de ritmos e posições adequadas ao trabalho e racionalização de trabalho (Santos, 1993).

Devem ser destacadas a multiplicidade de fatores ergonômicos e antropométricos, como a reação do trabalhador com os equipamentos, acessórios, ferramentas, mobiliários, posicionamentos, angulações e distância. Também o excesso de jornada do trabalho, a falta de intervalos apropriados, a técnica de trabalho incorreta, as más posturas, a força excessiva na execução das tarefas e a sobrecarga estática ou, mesmo, a sobrecarga dinâmica, a invariabilidade das tarefas, as exigências cognitivas, os fatores organizacionais e psicossociais ligados ao trabalho, enfim, a adequação ao trabalho, as variações do frio, as vibrações e as pressões locais sobre os tecidos favorecem, em maior ou menor grau, o aparecimento das doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho (Helfenstein, 1998; Nicoletti, 1996; Moraes & Miguez, 1998; Codo & Almeida, 1995).

Danos profissionais e mortes em agricultura podem ser evitáveis. É preciso educar os trabalhadores, empregadores e comunidade sobre a natureza e as causas de danos na agricultura e como preveni-los. É preciso avaliar técnicas usadas em outras atividades econômicas e determinar o que trabalhar e o que não trabalhar. Também é preciso fazer mais para identificar técnicas novas e métodos, reduzindo a taxa de traumas, mantendo a produtividade agrícola. Ser efetivo, nas intervenções que previnam danos, e os trabalhadores devem estar acessíveis a ter consciência desses riscos (Meyers, 1992).

### **2.2.6 Antropometria**

Para que o projeto de um trator agrícola possa contemplar o correto posicionamento e dimensionamento dos componentes do posto de operação, a ergonomia recorre à outra ciência, a antropometria. Segundo Minette (1996) e Robin (1987), a antropometria é a parte da antropologia física que estuda as dimensões do corpo humano. As medidas corporais de que trata a antropometria são usadas para definir a localização dos componentes do posto de operação, de forma que indivíduos de diferentes tamanhos tenham fácil acesso e saída ao posto de operação, bem como consigam alcançar e acionar, com o mínimo esforço e de forma a manter uma postura corporal correta, todos os comandos como o volante e pedais dos freios, da embreagem e do acelerador, entre outros. Robin (1987) expõe, ainda, que a colocação de todas as partes constituintes do posto de operação deve ser tal que haja espaço livre ao redor do operador para que este possa se movimentar sem dificuldade.

Na ergonomia, são encontrados dois tipos de dimensões antropométricas: estáticas e dinâmicas. As dimensões estáticas estão relacionadas com as medidas físicas do corpo parado, enquanto as dinâmicas se relacionam com as medidas do corpo em movimento. Para se aplicar corretamente os dados, é importante avaliar os fatores que influenciam os parâmetros antropométricos: raça, etnia, dieta, saúde, atividade física, postura, posição do corpo, vestuário, hora do dia, etc. (Ilda, 1990).

As medidas antropométricas de um(a) operador(a) servem para adequar os meios de produção, quando se utiliza o trator ou qualquer outra ferramenta ou instrumento. Segundo Moraes (1983), quando essas máquinas ou equipamentos se adaptam adequadamente ao organismo, sob o ponto de vista dimensional, os erros, os acidentes, o desconforto e a fadiga diminuem sensivelmente. O primeiro passo, então, é obter as medidas antropométricas do(a) operador(a), visando à adaptação do trabalho ao operador, de forma a conseguir uma postura

correta, uma posição mais favorável do corpo e maiores velocidade e precisão dos movimentos musculares, aumentando, assim, a eficiência dos movimentos dos membros e do operador.

As dimensões dos segmentos corporais variam de indivíduo para indivíduo, como também no mesmo organismo, ao longo de sua vida. Não existe nenhum indivíduo cujas dimensões sejam totalmente harmoniosas, isto é, todas elas são componentes de uma média. O levantamento de dados antropométricos mostra a variabilidade das dimensões de uma população; logo, não podem ser levadas em conta as medidas que se referem a uma população de outra região, com diferentes níveis socioeconômicos, idade e sexo (Barros, 1996).

As medidas antropométricas são dados de bases essenciais para a concepção de um posto que satisfaça ergonomicamente a trabalhadores(as), pois, só a partir das dimensões dos indivíduos é que se pode definir, de forma racional, o dimensionamento adequado, tanto da máquina de trabalho como da atividade envolvida, visando, basicamente, à sua segurança, eficiência e conforto (Minette, 2001).

Segundo Silva et al. (2006), o levantamento antropométrico de determinada população é um instrumento importante em estudos ergonômicos, fornecendo subsídios para dimensionar e avaliar máquinas, equipamentos, ferramentas e postos de trabalho e, ainda, verificar a adequação deles às características antropométricas dos trabalhadores, dentro de critérios ergonômicos adequados, para que a atividade realizada não se torne fator de danos à saúde e desconforto ao trabalhador.

Os estudos antropométricos estão bastante disseminados, a ponto de permitirem a definição de alturas e distâncias corretas ainda na fase de projeto, que é a ocasião de melhor aplicação prática dos conceitos antropométricos (Couto, 1996).

As medidas antropométricas de um trabalhador servem para adequar os meios de produção quando se utiliza qualquer ferramenta ou instrumento. O ideal seria que o dimensionamento de postos de trabalho e ou de ferramentas e equipamentos de trabalho fossem desenvolvidos individualmente, para atender às características de cada trabalhador; no entanto, isso seria inviável tanto prática quanto economicamente. Dessa forma, os levantamentos antropométricos são realizados para atender, na maioria dos casos, às faixas da população, podendo ser realizados também para o tipo médio, indivíduos extremos e um indivíduo especificamente (Silva et al., 2006).

Segundo Moraes (1983), quando equipamentos ou máquinas se adaptam adequadamente ao organismo, do ponto de vista dimensional, os erros, os acidentes, o desconforto e a fadiga diminuem sensivelmente. O trabalhador deve se sentir satisfeito e produtivo ao perceber que seu ambiente de trabalho é seguro, confiável e bem dimensionado.

O trabalho desenvolvido pelos tratoristas é sempre realizado na posição assentado. É importante que, nessas atividades, seja realizado um levantamento antropométrico da população de trabalhadores para verificar a adequação dos postos de trabalho às suas condições físicas, com o objetivo de evitar esforços e posturas desnecessárias causadas por postos de trabalhos dimensionados de forma inadequada.

As dimensões que caracterizam o posto de operação dos tratores agrícolas encontram-se normatizadas em âmbito internacional. Entre essas normas, destacam-se a ISO 3462 – 1979 (tratores e máquinas agrícolas – ponto de referência do assento – método de determinação); a ISO 4253 – 1977 (tratores agrícolas – banco do operador - dimensões) e a UNE 68 – 046 – 83 (tratores agrícolas – acessos, saídas e posto do condutor – medidas).

Os padrões definidos por estas normas estão de acordo com as medidas antropométricas dos operadores europeus e norte-americanos que, a princípio,

podem diferir das medidas dos operadores de outros países, como o Brasil (Siqueira, 1976). As variações no padrão antropométrico podem ocorrer, inclusive, dentro de um mesmo país, conforme a região considerada. Assim, um trator agrícola, cujo posto de operação esteja dimensionado conforme os padrões definidos pelas normas internacionais, pode proporcionar um ambiente de trabalho inadequado ao operador brasileiro (Schlosser et al., 2002).

Poucos são os estudos antropométricos de operadores de tratores agrícolas executados em países em desenvolvimento. Entre eles, pode-se destacar um levantamento feito na Índia (Yadav et al., 1999), onde foram determinadas 24 medidas corporais de operadores de tratores agrícolas, somente do sexo masculino. Estes autores observaram que os operadores analisados eram menores que os norte-americanos e europeus, em quase todas as dimensões avaliadas (Schlosser et al., 2002).

No Brasil, não tem sido relatada nenhuma pesquisa que vise determinar o padrão antropométrico de operadores de tratores. Alguns estudos antropométricos foram efetuados (Ilda & Wierzbicki, 1973; Ferreira, 1988; Minette, 1996), mas, para populações que não eram constituídas de operadores de tratores agrícolas, bem como abrangendo indivíduos de outras regiões que não a Depressão Central do Rio Grande do Sul. Comparando-se as medidas obtidas nas referidas pesquisas com as dos países desenvolvidos (Kroemer *apud* Grandjean, 1998), observa-se que os brasileiros das regiões abrangidas pelas pesquisas são maiores para algumas medidas e menores para outras. Porém, para a região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, considerando-se operadores de tratores agrícolas, este comportamento pode não ser o mesmo, pois as medidas antropométricas podem variar de região para região, conforme já foi exposto anteriormente (Schlosser et al., 2002).

### **2.2.6.1 Dimensões do posto de trabalho**

Em um trabalho desenvolvido para determinar o padrão antropométrico dos operadores de tratores agrícolas da Depressão Central do Rio Grande do Sul e compará-lo com o dos países desenvolvidos, Schlosser et al. (2002) chegaram aos seguintes resultados: os dados antropométricos dos operadores de tratores agrícolas da região da Depressão Central da região Sul demonstraram, em primeiro lugar, que há diferenças entre o biótipo geral dos operadores dos países desenvolvidos e o dos operadores da região abrangida por esta pesquisa, confirmando os dados obtidos por Ilda & Wierzbicki (1973), Ferreira (1988) e Minette (1996).

### **2.2.6.2 Antropometria e dimensões de máquinas agrícolas**

As medidas humanas são importantes na determinação de diversos aspectos relacionados ao ambiente de trabalho, no sentido de manter uma boa postura.

Os projetos de arranjo e de espaço para trabalhar, bem como dos equipamentos pessoais, requerem atenção especial quanto à estrutura, aos movimentos e às dimensões do corpo humano.

Este é o assunto da antropometria, que está intimamente relacionada com a biomecânica. A antropometria é uma parte do domínio mais amplo da antropologia física e estuda as medidas das várias características do corpo humano (Rozin, 2004).

Em projetos de produtos industriais, segundo Mayer (1990), uma das evoluções mais recentes da engenharia de produto é o "Industrial Design" que estuda o projeto de produtos industriais de consumo para serem produzidos em série. Por esta razão, os especialistas em Engenharia Humana têm se preocupado em estabelecer os valores destes parâmetros para a maioria das medidas biométricas relevantes no projeto de produtos, tais como altura do pé, altura

sentado, largura dos ombros, distância entre o assento da cadeira e a ponta do joelho da pessoa sentada amplitude dos movimentos voluntários, acuidade auditiva e visual, etc. (Rozin, 2004).

Atualmente, no Brasil, por falta de estudos que indiquem o perfil antropométrico que corresponde à realidade do agricultor brasileiro, o projeto de máquinas e implementos agrícolas muitas vezes não combina com as reais condições dimensionais destes agricultores, devido ao uso de parâmetros antropométricos europeus ou norte-americanos. Assim sendo, a média obtida pelos padrões citados não corresponde à média obtida com a realidade do nosso agricultor, ocasionando projetos que pecam pela falta de eficiência em atender de maneira ideal a relação homem máquina (Márquez, 1997).

## **2.3 Fisiologia**

### **2.3.1 Condição cardiovascular**

Um aspecto importante diz respeito ao crescimento do interesse acerca do exercício associado à promoção da saúde, fato traduzido pelo grande número de pesquisas de cunho experimental e epidemiológico publicadas nas últimas décadas. Pode-se ainda destacar a redução dos custos do instrumental destinado à coleta e análise de dados, bem como a grande disseminação dos laboratórios de fisiologia do exercício em universidades, entidades desportivas, centros de saúde e clínicas especializadas.

Dentre os vários conteúdos referentes à fisiologia do exercício, aqueles relacionados à demanda energética e às respostas ventilatórias ao esforço têm despertado especial atenção dos pesquisadores. Talvez isso ocorra devido à sua aplicabilidade em diversos campos do conhecimento, como nos estudos relacionados à aptidão física, ao desempenho atlético, à capacitação para o trabalho e à saúde. Mas, ainda que se possa afirmar que essa área específica da

fisiologia venha sendo exaustivamente estudada, muitas dúvidas ainda precisam de respostas (Monteiro, 2000).

O desempenho de atividades motoras diversificadas, ou mesmo das mesmas tarefas em distintos indivíduos, pode requerer demandas metabólicas diferentes, implicando graus de sobrecargas diferenciados nos sistemas que compõem o corpo humano, marcadamente o muscular e o cardiorrespiratório. Dessa forma, a interpretação das oscilações metabólicas constitui um importante elemento na análise das implicações acerca dos efeitos fisiológicos em diferentes manifestações de esforço (Monteiro & Araújo, 2001).

O estudo da demanda metabólica nas atividades físicas pode ser realizado de forma indireta por meio da análise de gases expirados. Dentre as principais variáveis ventilatórias fornecidas por essa técnica, podem-se destacar o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), a ventilação pulmonar (VE), a produção de gás carbônico ( $VCO_2$ ), o pulso de oxigênio (pulso de  $O_2$ ), os equivalentes ventilatórios de oxigênio ( $VE/VO_2$ ) e de gás carbônico ( $VE/VCO_2$ ) e o quociente de troca respiratória (QR).

A interpretação conjunta dessas variáveis fornece informações precisas sobre uma série de mecanismos envolvidos no controle da função cardiorrespiratória, em repouso e durante determinada atividade. Embora o emprego da análise de gases expirados favoreça o cálculo da demanda metabólica com razoável exatidão em algumas atividades, persistem lacunas na literatura (Monteiro, 2000).

A prescrição do exercício físico tem sido relacionada a diversos objetivos, tais como estética corporal, rendimento esportivo, qualificação profissional (para militares, por exemplo), aptidão física geral, redução dos riscos de morbimortalidade e, ainda, para a reabilitação física e metabólica. Nesse sentido, a frequência cardíaca (FC) tem sido utilizada como uma das principais variáveis fisiológicas relacionadas à prescrição e ao controle do exercício físico. Suas

respostas e adaptações são objeto de investigação científica, da mais simples a mais sofisticada, sendo, inclusive, apontada, como a mais destacada informação extraída de um teste de exercício cardiopulmonar máximo.

Segundo Fronchetti (2006), os valores de frequência cardíaca em repouso são comumente utilizados como referência e condição funcional do organismo, influenciando, inclusive, na determinação de faixas de intensidade de exercício, de acordo com alguns modelos vigentes. Em geral, baixos valores de frequência cardíaca refletem uma boa condição funcional, enquanto que altos valores estariam, aparentemente, relacionados a distúrbios fisiológicos e predisposição para a ocorrência de doenças cardiovasculares.

Por sua vez, a variabilidade da frequência é um parâmetro de avaliação da funcionalidade neurocardíaca, já que a modulação autonômica, por meio dos ramos simpáticos e parassimpáticos que agem sobre o coração influencia, de forma direta e diferencial, as oscilações nessa variável. A mensuração da VFC, por várias técnicas, também permite diagnosticar indivíduos com riscos para enfermidades cardiovasculares.

Considerando as diversas possibilidades de aplicação da mensuração da FC e sua interpretação, deve-se levar em conta que as estratégias de utilização da FC como ferramenta diagnóstica, prognóstica ou, mesmo, para a prescrição do exercício e a complementação nas avaliações de saúde, de forma geral, devem ser baseadas em evidências científicas, de modo a diminuir os riscos e equívocos de sua interpretação e, por outro lado, potencializar sua aplicação.

### **2.3.2 Flexibilidade**

A flexibilidade é algo tão inerente ao ser humano quanto o próprio movimento. Todos os meios de expressão humana, como falar, dançar, pintar e escrever, entre tantos outros, se dão por meio da movimentação. O mover está ligado à vida e à sobrevivência, sendo a flexibilidade um de seus aspectos. Daí

vem sua importância nas mais variadas atividades esportivas e reabilitação (Rosário, 2004).

São citados na literatura alguns tipos de alongamentos. Entre eles podem-se destacar: a) alongamento estático – consiste em alongar um músculo até um ponto tolerável e sustentar a posição por um período de tempo; b) alongamento balístico - usa o momento do balanço de um segmento corporal de maneira rítmica para alongar os músculos vigorosamente; c) contração muscular excêntrica – é o afastamento da origem e da inserção muscular aliado a uma contração do mesmo músculo; d) facilitação neuromuscular propriocéptica – envolve técnicas que usam contrações isométricas breves do músculo a ser alongado antes do alongamento estático; e) alongamento global – a idéia de cadeia muscular se baseia no alongamento de músculos encurtados e tem origem na observação empírica da criadora do método (Mézieres), que percebeu que o encurtamento de um músculo cria compensações em músculos próximos ou distantes. Portanto, a idéia do alongamento global é, em vez de alongar um músculo isoladamente, alongar vários músculos organizados em cadeias (Rosário, 2004).

### **2.3.3 Cineantropometria**

Dul e Weerdmeester descreveram, pela primeira vez, o termo cineantropometria em 1972. Sua definição mais utilizada é a do "estudo do tamanho, forma, proporcionalidade, composição corporal e maturação biológica. Tem o objetivo de entender o processo do crescimento, do treinamento e do rendimento desportivo". O marco para o crescimento da cineantropometria internacional aconteceu durante os Jogos Olímpicos de Montreal, em 1976, quando foi proposta, pela primeira vez, a unificação das normas para a coleta das medidas cineantropométricas. Alguns pesquisadores têm utilizado a composição corporal e o somatotipo como ferramentas para avaliar as

características corporais e morfológicas de trabalhadores formais e informais, na tentativa de quantificar os dados para essa população. Porém, ainda existem poucos estudos realizados com esse enfoque em todo o mundo, mas, principalmente, no Brasil.

A composição corporal é um dos conteúdos mais importantes dentro do campo da cineantropometria. Pode ser definida como sendo a “associação do peso magro ao de gordura corporal, originando o peso corpóreo” (Laurell, 1989).

A determinação da composição corporal de uma pessoa é um componente vital para a avaliação da condição de aptidão física e saúde. Utilizando-se da composição corporal, o profissional da educação física ou da área da saúde pode quantificar gordura, músculo, osso e víscera e, ainda, traçar um perfil individual ou de grupos em relação à especialidade esportiva, posição de jogo, atividade física ou sedentarismo. Para a análise da composição corporal é importante que se entendam os modelos teóricos de fracionamento do corpo humano, haja vista ser impossível separar-se *in vivo* os componentes corporais, tais como água, proteína, mineral e gordura (Heyward, 1991). A quantificação e a distribuição da gordura corporal estão entre os componentes mais analisados nos estudos de composição corporal.

O excesso de gordura, principalmente na região central do corpo, constitui um dos mais sérios problemas de saúde da sociedade atual. Por meio de estudos recentes, pesquisadores (Després et al., 1990; Bouchard et al., 1991; Pollock & Wilmore, 1993; Bunout et al., 1994) têm mostrado a associação do excesso e da distribuição do peso com o surgimento de doenças, tais como as cardíacas, hipertensão, distúrbios no metabolismo dos lipídios e glicídios, doenças articulares, ósseas e renais, diabetes, asma e várias desordens pulmonares, que levam a um aumento da morbidade e à redução da longevidade.

A gordura corporal é dividida em gordura essencial e gordura de reserva, as quais são componentes indispensáveis para que o organismo mantenha suas

funções em estado de equilíbrio (Albuquerque, 1994). A gordura essencial é necessária para o funcionamento fisiológico normal do corpo e acumula-se na medula óssea, em torno dos órgãos (coração, pulmões, fígado, baço, rins e intestinos), nos músculos e nos tecidos ricos em lipídios distribuídos por todo o sistema nervoso central (Bunout et al., 1994). A gordura de reserva consiste na gordura acumulada no tecido adiposo. Essa reserva nutricional inclui os tecidos adiposos, que protegem os vários órgãos internos de traumatismos, ocupando maior volume sob a superfície cutânea (Pollock & Wilmore, 1993). A distribuição da gordura corporal, em seres humanos, ocorre em alguns locais semelhantes e em outros diferenciadamente específicos para cada sexo. Sabe-se que homens e mulheres têm depósitos de gordura distribuídos por todo o corpo. Tanto em homens como em mulheres, estes depósitos estão localizados sob a pele, em torno dos antebraços, das mamas, do abdômen e das coxas.

No homem, o maior depósito de gordura localiza-se na região intra-abdominal. Quando excessiva, caracteriza a obesidade do tipo andróide. Na mulher, o maior depósito de gordura localiza-se na região glúteo-femural (ao redor dos quadris e das coxas), podendo originar a obesidade do tipo ginóide (Pollock & Wilmore, 1993).

Com avanço tecnológico e científico cada vez maior da bioquímica, da biologia molecular, da fisiologia do exercício e da medicina, tem-se compreendido melhor o modo pelo qual o corpo regula os depósitos de gordura. Os triglicerídeos (insolúveis no sangue) são transportados pela corrente sanguínea pelos quilomícrons, os quais são hidrolisados pela lipase lipoprotéica (produzida pelos adipócitos) e transportados para o interior dos adipócitos. Os depósitos de gordura ocorrem nos pontos nos quais há grande concentração de lipase lipoprotéica, sendo esta responsável pela distribuição dos triglicerídeos pelos vários locais de armazenamento (Heyward, 1991)

Este fenômeno explica, em parte, as diferenças de distribuição de gordura observada em homens e mulheres; mulheres durante os ciclos menstruais apresentam níveis muito altos da lipase lipoprotéica na região dos quadris e das coxas em relação à região abdominal, bem como uma baixa atividade lipolítica (hidrólise das reservas lipídicas) nestas duas regiões. Esta preferência pelos quadris e coxas, em termos de deposição de gordura, parece estar relacionada à função reprodutora, uma vez que estes depósitos funcionam como reservas energéticas ativas durante o último trimestre gestacional e durante todo o período de lactação (Pollock & Wilmore, 1993).

Consultando a literatura especializada sobre o assunto, verificou-se que Costa et al. (1997) realizaram uma pesquisa cujo objetivo determinar a média do percentual de gordura de sujeitos de ambos os sexos, de 20-69 anos, divididos em faixas etárias, a fim de identificar a porcentagem de indivíduos acima dos valores desejáveis preconizados por Pollock & Wilmore (1993).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1980), um total de 40% da população adulta do Brasil apresenta sobrepeso. Em relação à população idosa brasileira, Tavares & Anjos (1990) estudaram o perfil nutricional, com base nos dados da Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição, estudo com amostra probabilística realizado em 1989. Estes autores verificaram que as prevalências gerais de magreza ( $IMC < 18,5$ ) e sobrepeso ( $IMC < 25$ ) foram, respectivamente, de 7,8% e 30,4% em homens e 8,4% e 50,2% em mulheres, mais elevadas que na população adulta jovem.

Os resultados indicaram um quadro preocupante de alterações nutricionais em idosos no Brasil, principalmente em mulheres. Abrera & Jacob Filho (2001) identificaram a prevalência de obesidade global e central por meio do índice de massa corpórea (IMC) e razão cintura-quadril (RCQ), em 847 idosos ambulatoriais, com idade média de 72,3 anos. A obesidade definida pelo  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  foi identificada em 9,3% dos homens e 23,8% das mulheres

( $p < 0,001$ ), sendo menor entre os idosos com 80 anos ou mais, de ambos os sexos ( $p < 0,05$ ). Os resultados revelaram diferenças em relação ao sexo, com os homens apresentando menor prevalência de obesidade e maiores associações entre IMC ou RCQ com os fatores de riscos relacionados à gordura corpórea.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização do local de estudo**

A Universidade Federal de Lavras, cujos operadores foram analisados, localiza-se no Campus Universitário, em Lavras, em Minas Gerais. Foram avaliados operadores de máquinas agrícolas dos diversos setores da Universidade.

#### **3.2 População e amostra**

A amostra foi constituída de profissionais operadores de máquinas agrícolas da comunidade universitária, que trabalham com diversas marcas e tipos de tratores e em produções diversificadas.

A população estudada foi constituída de 9 operadores agrícolas do sexo masculino, na faixa etária de 30 a 65 anos e com tempo de serviço, na profissão, entre 5 a 30 anos.

#### **3.3 Métodos e técnicas utilizados para a coleta de dados**

Entre as técnicas que foram aplicadas encontram-se:

- Avaliações fisiológicas

- a) pressão arterial (repouso e pós-trabalho);
- b)  $VO_{2\max}$  (teste de 2.400 metros).
  
- Cineantropometria (ergonomia e antropometria)
  - a) índice de massa corpórea – IMC;
  - b) relação cintura-quadril – RCQ;
  - c) estatura;
  - d) massa;
  - e) percentual de gordura subescapular, tricipital, abdominal, supra-  
ilíaca;
  - f) medidas antropométricas.
  
- Teste de flexibilidade
  - a) flexibilidade – teste de sentar e alcançar.
  
- Teste de força
  - a) dinamômetro – preensão manual;
  - b) teste de impulsão horizontal - potência MMII.
  
- Avaliação das máquinas
  - a) nível de pressão sonora;
  - b) distância do assento ao volante;
  - c) distância do assento ao pedal;
  - d) distância do assento à plataforma;
  - e) base do assento.

### 3.4 Descrição das técnicas

#### 3.4.1 Pressão arterial (PA)

A medida da pressão arterial, pela sua importância, deve ser estimulada e realizada, em toda avaliação de saúde, por médicos de todas as especialidades e demais profissionais de saúde. O esfigmomanômetro de coluna de mercúrio é o ideal para essas medidas. Os aparelhos do tipo aneróide (Figura 1), quando usados, devem ser devidamente testados e devidamente ajustados.



FIGURA 1 Esfigmomanômetro do tipo aneróide.  
Fonte: Site - Saúde em movimento (2008)

A medida da pressão arterial foi realizada na posição sentada, no primeiro momento antes de iniciar o trabalho (repouso) e a segunda medição, após o fim do expediente, de acordo com o procedimento descrito a seguir:

- 1) certificou-se de que o operador não estava com a bexiga cheia, não praticou exercícios físicos, não ingeriu bebidas alcoólicas, café, alimentos ou fumou até 30 minutos antes da medida. Deixou-se o paciente descansar por 5 a 10 minutos em ambiente calmo, com temperatura por volta dos 25°C;
- 2) localizou-se a artéria braquial por palpação;
- 3) colocou-se o manguito firmemente cerca de 2 a 3 cm acima da fossa antecubital, centralizando a bolsa de borracha sobre a artéria braquial. A largura da bolsa de borracha do manguito deve corresponder a 40% da circunferência do braço e seu comprimento deve envolver pelo menos 80%

do braço. Assim, a largura do manguito utilizado estava na dependência da circunferência do braço do paciente. Manter o braço do paciente na altura do coração;

- 4) posicionaram-se os olhos no mesmo nível da coluna de mercúrio ou do mostrador do manômetro aneróide;
- 5) palpou-se o pulso radial e inflou-se o manguito até seu desaparecimento, para a estimativa do nível da pressão sistólica. Desinflou-se rapidamente e aguardou-se de 15 a 30 segundos antes de inflar novamente. Colocou-se o estetoscópio nos ouvidos, com a curvatura voltada para frente;
- 6) posicionou-se a campânula do estetoscópio suavemente sobre a artéria braquial, na fossa antecubital, evitando-se a compressão excessiva;
- 7) solicitou-se ao paciente que não falasse durante o procedimento de medição;
- 8) inflou-se rapidamente, de 10 em 10 mm de mercúrio, até o nível estimado da pressão arterial;
- 9) procedeu-se à deflação, com velocidade constante inicial de 2 a 4 mm de mercúrio por segundo, evitando congestão venosa e desconforto para o paciente. Determinou-se a pressão sistólica no momento do aparecimento do primeiro som (fase I de Korotkoff), que se intensifica com o aumento da velocidade de deflação;
- 10) determinou-se a pressão diastólica no desaparecimento do som (fase V de Korotkoff), exceto em condições especiais. Auscultou-se cerca de 20 a 30 mm de mercúrio abaixo do último som para confirmar seu desaparecimento e, depois, procedeu-se à deflação completa. Quando os batimentos persistiram até o nível zero, determinou-se a pressão diastólica no abafamento dos sons (fase IV de Korotkoff);
- 11) registraram-se os valores das pressões sistólica e diastólica, complementando com a posição do paciente, o tamanho do manguito e o

braço em que foi feita a mensuração. Foi registrado sempre o valor da pressão obtido na escala do manômetro, que varia de 2 em 2 mm de mercúrio, evitando-se arredondamentos e valores de pressão terminando em 5;

12) esperou-se de 1 a 2 minutos antes de realizar novas medidas, e

13) o operador foi informado sobre os valores da pressão arterial e a possível necessidade de acompanhamento.

Os valores encontrados foram comparados com os da Tabela 1, visando classificar os pacientes dentro de um padrão pré-estabelecido e aceitável.

TABELA 1 Classificação da pressão arterial

PAD (mmHg)	PAS (mmHg)	Classificação
< 85	<130	Normal (B)
85-89	130-139	Normal limítrofe (B)
90-99	140-159	Hipertensão leve (E1)
100-109	160-179	Hipertensão moderada (E2)
≥100	≥180	Hipertensão grave (E3)
<90	≥40	Hipertensão sistólica isolada (HSI)

Fonte: III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial. (2006)

### 3.4.2 Teste de corrida de 2.400 metros

O teste consistiu em cronometrar o tempo gasto pelo avaliado para percorrer a distância de 2.400 metros na pista de atletismo. Para melhor resultado na aplicação e análise dos resultados, foi recomendado que o avaliado mantivesse uma velocidade constante em uma caminhada rápida ou corrida. O traje usado para o teste é o mesmo usado para a prática de esportes.

Os resultados serão comparados com a Tabela 2.

TABELA 2 Nível de capacidade aeróbica – teste de corrida 2.400 m

Categoria de capacidade aeróbica		Idade (anos)					
		13 – 19	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 ou mais
I – Média fraca	Homens	>15:31	>16:01	>16:31	>17:31	>19:01	>20:01
	Mulheres	>18:31	>19:01	>19:31	>20:01	>20:31	>21:31
II – Fraca	Homens	12:11-15:30	14:01-16:00	14:44-16:30	15:36-17:30	17:01-17:30	19:01-20:00
	Mulheres	16:55-18:30	18:31-19:00	19:01-19:30	19:31-20:00	19:31-20:00	21:00-21:30
III – Média	Homens	10:49-12:10	12:01-14:00	12:31-14:45	13:01-15:35	13:01-15:35	16:16-19:00
	Mulheres	14:31-16:54	15:55-18:30	16:31-19:00	17:31-19:30	17:31-19:30	19:31-20:30
IV – Boa	Homens	9:41-10:48	10:46-12:00	11:01-12:30	11:31-13:00	11:31-13:00	14:00-16:15
	Mulheres	12:30-14:30	13:31-15:54	14:31-16:30	15:56-17:30	15:56-17:30	17:31-19:30
V – Excelente	Homens	8:37-09:40	9:45-10:45	10:00-11:00	10:30-11:30	10:30-11:30	11:15-13:59
	Mulheres	11:50-12:29	12:30-13:30	13:00-14:30	13:45-15:55	13:45-15:55	16:30-17:30
VI – Superior	Homens	< 08:37	< 09:45	< 10:00	< 10:30	< 11:00	< 11:15
	Mulheres	< 11:50	< 12:30	< 13:00	< 13:45	< 14:30	< 16:30

Fonte: Adaptado de Cooper (1982)

Com os resultados, aplicou-se a Equação 1, chegando, enfim, ao nível de aptidão física para os operadores (Tabela 3).

$$VO_{2\max} = \frac{(D \cdot 60 \cdot 0,2) + 3,5}{T} \quad (1)$$

em que:

$VO_{2\max}$  = aptidão física, em  $ml \cdot (kg \cdot min)^{-1}$ ;

D = distância, em metros;

T = tempo gasto para percorrer 2.400 m, em segundos.

TABELA 3 Nível de aptidão física de Cooper, para homens, em  $VO_{2\max} ml(kg \cdot min)^{-1}$

Faixa etária	Muito fraca	Fraca	Regular	Boa	Excelente	Superior
13 – 19	<35,0	35,1-38,3	38,4-45,1	45,2-50,9	51,0-55,9	>56,0
20 – 29	<33,0	33,1-36,4	36,5-42,4	42,5-46,4	46,5-52,4	>52,5
30 – 39	<31,5	31,6-35,4	35,5-40,9	41,0-44,9	45,0-49,4	>49,5
40 – 49	<30,2	30,3-33,5	33,6-38,9	39,0-43,7	43,8-48,0	>48,1
50 – 59	<26,1	26,2-30,1	31,0-35,7	35,8-40,9	41,0-45,3	>45,4
mais de 60	<20,5	20,6-26,0	26,1-32,2	32,3-36,4	36,5-44,2	>44,3

Fonte: Adaptado de Cooper (1982)

### 3.4.3 Estatura, massa e índice de massa corporal

Para a medida da estatura, que é a distância entre a planta dos pés e o vértex (ponto mais alto da cabeça), o avaliado estava descalço ou com meias finas e o mínimo possível de roupas para que a posição do corpo pudesse ser vista (Figura 2). O avaliado ficou em posição anatômica sobre a base do estadiômetro que deve formar um ângulo reto com a borda vertical do aparelho. A massa do avaliado foi distribuída em ambos os pés e a cabeça posicionada no Plano Horizontal de Frankfurt. Os braços estavam livremente soltos ao longo do tronco, com as palmas voltadas para as coxas; os calcanhares unidos e tocando a borda vertical do estadiômetro. As bordas mediais dos pés formavam um ângulo

de, aproximadamente, 60°. Se o avaliado apresentava Genuvalgo, os pés eram separados até que as bordas mediais dos joelhos estivessem em contato, mas não sobrepostas. As escápulas e o glúteo ficaram em contato com a borda vertical do aparelho. Os calcanhares, os glúteos, as escápulas e a porção posterior do crânio de alguns sujeitos não puderam ser colocados em um plano vertical quando em postura razoavelmente natural. Estes indivíduos foram posicionados, então, de forma que somente os glúteos, os calcanhares e o crânio estivessem em contato com a borda vertical do aparelho.

Solicitou-se ao avaliado que realizasse uma inspiração profunda e que se mantivesse em posição completamente ereta, sem que alternasse a massa corporal sobre os calcanhares. O cursor do aparelho é colocado sobre o ponto mais alto da cabeça com pressão suficiente para comprimir o cabelo. A medida é registrada com precisão de 0,1 cm.



FIGURA 2 Mensuração da estatura com uso de estadiômetro

A massa do operador foi mensurada por meio de uma balança analógica de precisão da marca Filizola com precisão de 0,1 kg. O operador apresentou-se somente de sunga ou short no momento da pesagem.

Para a realização da medida da massa, o avaliado posicionou-se de pé, com o mínimo de roupas possível, de costas para a escala da balança, com afastamento lateral dos pés, estando a plataforma entre os mesmos. Em seguida, ele foi colocado sobre e no centro da plataforma, na posição anatômica com o corpo igualmente distribuído entre ambos os pés, ereto e com o olhar num ponto fixo à sua frente (Figura 3). A medida foi registrada com resolução de 0,1 kg. Para garantir maior precisão e fidelidade de medidas, a balança foi nivelada, utilizando-se um nível de bolha e verificou-se sua aferição utilizando uma massa padrão.



FIGURA 3 Balança para mensurar a massa

O índice de massa corporal foi desenvolvido por estudos científicos que relacionam o peso e a estatura com o estado nutricional. Este índice não considera a composição corporal (quantidade de massa muscular, massa gorda,

nível de hidratação e outros), por esse motivo, não é uma forma adequada de avaliação de atletas que, normalmente, têm uma grande quantidade de massa muscular, mas sendo um parâmetro importante na avaliação da saúde. Para uma melhor avaliação, esse índice deve ser somado a outros métodos de avaliação, como a relação cintura quadril e a avaliação do percentual de gordura.

A fórmula utilizada para classificar o IMC está descrita na Equação 2.

$$\text{IMC} = \frac{m}{h^2} \quad (2)$$

em que:

IMC = índice de massa corporal, em  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ;

m = massa, em kg;

h = altura, em metros.

Com base nos resultados obtidos, o operador foi classificado de acordo com os dados da Tabela 4.

TABELA 4 Classificação do sobrepeso e da obesidade pelo IMC

Classificação	Classe	IMC ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )
Magreza	III	< 16,0
	II	16,0-16,9
Baixo peso	I	17,0-18,4
Normal (eutrofia)		18,5-24,9
Sobrepeso		25,0-29,9
Obesidade	I	30,0-34,9
	II	35,0-39,9
Obesidade mórbida	III	$\geq 40,0$

Fonte: OMS (1997)

#### 3.4.4 Razão cintura-quadril

Estudos científicos relacionam futuras doenças e risco à saúde com a quantidade de gordura depositada em determinadas partes do corpo, como na região abdominal (barriga). Esse teste é uma das formas de quantificar o risco à

saúde de homens e mulheres, de acordo com os depósitos de gorduras. O protocolo para a obtenção das medidas de cintura e quadril foi o seguinte:

- 1) circunferência da cintura: por intermédio de uma fita métrica metálica aferiu-se a circunferência da cintura no ponto médio entre a margem da costela inferior e a crista ilíaca. Coletou-se a medida em centímetros, cuidando para que a fita ficasse bem posicionada, sem dobras e alinhada horizontalmente. A fita não foi apertada, somente colocada na barriga;
- 2) circunferência do quadril: por intermédio de uma fita métrica metálica, aferiu-se a circunferência do quadril na altura mais larga ao redor dos trocânteres e para a circunferência das nádegas, coletou-se a medida em centímetros (cuidando para que a fita ficasse bem posicionada, sem dobras e alinhada horizontalmente). A fita não foi apertada, somente colocada no quadril.

A partir dos dados da circunferência da cintura e quadril, calculou-se a razão cintura-quadril, definindo-se o risco de cada operador, utilizando como base os dados da Tabela 5.

TABELA 5 Razão cintura–quadril, classificação de riscos para homens

Idade	Risco			
	Baixo	Moderado	Alto	Muito alto
20 a 29	<0,83	0,83 a 0,88	0,89 a 0,94	>0,94
30 a 39	<0,88	0,88 a 0,91	0,92 a 0,96	>0,96
40 a 49	<0,88	0,88 a 0,95	0,96 a 1,00	>1,00
50 a 59	<0,90	0,90 a 0,96	0,97 a 1,02	>1,02
60 a 69	<0,91	0,91 a 0,98	0,99 a 1,03	>1,03

Fonte: OMS (1988)



FIGURA 4 Mensuração da circunferência da cintura utilizando fita métrica metálica

#### 3.4.5 Percentual de gordura – técnica de Faulkener

A mensuração da gordura foi realizada utilizando-se um compasso de dobras cutâneas. O compasso de Lange, com um grau de compressão de  $10 \text{ g/mm}^2$ , é o mais empregado nas avaliações antropométricas.

A técnica de Faulkener consiste na coleta das dobras cutâneas tricipital, subescapular, suprailíaca e abdominal. Basta somar os resultados apurados para, em seguida, aplicar o somatório da equação 3.

$$\% G = \sum DC \cdot 0,153 + 5,783 \quad (3)$$

em que:

$\% G$  = percentual de gordura

$\sum DC$  = somatório das quatro dobras cutâneas: tricipital, subescapular, suprailíaca e abdominal

Com o percentual de gordura calculado foi possível encontrar a massa de gordura. Para isso, empregou-se a equação 4.

$$PG = \frac{\%G \cdot PCT}{100} \quad (4)$$

em que:

PG = massa corporal em gordura

PCT = massa corporal total

% G = percentual de gordura

Encontrando-se a massa de gordura, encontra-se também a massa corporal magra, por meio da Equação 5.

$$MCM = PCT - PG \quad (5)$$

em que:

MCM = massa corporal magra,

PCT = massa corporal total e

PG = massa corporal em gordura.

Os procedimentos adotados para a mensuração do percentual de gordura foram os seguintes:

- 1) localizou-se o ponto a ser mensurado, marcando-o com uma caneta;
- 2) na apreensão da dobra cutânea, o avaliador, com os dedos polegar e indicador em forma de pinça, apreendeu a maior quantidade de tecido adiposo possível;
- 3) foi colocado o compasso de forma perpendicular à dobra e fez-se a leitura no relógio. O tempo de compressão não foi superior a quatro segundos, evitando-se a acomodação do tecido adiposo;
- 4) os locais medidos foram: a) tricipital – parte posterior do braço sobre o tríceps, no ponto medial de uma linha imaginária; b) subescapular –

prega oblíqua medida imediatamente abaixo da extremidade do ângulo inferior da escápula; c) suprailíaca – prega oblíqua medida num ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca e d) abdominal – prega vertical tomada a 2,5 cm a direita da cicatriz umbilical.

A classificação do percentual de gordura dos operadores foi feita comparativamente à Tabela 6.

TABELA 6 Classificação do percentual de gordura na composição corporal para homens, em %.

Nível	Idade				
	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65
Excelente	04-06	08-11	10-15	12-17	13-19
Bom	08-10	12-15	16-18	18-20	20-21
Acima da média	12-13	16-18	19-21	21-23	22-23
Média	14-16	18-20	21-23	24-25	24-25
Abaixo da média	17-20	22-24	24-25	26-27	26-27
Ruim	20-24	20-24	27-29	28-30	28-30
Muito ruim	26-36	28-36	30-39	32-38	32-38

### 3.4.6 Flexibilidade

O teste de "sentar e alcançar", fornece um indicativo da flexibilidade da articulação coxo-femoral. Este é um dos testes mais utilizados nas baterias de avaliação da aptidão física. Para a sua realização, utilizou-se um cubo de madeira com 30,5 cm de aresta. Sobre o cubo, há um prolongamento de 26 cm, onde se localiza a escala (Figura 4). A altura de 23,0 cm da escala coincide com o ponto onde o avaliado toca a planta dos pés (Figura 5). O avaliado sentou-se com os joelhos estendidos, tocando os pés descalços na caixa sob a escala; em seguida, posicionou as mãos uma sobre a outra na escala, com os cotovelos estendidos e executou-se uma flexão do tronco à frente, registrando-se o ponto

máximo, em centímetros, atingido pelas mãos. Os resultados foram avaliados com base nos dados da Tabela 7.

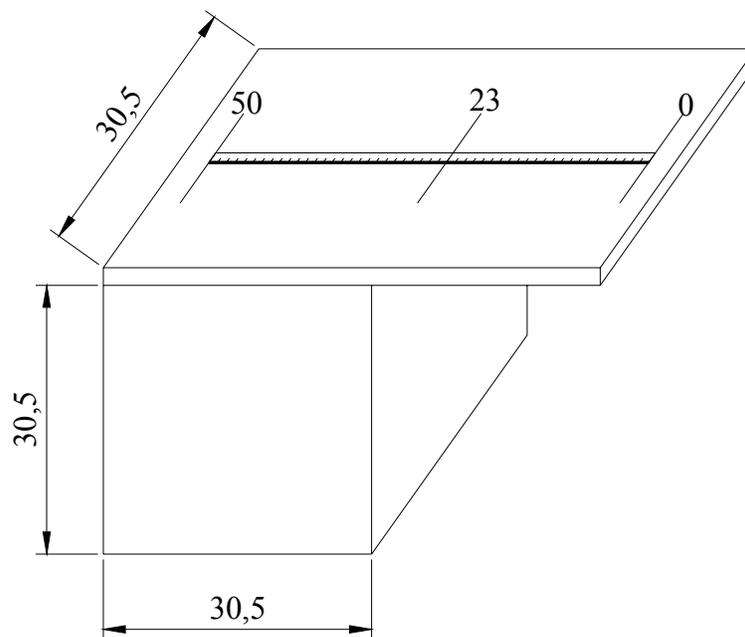


FIGURA 5 Banco de Wells.  
 Fonte: Adaptado do site Saúde em movimento (2008)

TABELA 7 Classificação do Teste de Sentar e Alcançar, em cm.

Idade	Classificação				
	Fraco	Regular	Médio	Bom	Ótimo
< 20	< 24,5	25-30	31-35	36-39,5	> 40
20-29	< 25,0	26-30	31-34	35-38	> 39
30-39	< 24,0	25-28	29-33,5	34-38,5	> 39
40-49	< 22,5	22,5-28	29-32,5	33-37,5	> 38
50-59	< 21,5	22-27	28-32,5	33-37,5	> 38
> 59	< 21,5	22-26,5	27-30,5	31-32,5	> 33

Fonte: Wells & Dillon (1952)

### 3.4.7 Preensão manual

Um dos instrumentos reconhecidos na literatura e na clínica para a avaliação de mão é o dinamômetro Jamar (Figura 6). Este instrumento é recomendado pela *American Society of Hand Therapists* (ASHT) para medir a força de preensão na avaliação de pacientes com diversas desordens na extremidade superior, tais como artrite reumatóide, síndrome do túnel do carpo, epicondilite lateral, acidente vascular cerebral, lesões traumáticas e doenças neuromusculares. A mensuração da força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar envolve procedimentos simples, de fácil administração. No entanto, um protocolo deve ser desenvolvido e cuidadosamente seguido. Este aparelho contém um sistema hidráulico fechado que mede a quantidade de força produzida por uma contração isométrica aplicada sobre as alças e a força de preensão da mão é registrada em quilogramas ou libras (Figura 6).



FIGURA 6 Dinamômetro Jamar.  
Fonte: Site - Saúde em movimento (2008)

Para a avaliação da força de preensão, o operador foi colocado confortavelmente sentado, posicionado com o ombro aduzido, o cotovelo fletido

a 90°, o antebraço em posição neutra e, por fim, a posição do punho pode variar de 0° a 30° de extensão, conforme recomendação da ASHT (Figura 7).



FIGURA 7 Posição recomendada para a utilização do dinamômetro Jamar.

A classificação foi feita utilizando-se os dados da Tabela 8, de acordo com a força de preensão das mãos direita e esquerda.

TABELA 8 Classificação para a força de preensão manual para homens

Classificação	Preensão esquerda	Preensão direita
Excelente	>68	>70
Bom	56-67	62-69
Média	43-55	48-61
Fraca	39-42	41-47
Muito fraca	< 39	<41

Fonte: Adaptado de Juvêncio (2000)

Na literatura, encontram-se alguns trabalhos definindo padrões de normalidade da força de preensão para a população em geral. Em um destes

estudos realizados com população brasileira, na faixa etária de 20 a 59 anos de idade, foi encontrada uma média da força de prensão nos homens de 44,2 kg no lado dominante e 40,5 kg no lado não dominante, ressaltando uma diferença percentual média de 10%.

### 3.4.8 Força dos membros inferiores

Partindo da posição em pé, com os pés paralelos e em pequeno afastamento lateral, o operador saltou, de trás da linha de partida, a maior distância possível à frente, com a ajuda da flexão das pernas e utilizando o balanço dos braços (Figura 8). O resultado é dado em centímetro, medindo-se a distância entre a linha de partida e o calcanhar que aterrissou o mais próximo desta linha. São dadas três oportunidades, computando-se o melhor dos três resultados alcançados.

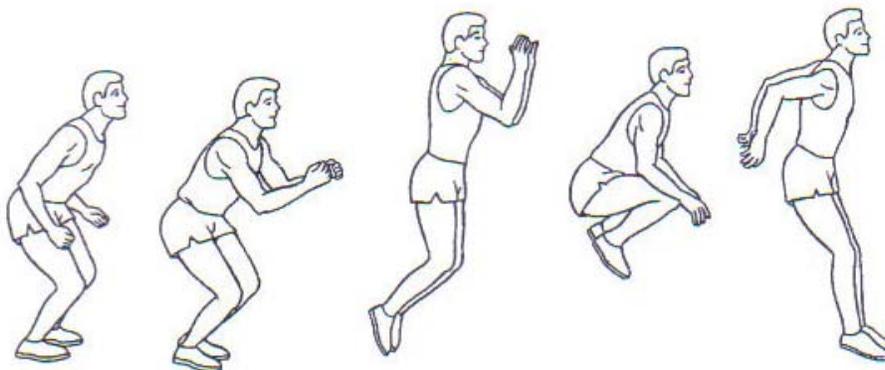


FIGURA 8 Ilustração do Teste Salto Horizontal  
Fonte: Site - Saúde em movimento (2008)

De acordo com a distância conseguida pelo operador, ele recebeu um conceito, conforme dados da Tabela 9. Quanto maior a distância do salto, melhor o conceito atribuído.

TABELA 9 Classificação do Teste Salto Horizontal

Classificação	Resultados
Fraco	<2,30 metros
Regular	2,30-2,49 metros
Bom	2,50-2,69 metros
Muito bom	2,70-2,89 metros
Excelente	>2,90 metros

Fonte: Lancetta (1988)

### 3.4.9 Avaliação da pressão sonora

O ruído pode ser causador de danos muitas vezes irreversíveis à saúde do trabalhador, como a perda de audição temporária ou permanente, efeitos fisiológicos e psicológicos, interferência na conversação e decréscimo da produção. Os limites de tolerância de ruídos encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10 Limites de tolerância a ruído contínuo ou intermitente, de acordo com a Norma Regulamentadora – NR 15, Anexo 1 (Normas Regulamentadoras Comentadas)

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 30 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

Fonte: NR-15

Os dados foram coletados por meio de um decibelímetro. Para caracterização do trabalho, foram utilizadas quatro rotações diferentes do motor (marcha lenta, moderada, média e máxima), com cinco repetições para cada rotação, totalizando vinte valores.

A obtenção de valores médios de nível de ruído foi feita por meio do cálculo do nível equivalente (Leq). Este valor corresponde ao valor integrado

dos níveis de ruído isolados obtidos em intervalos de tempo constantes. Na obtenção de valores de nível de pressão sonora com o decibelímetro, durante certo intervalo de tempo, ocorrem variações nestes valores, visto que este aparelho apresenta o resultado instantâneo de pressão sonora. O  $L_{eq}$  retorna um valor único que, caso se mantivesse constante durante o mesmo intervalo de tempo, resultaria na mesma quantidade de energia sonora presente durante a coleta dos dados variados anteriormente. É obtido por meio da Equação 6:

$$L_{eq} = 10 \cdot \log \left( \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \right) \quad (6)$$

Em que:

$L_{eq}$  = nível de ruído equivalente, em dB(A);

$n$  = número de medições válidas;

$f_i$  = frequência do ruído  $L_i$ , e

$L_i$  = nível de ruído medido a cada 10 segundos, em dB(A).

#### **3.4.10 Medidas das máquinas**

As medidas foram coletadas utilizando-se de uma trena comum, graduada em milímetros. Foram coletadas as medidas da distância do assento ao volante (Figura 9a), distância do assento ao pedal (Figura 9b), distância do assento à plataforma (Figura 9c) e da base do assento (Figura 9d).

As máquinas avaliadas foram as seguintes: MF 265, MF 275, MF 290, MF 295, Valtra BL 88, Valtra 685, Valtra 980, Agralle 4100 e 4200.

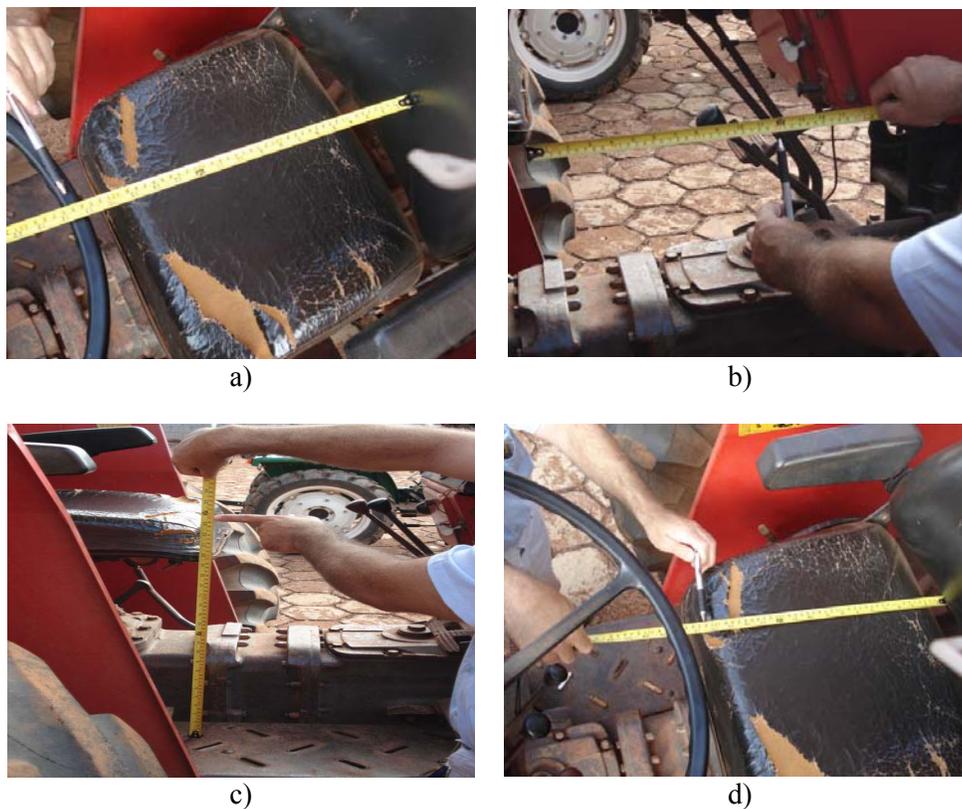


FIGURA 9 Medidas obtidas nas máquinas avaliadas. Em que: a) distância do assento ao volante; b) distância do assento ao pedal; c) distância do assento à plataforma; e da d) base do assento.

#### 3.4.11 Medidas antropométricas dos operadores

As medidas antropométricas coletadas nos operadores foram: o comprimento do braço, do antebraço, da mão, da perna, do pé e da coxa; o alcance do braço, que corresponde ao conjunto braço/antebraço; o alcance da mão, correspondente ao conjunto braço/antebraço/mão e o conjunto perna/pé. Além destas, a altura também se enquadra nas medidas antropométricas. A partir da análise dos dados, para cada medida, foi estipulado um intervalo de confiança

de 95%. Este intervalo de confiança foi usado para comparar as medidas antropométricas dos tratoristas com as medidas coletadas nas máquinas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliações fisiológicas

#### 4.1.1 Idade, altura, massa, IMC e RCQ

Na Tabela 11, estão apresentadas as características básicas de cada operador avaliado. De modo geral, os operadores apresentaram um índice de massa corporal considerado bom, visto que a atividade realizada requer que eles trabalhem na posição sentada durante praticamente todo o tempo. Os outros cinco operadores foram descartados por não apresentarem ficha de avaliação completa.

Na Figura 10 observa-se que a razão cintura-quadril e o índice de massa corpórea apresentam boa correlação ( $R^2 = 0,8663$ ). Este fato já era esperado, visto que quanto maior o valor da RCQ, maior quantidade de gordura e, conseqüentemente, maior a massa do indivíduo.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (1997), o IMC ideal para qualquer indivíduo adulto, independente da profissão, deve ficar entre 18,5 e 24,9 kg/m<sup>2</sup>.

Para os operadores de máquinas agrícolas 4 e 8, foi observado um índice de massa corpórea e relação cintura quadril indesejável. É sugerido, para uma melhora na saúde e, conseqüentemente, nos itens avaliados, que realizem diariamente atividades físicas aeróbicas, conseguindo resultados como a redução de peso e de massa de gordura. Já os operadores 3, 5 e 9 apresentaram resultados excelentes para IMC, RCQ e percentual de gordura.

TABELA 11 Idade, altura, massa, IMC e RCQ dos operadores avaliados

Operador	Idade	Altura (m)	Massa (kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	RCQ
1	28	1,69	75,00	26,25	0,86
2	41	1,76	76,00	24,56	0,85
3	64	1,72	66,00	22,30	0,88
4	55	1,68	92,00	32,59	1,01
5	54	1,63	60,00	22,58	0,86
6	52	1,92	98,00	26,58	0,91
7	30	1,70	75,00	25,98	0,91
8	57	1,63	84,00	31,69	0,99
9	50	1,70	60,00	20,76	0,79
Média	47,89	1,71	76,2	25,92	0,89

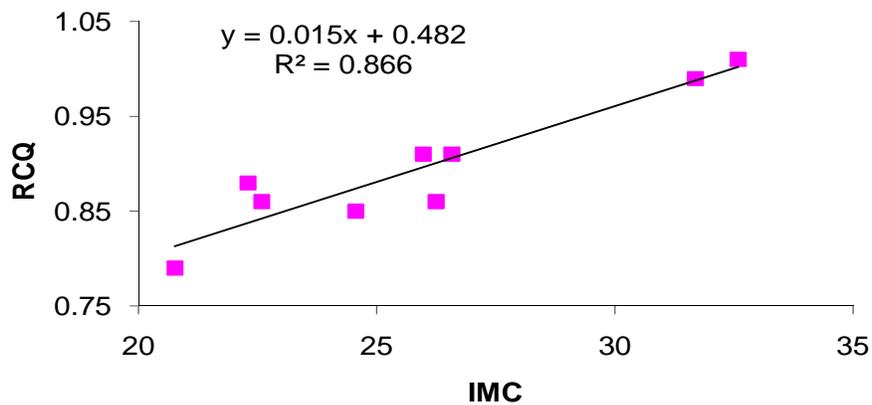


FIGURA 10 Relação entre o índice de massa corporal (IMC) e a razão cintura-quadril (RCQ).

O resultado para o percentual de gordura dos operadores encontra-se na Tabela 12.

TABELA 12 Classificação do percentual de gordura de cada operador

Operador	Idade	% de gordura	Classificação
1	28	19,51	Média
2	41	20,42	Acima da média
3	64	11,50	Excelente
4	55	19,55	Bom
5	54	14,20	Excelente
6	52	15,98	Excelente
7	30	18,58	Média
8	57	15,07	Excelente
9	50	13,43	Excelente
Média	47,89	16,47	Excelente

Os operadores apresentaram um percentual de gordura variando de médio a excelente, de acordo com a idade. Observa-se que os menores percentuais de gordura foram apresentados pelos operadores 3 e 9, justamente os que apresentaram menor IMC.

#### 4.1.2 Aptidão física

Os dados da Tabela 13 representam o tempo gasto para que cada operador percorra a distância de 2.400 metros e também o nível de aptidão física de Cooper ( $VO_2$  máx). O tratorista de número 4 não se apresentava em condições de realizar o teste, devido a uma lesão no joelho. O resultado apresentado justifica a condição de trabalho e sedentarismo dos operadores, apesar de encontramos outras avaliações satisfatórias, como IMC e percentual de gordura.

TABELA 13 Tempo gasto para percorrer 2.400 metros e nível de aptidão física ( $VO_{2max}$ ).

Operador	Idade (anos)	Tempo (segundos)	$VO_{2\ máx}$	Classificação
1	28	790	36,5	Regular
2	41	970	29,7	Muito fraca
3	64	908	31,7	Regular
5	54	909	31,7	Regular
6	52	1145	25,2	Muito fraca
7	30	849	33,9	Fraca
8	57	1160	24,8	Muito fraca
9	50	1087	26,5	Fraca
Média	47,9	977	30,0	Muito fraca

Pode-se constatar que todos os tratoristas apresentaram índices que comprovam a baixa condição física. Neste caso, o trabalho contribui para estes índices, uma vez que os mesmos permanecem sentados durante muito tempo.

Nota-se também que a idade não foi determinante na condição física do operador. Por exemplo, o tratorista número 3, apesar de ter 64 anos, apresentou aptidão física melhor que o tratorista número 7, o qual tem apenas 30 anos. A aptidão física avaliada por meio do teste de volume máximo de oxigênio mostra que o corpo consegue “pegar” o ar dos pulmões, levar até os tecidos através do sistema cardiovascular e usar na produção de energia numa unidade de tempo. Essa situação não aconteceu de forma satisfatória com o operador 8, pois ele apresentou um tempo de 977 segundos, com uma classificação muito fraca. É, portanto, preciso um trabalho de condicionamento físico diário, por meio de exercícios de caminhadas, corridas e alongamentos, evitando o sedentarismo em virtude do tempo de trabalho assentado, um dos motivos que contribuem com índices que comprovam a baixa condição cardiopulmonar.

### 4.1.3 Pressão arterial

A pressão arterial para cada operador está apresentada na Tabela 14. A pressão arterial pós-trabalho corresponde àquela obtida após a realização do teste de 2.400 metros pelo operador. Novamente, para este teste, não foi possível avaliar o operador número 4. Observou-se que, em repouso, todos os operadores apresentaram-se com pressão arterial normal, revelando uma boa condição cardíaca. Na situação de pós-trabalho, somente o operador 1 não apresentou problemas de hipertensão. É importante relatar que a alteração de pressão arterial após esforço físico pode chegar a limites de 160 a 190 mmhg, para pressão arterial sistólica e, na pressão diastólica, ela pode não se alterar permanecendo a mesma que em repouso ou aumentar um pouco, chegando a 100 mmhg, com segurança. Os operadores 8 e 9 apresentaram hipertensão sistólica isolada. Esse fato é comum em pessoas de maior idade. Existe uma maior complacência dos vasos maiores após os 50 anos, entendido como fenômeno normal do envelhecimento.

TABELA 14 Pressão arterial dos operadores nas situações de repouso e pós-trabalho

Oper.	Pressão arterial (mmHg)					
	Repouso			Pós-trabalho		
	PAD*	PAS**	Classificação	PAD*	PAS**	Classificação
1	60	110	Normal	100	130	Normal
2	80	120	Normal	100	160	Hipertensão média
3	70	130	Normal	80	150	Hipertensão leve
5	80	110	Normal	90	150	Hipertensão leve
6	90	130	Normal	100	195	Hipertensão grave
7	70	120	Normal	90	140	Hipertensão leve
8	70	130	Normal	70	180	HSI***
9	70	110	Normal	70	180	HSI***

\*PAD: Pressão arterial diastólica, \*\*Pressão arterial sistólica, \*\*\*Hipertensão sistólica isolada

O exercício físico provoca uma série de respostas fisiológicas resultantes de adaptações autonômicas e hemodinâmicas que vão influenciar o sistema

cardiovascular na prevenção e no tratamento de patologias cardiovasculares. Os operadores de máquinas agrícolas aqui avaliados por meio do teste de consumo de oxigênio e correlacionados com a avaliação de pressão arterial pós-trabalho devem, segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia, adotar como rotina de sua vida, exercícios regulares, com intensidade moderada, de três a seis vezes por semana, com duração de trinta a sessenta minutos.

## 4.2 Biomecânica

No contexto da biomecânica foram avaliadas a força dos membros superiores (FMS) direito e esquerdo, a força dos membros inferiores (FMI) e a flexibilidade.

### 4.2.1 Força dos membros superiores (FMS)

Os resultados da avaliação da força dos membros superiores (FMS), utilizando-se o método de prensão manual com o dinamômetro Jamar, estão apresentados na Tabela 15.

TABELA 15 Força de prensão manual, em kgf, dos operadores e respectiva classificação.

Operador	Idade	Mão esquerda		Mão direita	
		Força	Classificação	Força	Classificação
1	28	51	Média	36	Muito fraca
2	41	48	Média	51	Média
3	64	34	Muito fraca	34	Muito fraca
4	55	54	Média	52	Média
5	54	43	Média	42	Fraca
6	52	63	Bom	60	Média
7	30	40	Fraca	44	Fraca
8	57	45	Média	52	Média
9	50	45	Média	52	Média
Média	47,9	47,0	Média	47,0	Fraca
Desvio Padrão	12,3	8,4		8,5	

Os operadores apresentaram classificação variando de média a muito fraca. Os dados apresentaram grande variação entre os indivíduos. Resultados semelhantes, como menor força encontrada em membro superior principalmente do lado dominante, são encontrados em motorista de ônibus. Jornada de trabalho alta, movimentos repetitivos e sedentarismo concentram motivos suficientes para colocar o trabalhador exposto a numerosos riscos de acidentes e doenças do trabalho. Portanto, entende-se que os operadores de tratores precisam de uma organização maior no trabalho, de forma a definir jornadas, cadências, pausas e outros elementos que contribuam para o bem-estar dos trabalhadores e para a produtividade do trabalho.

#### 4.2.2 Força dos membros inferiores (FMI)

O teste para avaliação da força dos membros inferiores envolve esforço realizado pelas pernas. Para tanto, foi utilizado o teste do salto horizontal. Os resultados e a classificação do teste do salto horizontal dos operadores encontram-se na Tabela 16.

TABELA 16 Distância do salto horizontal e respectiva classificação dos operadores, de acordo com a idade.

Operador	Idade	Distância do salto (m)	Classificação
1	28	1,73	Fraco
2	41	1,70	Fraco
3	64	0,80	Fraco
4	55	0,84	Fraco
5	54	1,54	Fraco
6	52	1,86	Fraco
7	30	2,14	Fraco
8	57	1,85	Fraco
9	50	1,00	Fraco
Média	47,9	1,5	Fraco
Desvio padrão	12,3	0,5	

Observa-se que todos os operadores obtiveram classificação fraca, apontado para uma fraqueza dos membros inferiores, causada, provavelmente, pela ação repetitiva no acionamento dos comandos de pedal. Para que os operadores melhorem a condição de maior força nos membros inferiores com objetivo de ficarem melhores condicionados ao executarem os movimentos de embreagem e frenagem nos tratores agrícolas, a musculação, os alongamentos e a caminhada podem ajudar muito no fortalecimento e no alongamento muscular. Estes são alguns dos recursos que o profissional de educação física pode utilizar para preparar melhor as pessoas para a diversidade de tarefas motoras, evitando a fadiga e o estresse.

#### **4.2.3 Flexibilidade**

Os resultados para o teste de flexibilidade encontram-se na Tabela 17 e mostram o que já era esperado, visto que o trabalho dos tratoristas é realizado na posição sentada, por muitas horas. Com isso, pode ter havido um encurtamento da musculatura do membro inferior envolvida na execução da tarefa. A contribuição do profissional de educação física aplica-se da mesma forma no item que se refere ao trabalho de fortalecimento de membros inferiores e superiores, citados acima. É fundamental a prática de exercícios físicos para que se tenha melhor qualidade de vida. O movimento é usado para interagir com o ambiente, seja para trabalhar ou, simplesmente, para dar uma volta no parque. A compreensão e a prática dos vários aspectos do movimento humano trarão êxito no ambiente de trabalho e propiciará melhores condições de saúde.

TABELA 17 Flexibilidade e classificação de acordo com a idade de cada operador

Operador	Idade	Flexibilidade (cm)	Classificação
1	28	31	Médio
2	41	14	Fraco
3	64	31	Bom
4	55	25	Regular
5	54	21	Fraco
6	52	23	Regular
7	30	29	Médio
8	57	22	Regular
9	50	30	Médio
Média	48	25	Regular
Desvio padrão	12,3	5.7	

### 4.3 Ergonomia

#### 4.3.1 Relação máquina-operador

As médias e o intervalo de confiança das medidas coletadas para a caracterização do padrão antropométrico dos operadores são apresentados na Tabela 18.

TABELA 18 Padrão antropométrico dos operadores de máquinas agrícolas da UFLA

Parâmetro	Média	Intervalo de confiança
Altura (m)	1,71	1,66-1,77
Comprimento do braço (cm)	32,06	29,90-34,21
Comprimento do antebraço (cm)	26,83	26,29-27,38
Comprimento da mão (cm)	18,89	18,28-19,50
Comprimento da perna (cm)	39,94	38,91-40,98
Comprimento do pé (cm)	25,08	24,26-25,91
Comprimento da coxa (cm)	49,28	44,15-54,40
Alcance do braço (cm)	77,78	74,98-80,57
Alcance da mão (cm)	45,72	44,69-46,76
Perna + pé (cm)	65,03	63,62-66,43

No intuito de verificar a conformidade das medidas dos operadores com os tratores da UFLA, foram avaliados alguns requisitos das máquinas, os quais foram comparados com as medidas antropométricas. Neste contexto, a medida da distância do assento ao pedal foi comparada ao conjunto perna-pé, a medida do assento à plataforma comparada com a perna, a base do assento comparada à coxa e a distância do encosto do assento ao volante com o alcance do braço. Estes casos são tratados separadamente a seguir.

Para a identificação dos tratores nos gráficos foi utilizada a Tabela 19.

TABELA 19 Identificação dos tratores nos gráficos.

Máquina	Número
MF-290	1
Green Horse-204	2
Valtra BL-88	3
Ford-4630	4
Valtra Valmet-685	5
MF-96	6
Agrale-4100	7
Agrale-440	8
Valmet-68	9
MF-295	10
MF- 275	11
MF-65X	12

#### 4.3.1.1 Distância do assento ao pedal

Os resultados desta medida para os diferentes tratores encontram-se na Tabela 20. A classificação foi feita de acordo com as medidas dos operadores, cujo intervalo de confiança varia 63,6 cm e 66,4 cm, de acordo com as dimensões do conjunto perna-pé, com valor médio de 65,0 cm.

TABELA 20 Classificação da distância do assento ao pedal dos tratores da UFLA

Máquina	Distância (cm)	Classificação
MF-290	30	abaixo
Green Horse-204	35	abaixo
Valtra BL-88	38	abaixo
Ford-4630	30	abaixo
Valtra Valmet-685	56	abaixo
MF-96	41	abaixo
Agrale-4100	44	abaixo
Agrale-440	38	abaixo
Valmet-68	30	abaixo
MF-295	45	abaixo
MF- 275	43	abaixo
MF-65X	24	abaixo

Pela Figura 11, pode-se observar que todas as máquinas apresentaram medidas da distância do assento ao pedal abaixo dos padrões dos operadores, representado pelas linhas que correspondem ao limite superior e inferior do intervalo de confiança. Neste caso, esse fator contribui para o acesso ao pedal. Em contrapartida, uma medida muito pequena pode ocasionar fadiga muscular precoce, devido ao encolhimento dos músculos da coxa em um ângulo menor que 90°.

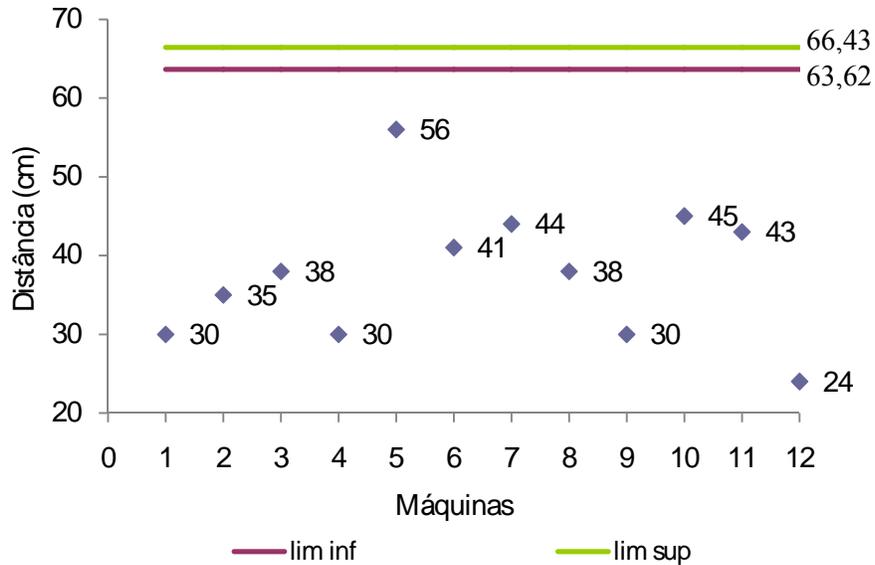


FIGURA 11 Distribuição dos valores da distância do assento ao pedal das máquinas em relação ao padrão antropométrico dos operadores

#### 4.3.1.2 Distância do assento à plataforma

Os resultados comparativos desta medida com os diferentes tratores encontram-se na Tabela 21. A classificação, segundo as medidas dos operadores, varia entre 38,9 e 40,9 cm, de acordo com o intervalo de confiança para as dimensões da perna, com valor médio de 39,9 cm.

Na Figura 12, observa-se que todos ficaram acima do limite superior para o padrão antropométrico dos operadores. Com isso, os operadores podem encontrar dificuldade para apoiar o pé durante a jornada de trabalho, ocasionando prejuízo no rendimento do trabalho e na disposição do operador. O ideal é que todas as máquinas tivessem regulagem de assento. Como essa não é a realidade do nosso estudo, é preciso que se interfira de maneira a melhorar a condição física dos operadores e considerar as características dos operadores e

do trabalho que se realiza, estabelecendo a correta adaptação dos componentes do sistema homem-máquina.

TABELA 21 Classificação da distância do assento à plataforma dos tratores da UFLA

Máquina	Distância (cm)	Classificação
MF-290	60	Acima
Green Horse-204	45	Acima
Valtra BL-88	50	Acima
Ford-4630	52	Acima
Valtra Valmet-685	46	Acima
MF-96	48	Acima
Agrale-4100	47	Acima
Agrale-440	55	Acima
Valmet-68	48	Acima
MF-295	45	Acima
MF- 275	62	Acima
MF-65X	57	Acima

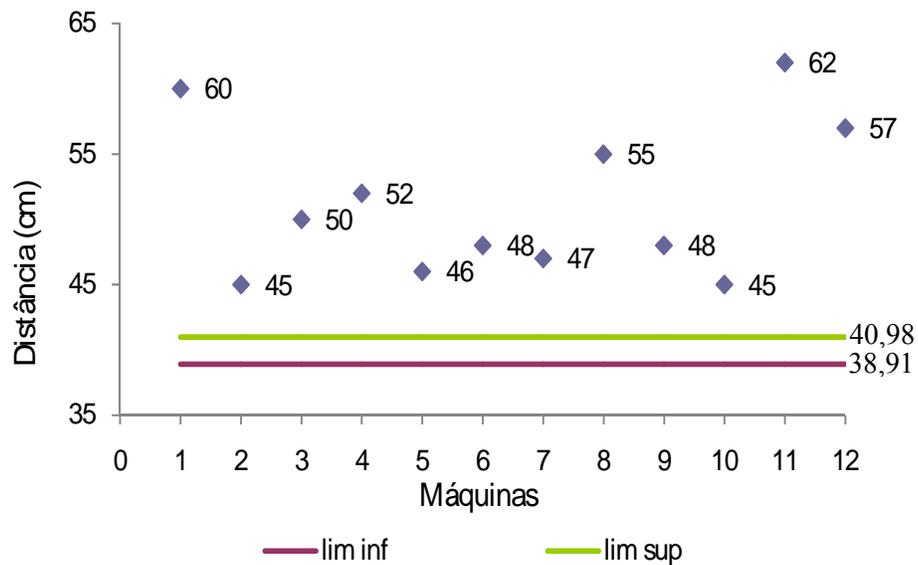


FIGURA 12 Distribuição dos valores da distância do assento à plataforma das máquinas em relação ao padrão antropométrico dos operadores

#### 4.3.1.3 Base do assento

Para este caso, utilizou-se a medida da coxa do operador cujo intervalo de confiança variou de 44,1 a 54,4 cm, com média de 49,3 cm. Os resultados comparativos desta medida com os diferentes tratores encontram-se na Tabela 22.

TABELA 22 Classificação da distância da base do assento dos tratores da UFLA

Máquina	Distância (cm)	Classificação
MF-290	43	Abaixo
Green Horse-204	31	Abaixo
Valtra BL-88	41	Abaixo
Ford-4630	36	Abaixo
Valtra Valmet-685	41	Abaixo
MF-96	42	Abaixo
Agrale-4100	32	Abaixo
Agrale-440	35	Abaixo
Valmet-68	36	Abaixo
MF-295	38	Abaixo
MF- 275	38	Abaixo
MF-65X	36	Abaixo

De acordo com a Figura 13, observa-se que as medidas das máquinas encontram-se abaixo do limite inferior do padrão, comparando com a antropometria da coxa dos operadores. Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (1999), o assento tem, em média, 45 cm de largura e 38 cm, em média, de profundidade. As máquinas avaliadas apresentam-se dentro dos parâmetros da ABNT, mas não a antropometria dos operadores da Universidade Federal de Lavras. Este fato pode ser considerado desejável, uma vez que proporciona a acomodação de parte da base da coxa e ainda permite que o joelho se dobre em 120 graus, para acionar os comandos de freio e embreagem.

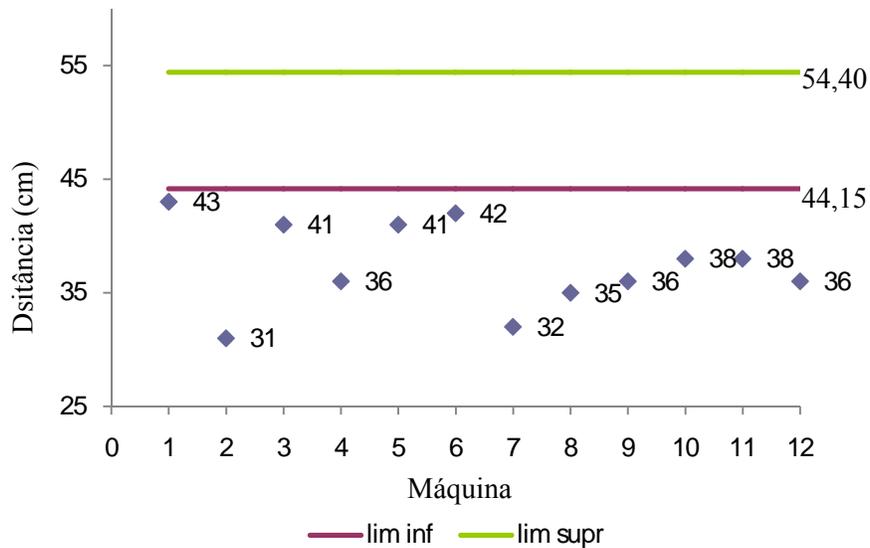


FIGURA 13 Distribuição dos valores da base do assento das máquinas em relação ao padrão antropométrico dos operadores

#### 4.3.1.4 Distância do encosto do assento ao volante

Os resultados desta medida nos tratores encontram-se na Tabela 23. A distância, segundo as medidas dos operadores, deve ficar abaixo da faixa do intervalo de confiança, que varia entre 74,9 e 80,6 cm, de acordo com as dimensões do alcance do braço. A média dos operadores foi de 77,8 cm.

TABELA 23 Classificação da distância do encosto do assento ao volante dos tratores da UFLA

Máquina	Distância (cm)	Classificação
MF-290	44	Abaixo
Green Horse-204	51	Abaixo
Valtra BL-88	60	Abaixo
Ford-4630	47	Abaixo
Valtra Valmet-685	53	Abaixo
MF-96	52	Abaixo
Agrale-4100	46	Abaixo
Agrale-4400	39	Abaixo
Valmet-68	50	Abaixo
MF-295	49	Abaixo
MF- 275	44	Abaixo
MF-65X	45	Abaixo

Observa-se, na Figura 14, que todos os tratores apresentaram medidas abaixo do limite inferior do intervalo de confiança. Este fato não é considerado ideal, uma vez que não proporciona ao operador a possibilidade de conduzir os comandos do trator sem precisar remover a coluna do encosto do assento, se considerar a antropometria de alcance do braço. O ideal é trabalhar com um ângulo de 90 graus, formado pela antropometria do alcance da mão. Assim, pode-se ter uma situação mais confortável e ideal para se dirigir o trator com segurança e ergonomia.

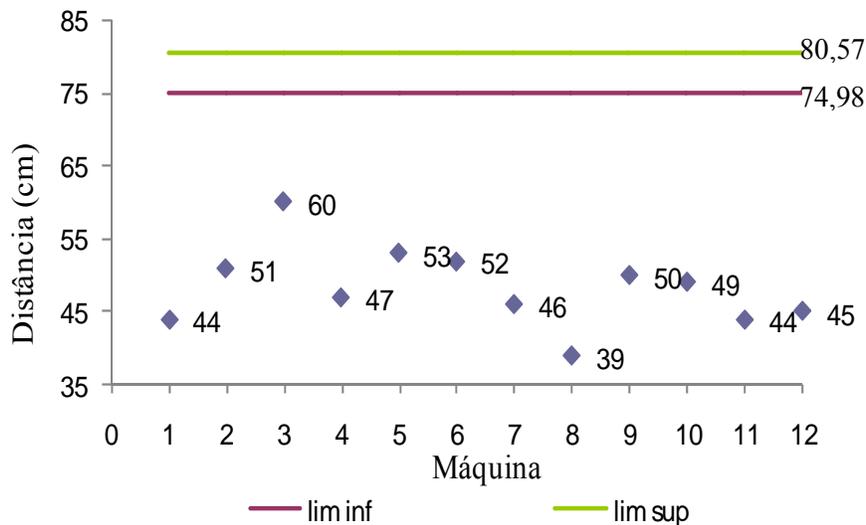


FIGURA 14 Distribuição dos valores da distância do encosto assento ao volante das máquinas em relação ao padrão antropométrico dos operadores

#### 4.3.2 Pressão sonora

Os resultados para o nível de ruído estão apresentados na Tabela 24.

De acordo com os dados, pôde-se constatar que o uso de equipamento de proteção individual (EPI) torna-se obrigatório na atividade realizada, devido aos altos níveis de ruído e à carga horária de serviço. O não cumprimento dessa exigência pode levar o operador a problemas de fadiga precoce, prejudicando a saúde e o rendimento operacional. De acordo com a NR-15, a intensidade máxima de exposição diária permitida para uma cara horária de 8 horas sem EPI de trabalho é de 85 dB. Dessa forma, pode-se constatar que todas as máquinas emitem ruídos acima deste valor, sendo consideradas inapropriadas para o trabalho sem a devida proteção do operador, como o uso de protetores auriculares. O Instituto Nacional Americano de Padronização (ANSI S 12.6 de 1997) define os parâmetros de atenuação para três classificações de protetores auditivos: protetores do tipo concha, atenuação de 75%; para protetores de

inserção automoldáveis, 50% e, para todos os outros tipos de protetores, 30% de atenuação.

TABELA 24 Nível equivalente de ruído e tempo máximo de exposição diária ao ruído dos tratores avaliados

Máquina	Leq dB	Tempo máximo de exposição diária
MF-290	98	1 hora e 15 minutos
Green Horse-204	99	1 hora e 15 minutos
Valtra BL-88	106	25 minutos
Ford-4630	100	1 hora
Valtra Valmet-685	107	20 minutos
MF-96	105	30 minutos
Agrale-4100	98	1 hora e 15 minutos
Agrale-4400	100	1 hora
Valmet-68	108	20 minutos
MF-295	106	25 minutos
MF- 275	103	40 minutos
MF-65X	110	15 minutos
Média	103,3	40 minutos

## 5 CONCLUSÕES

- Fisiologicamente, os tratoristas apresentaram, em média, um leve sobrepeso com um percentual de gordura considerado excelente e pressão arterial normal.
- Apresentaram também capacidade física muito baixa.
- Verificou-se também forte correlação entre o índice de massa corporal e a razão cintura-quadril.
- Os tratoristas apresentaram resultados variando de médios a muito fracos para a força de preensão manual.
- Para a força dos membros inferiores, todos os operadores foram classificados como fracos.
- Com relação à flexibilidade, os operadores apresentaram um resultado classificado como flexibilidade regular.
- Apenas à distância do assento à plataforma apresentou valores que necessitam de correções nas máquinas, todos ficaram acima do limite superior para o padrão antropométrico dos operadores.
- O nível de ruído apresentou-se excessivamente elevado para todas as máquinas, sendo obrigatório o uso de protetor auricular (EPI).

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J. I. Ergonomia; Modelo, Métodos e Técnicas. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ERGONOMIA, 2., SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 6., 1993, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABERGO/Fundacentro, 1993.

ABRERA, M. A. S.; JACOB FILHO, W. Obesidade em idosos: prevalência, distribuição e associação com hábitos e co-morbidades. **Arquivo Brasileiro Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 45, n. 5, p. 494-501, ago. 2001.

ALBUQUERQUE, F. J. B. de. **Estudio del cooperativismo agrario desde la perspectiva de la psicologia social**. 1994. Tese (Doutorado em Psicologia Social) - Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

ALMEIDA, W. F.; PEREIRA, A. P. Problemas de saúde ocupacional na Agricultura. **O Biólogo**, São Paulo, v. 39, n. 9, p. 233– 239, set. 1973.

AMADIO, A. **Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento humano**. São Paulo: USP, 1996.

ALVAREZ, B. R., DUARTE, M. F. S. Methodology for evaluating- the quality of life related to worker's health. In: TRIENNIAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, 13., 1997, Helsinki. **Proceedings...** Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health 1997. v. 5, p. 289.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4253**. Tratores agrícolas: acomodação do assento do aperfeiçoamento. Rio de Janeiro, 1999.

ASSUNÇÃO, A. A.; ROCHA, L. E. Agora... até namorar fica difícil: uma história de lesões por esforços repetitivos. In: BUSCHINELLI J. T. P., ROCHA, L. E., RIGOTTO, R. M. (Org.). **Isto é trabalho de gente? Vida, doença e trabalho no Brasil**. Petrópolis: Vozes; 1994. p. 461-493.

AZEVEDO, C. M. I. de. Dermatologia. In: BENSOUSSSEN, E.; RIBEIRO, J. F. **Medicina e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1992. 232 p.

AZEVEDO, M. A. de. Recrutamento e seleção: orientação para a saúde mental. **Caderno de Psicologia de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, v. 2, n.3, p. 47-60, dez. 1998.

BAEZA, A. B.; CASABELLA, E. P. Avaliação ergonômica de uma cabine para colhedora de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 19, n. 72, p. 59-64, out./dez. 1991.

BARREIROS, L., BAPTISTA, F. BRITO, J. Análise da carga de trabalho: aplicações em serviços administrativos e contexto industrial. In: SIMPÓSIO EUROPEU DE ERGONOMIA, 2., 1992, Estoril. **Anais...** Estoril: Faculdade de Motricidade Humana, 1992. p. 79-103.

BARROS, I. F. R. **Fatores antropométricos e biomecânicos da segurança no trabalho:** uma contribuição à análise de sistemas homem-máquina sob o ponto de vista da ergonomia. Manaus: UFAM, 1996. 122 p.

BERASATEGUI, M. B. R. **Modelización y simulación Del comportamiento de um sistema mecánico com suspensión aplicado a los asientos de los tractores agrícolas.** 2000. 264 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2000

BOVENZI, M.; BETTA, A. Low-back disorders in agricultural tractor drivers exposed to whole-body vibration and postural stress. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 231-241, Aug. 1996.

BRASIL. Lei n. 9528, 10 dez. 1997. Altera dispositivos das leis n. 8.212 e n. 8213 de 24 de julho de 1991 e dá outras providências. Atualização clínica dos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 131, p. 14231-14233, 10 dez. 1997. Seção 3.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil:** organização dos textos, notas remissivas e índices por Juarez de Oliveira. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 1989. (Série Legislação Brasileira).

BRASIL Decreto-lei n. 83080, de 24 de janeiro de 1979. Consolida as leis de Previdência Social (art. 318 define o acidente de trabalho rural; no anexo 8º cita

a intoxicação por agrotóxicos). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 já. 1979.

BRASIL Ministério da Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Área Técnica de Saúde do Trabalhador. **Caderno de Saúde do Trabalhador: Legislação**. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas, Área Técnica de Saúde do Trabalhador; elaborado e organizado por Letícia Coelho da Costa. Brasília: Ministério da Saúde, 2001. 124p.

BRASIL Ministério da Saúde. **Manual de lesões suspeitas do câncer de boca**. Brasília: Instituto Nacional do Câncer. 36 p. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br>>. Acesso em: 22 dez. 2002a.

BRASIL Ministério do trabalho e do Emprego. **Normas de Segurança e Saúde no Trabalho**. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>> Acesso em: 10 dez. 2002b.

BRASIL Ministério do Trabalho. Portaria n. 3214, 8 de junho de 1978. Normas Regulamentadoras sobre segurança e medicina do trabalho. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 jun. 1978.

CAÑAVATE, J. Ergonomia higiene e segurança nos tratores e máquinas agrícolas. **Máquinas Tratores Agrícolas**, Madrid, v. 3, n. 1, p. 57-65, 1982.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultriz, 1982.

CODO, W.; ALMEIDA, M. C. (Org.). **L.E.R.: lesões por esforço repetitivo**. Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

COUTO, J. L. V. do. **Segurança no trabalho rural**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/acidente.htm>>. Acesso em: 10 set. 2003.

CUTULI, J. A.; CAMPANUCCI, L.; TUSIANI, M. O. **Seguridad y higiene en el trabajo**. Buenos Aires: Instituto Argentino, 1977. 512 p.

DALLARI, S. G. **Os estados Brasileiros e o direito à saúde**. São Paulo: Hucitec, 1995.

DEJOURS, C. **A loucura do trabalho**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1988.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Edgar Blücher, 1995.

FEBO, P.; PESSINA, D. Survey of the working condition of used tractors in Northern Italy. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 62, p.193-202, Nov. 1995.

FERREIRA, D. M. P. **Pesquisa antropométrica e biomecânica dos operários da indústria de transformação – RJ**: I – medidas para postos de trabalho. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 1988. 128 p.

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

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Tradução de João Pedro Stein. Porto Alegre: Bookman, 1998.

HAY, J. **The biomechanics of sports techniques**. Englewo Cliffs: Prentice-Hall, 1978.

HELFENSTEIN JÚNIOR, M. **Lesões por esforços repetitivos (LER/DORT): conceitos básicos**. São Paulo: Schering-Plough, 1998. v. 1, 3.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo: Edgar Blucher, 1990.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produto. São Paulo: E. Blücher, 1993

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo: Edgar Blücher, 1997. 468 p.

IIDA, I.; WIERZBICKI, H. A. J. **Ergonomia**. São Bernardo do Campo: Cultura, 1973. 292 p.

INSTITUTO NACIONAL AMERICANO DE PADRONIZAÇÃO – ANSI. **ANSI S 12.6**. Testes de dispositivos de proteção auditivas. 1997.

INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. **New Standards on Safety and Health in Agriculture**. September, 2001. Disponível em <  
<http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/agriculture/newstd.htm> >  
Acesso em: 08 nov. 2001.

JANICAK, C. A. Occupational fatalities to workers age 65 and older involving tractors in the crops production agriculture industry. **Journal of Safety Research**, Oxford, v. 31, n. 3, p. 143-148, 2000.

JANOWITZ, I.; FAUCETT, I. L.; MEYERS, J. M.; MILES, J. A. Reducing risk factors for the development of work-related musculoskeletal disorders in nurse work. **Applied Occupational and Environmental Hygiene**, Seattle, v. 13, n. 1, p. 9-14, Jan. 1998..

KROEMER, K. H. E. Averting C. T. D. in Shop and Office. In: INTERNATIONAL ERGONOMIC ASSOCIATION WORLD CONFERENCE; LATIN AMERICAN CONGRESS, 3., BRAZILIAN ERGONOMICS CONGRESS, 7., 1995, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: ABE, 1995.

LAURELL, A. M. **Processo de produção e saúde: trabalho e desgaste operário**. São paulo: Hucitec, 1989.

LILJEDAHN, J. B.; CARLETON, W. M.; TURNQUIST, P. K.; SMITH, D. W.; HOKI, M. **Tractors and their power units**. 4. ed. St. Joseph: ASAE, 1996. p. 203-232.

MALHADAS, Z. Z. **Dupla ação: conscientização e educação ambiental para a sustentabilidade- a agenda 21 vai à escola**. Curitiba: UFPR, 2001. 39 p.

MANUAL de aplicação da Norma Regulamentadora n. 17. 2. ed. Brasília: TEM/SIT, 2002. 95 p.

MATOS, C. H., PROENÇA, R. P.C., DUARTE, M. F. S., ANLER, F. Posturas e movimentos no trabalho: um estudo cineantropométrico de uma unidade de alimentação e nutrição hospitalar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO, 15., 1998, Brasília. **Anais ...** Brasília: UNIRIO, 1998.

MARQUEZ, L. **Ergonomia e segurança no projeto e utilização de máquinas agrícolas**. Santa Maria: UFSM, 1997.

MÁRQUEZ, L. Solo tractor'90. In: \_\_\_\_\_. **Ergonomía y seguridad en los tractores agrícolas**. Madrid: Laboreo, 1990. Cap. 4, p. 146-207.

MAXIMIANO, A. A. **Teoria geral da administração**: da economia clássica ao sistema toyota de produção. São Paulo: Atlas, 2002.

MCGINNIS, P. **Biomechanics of sports and exercise**. Champaign: Human Kinetics, 1999.

MEHTA, C. R.; TEWARI, V. K. Seating discomfort for tractor operators – a critical review. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Amsterdam, v. 25, n. 6, p. 661-674, June 2000.

MEIRELLES, C. E. Tratores agrícolas. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 4, n. 14, p. 71-80, 1976.

MELO, M. A. G. de; RIBEIRO, R. M. L. Osteoarticular. In: BENSOUSSSEN, E. et al. **Medicina e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1992. 232 p.

MENDES, René. **Patologia do trabalho**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1995.

MEYERS, J. **Occupational injuries in Califórnia agriculture 1981-1990**. AgSafe and UC Division of Agriculture and Natural Resources. 1992.

MICHEL, O. **Acidentes do trabalho e doenças ocupacionais**. 2. ed. São Paulo: LTr, 2001. 408 p.

MINETTE, J. L. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. 1996. 211 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MONTEIRO, R. A.; ADISSI, P. J. Análise dos riscos ergonômicos da atividade de aplicação manual de herbicidas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL, João Pessoa, 2000. **Anais...** João Pessoa: UFPB/PGNA, 2000. 1 CD ROM.

MONTMOLLIN, M. **A ergonomia**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. 159 p.

MORAES, A. de. **Aplicação de dados antropométricos**: dimensionamento da interface homem-máquina. 1983. 522 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MORAES, M.; MIGUEZ, S. A. **LER/DORT**: prevenção, tratamento & noções básicas de ergonomia. Campinas: [s.n.], 1998. Apostila de atualização do curso de fisioterapia.

MOTTA, F. C. P. **Teoria das organizações**: evolução e crítica. São Paulo: Pioneira, 1986.

MURREL, K. F. H. **Ergonomics**: man in his working environment. London: Chapman & Hall, 1965. 496 p.

NAHAS, M.V. Atividade física como fator de qualidade de vida. **Revista Artus**, v. 13, n. 1, p. 21-27, 1995.

NICOLETTI, S. (Org.). **L. E. R. Lesões por esforço repetitivo**: literatura técnica e continuada. São Paulo: Bristol-Myers Squib Brasil, 1996. v. 1-5.

NOSELLA, P. Trabalho e educação. In: MINAYO-GOMEZ, C.; FRIGOTTO, G.; ARRUDA, M.; ARROIO, M.; NOSELLA, P. **Trabalho e conhecimento**: dilemas na educação do trabalhador. São Paulo: Cortez. p. 27-42.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Índice de massa corpórea**. 1997. Disponível em: <<http://www.saudeemmovimento.com.br>>. Acesso em: jan. 2008.

OIGMAN, W. Cardiovascular. In: BENSOUSSSEN, E.; RIBEIRO, J. F. (Coord.). **Medicina e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1992. 232 p.

OLIVEIRA, C. R. de. L.E.R. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 19, n. 70, p. 59-85, abr.-jun. 1991.

POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. K. **Exercícios na saúde e na doença**: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1993. 718p.

PURCELL, W. F. H. Human factors in tractor design. In: LILJEDAHL, J. B.; TURNQUIST, P. K.; SMITH, D. W. **Tractors and their power units**. Saint Joseph: ASAE, 1996. Cap. 9, p. 203-239.

RIBEIRO, M. P. **Avaliação ergonômica de tratores com potência de 55,2; 77,3 e 110 kW**. 2000. 49 f. Monografia (Trabalho de Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ROBIN, P. **Segurança e ergonomia em maquinaria agrícola:** tratores agrícolas. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1987. p. 11-15.

ROBIN, P. **Segurança e ergonomia em máquinas agrícolas:** máquinas e implementos agrícolas. São Paulo: NSI/MA, 1988. 18 p.

ROCHA, L. E. **Tenossinovite como Doença do trabalho no Brasil. A Atuação dos Trabalhadores.** Dissertação de Mestrado, São Paulo: Departamento de Medicina Preventiva, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 1989.

RODRIGUES, M. V. C. **Qualidade de vida no trabalho:** evolução e análise no nível gerencial. Petrópolis: Vozes, 1994.

ROSARIO, E. C. **Qualidade de vida no trabalho:** como medir para melhorar. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.

ROZIN, D. **Conformidade do posto de operação de tratores agrícolas nacionais com normas de ergonomia e segurança.** 2004. 186 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SANTOS, N. **Curso de Engenharia Ergonômica do trabalho.** Florianópolis: UFSC, 1993. 123 p. Notas de aulas.

SCHLOSSER, J. F. **Tratores agrícolas.** Santa Maria: NEMA/CCR/UFSM, 1998. 64 p. (Série Técnica – Módulo II).

SCHLOSSER, J. F. **Tratores agrícolas.** Santa Maria: UFSM, 2001. 63 p. (Série técnica, I).

SCHLOSSER, J. F.; DEBIASI, H.; PARCIANELLO, G.; RAMBO, L. Antropometria Aplicada aos Operadores de Tratores Agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 983-988, nov./dez. 2002

SEGURANÇA e medicina do trabalho. **Normas Regulamentadoras: NRs.** São Paulo: Atlas, 1995.

SIQUEIRA, C. A. A. **Um estudo antropométrico de trabalhadores brasileiros.** Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ, 1976. 53 p.

SPRINGFELDT, B. Rollover of tractors: international experiences. **Safety Science**, Amsterdam, v. 24, n. 2, p. 95-110, Nov. 1996.

TAVARES, E. L.; ANJOS, L. A. dos. Perfil antropométrico da população idosa brasileira: resultados da pesquisa nacional sobre saúde e nutrição. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 4, p. 759-768, out./dez. 1999.

VILELA, E. M.; MENDES, I. J. M. **Entre Einstein e Newton:** desmedicalizando o conceito saúde. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 83 p.

WITNEY, B. **Choosing and using farm machines.** Harlow: Longman Scientific and Technical, 1988. p. 28-94.

YADAV, R.; TEWARI, V. K.; PRASAD, N. An anthropometric model of indian tractor operators. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, Oxford, v. 30, n. 1, p. 25-28, Jan. 1999.

YADAV, R.; TEWARI, V.K. Tractor operator workplace design – a review. **Journal of Terramechanics**, v.35, p.41- 53, 1998.