

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO AMBIENTE DE TRABALHO PARA
OPERADORES DE TRATORES E COLHEDORAS AGRÍCOLAS**

MARCO ANTÔNIO ROSSI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia – (Energia na Agricultura).

BOTUCATU - SP

março – 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO AMBIENTE DE TRABALHO PARA
OPERADORES DE TRATORES E COLHEDORAS AGRÍCOLAS**

MARCO ANTÔNIO ROSSI

Orientador: Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia – (Energia na Agricultura).

BOTUCATU - SP

março – 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

R833a Rossi, Marco Antônio, 1963-
Análise ergonômica do ambiente de trabalho para operadores de tratores e colhedoras agrícolas / Marco Antônio Rossi. - Botucatu : [s.n.], 2007.
xi, 128 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2007
Orientador: João Eduardo Guarnetti dos Santos
Inclui bibliografia

1. Ergonomia. 2. Antropometria. 3. Biomecânica. 4. Conforto humano. 5. Ruído. I. Santos, João Eduardo Guarnetti dos. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

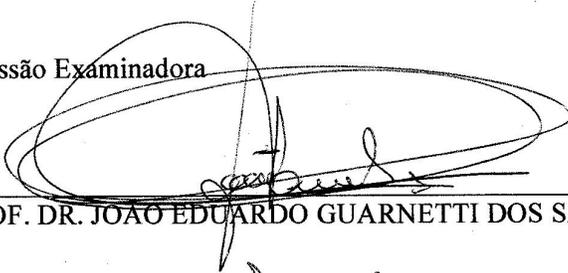
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: ANÁLISE ERGONÔMICA DO AMBIENTE DE TRABALHO PARA
OPERADORES DE TRATORES E COLHEDORAS AGRÍCOLAS.**

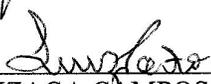
ALUNO: MARCO ANTÔNIO ROSSI

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS



PROF. DR. LUIZ GONZAGA CAMPOS PORTO



PROF. DR. MARZILDA DOS SANTOS MENEZES



PROF. DR. ANTONIO GABRIEL FILHO



DR. JAIR ROSAS DA SILVA

Data da Realização: 30 de março de 2007.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo.

A minha família que através do apoio em vários aspectos facilitaram e ajudaram para que eu pudesse superar os meus limites.

Ao Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos pela orientação e paciência.

Aos amigos professores do Departamento de Artes e Representação Gráfica da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação pelas sugestões e apoio.

A Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Botucatu – Fazenda Lageado, pelo apoio em várias etapas da tese.

Aos funcionários da Universidade Estadual Paulista – Fazenda Lageado – Câmpus de Botucatu, Supervisão da Fazenda, sendo eles: Anselmo, Sr Toninho, Luciano, entre outros e principalmente aos operadores das máquinas agrícolas que estiveram sempre disponíveis para as pesquisas.

Ao engenheiro agrônomo, Alessandro Marques dos Santos pelo apoio técnico durante a coleta de dados.

A bibliotecária e amiga Maricy Favaro Braga da Biblioteca da UNESP – Câmpus de Bauru pelo apoio técnico e amigo.

A Mara Lúcia Ceschini Furtado pelo apoio das análises estatísticas e por suas sugestões nos levantamentos de dados.

SUMÁRIO

	Página
1. RESUMO.....	01
2. SUMMARY.....	03
3. INTRODUÇÃO.....	05
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	08
4.1 Ergonomia.....	08
4.1.1 Evolução da ergonomia.....	10
4.1.2 Ergonomia útil, prática e aplicada.....	14
4.1.3 Sistemas de interfaces – ação e informação.....	16
4.1.4 Ação ergonômica das máquinas.....	18
4.1.5 Ambiente de trabalho e tecnologia.....	20
4.1.6 Análise ergonômica do trabalho.....	25
4.2 Antropometria.....	29
4.3 Biomecânica – controle e manejo.....	39
4.4 Conforto – assentos e suas conformidades.....	52
4.5 Ruído.....	63
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	67
5.1 Antropometria.....	67
5.1.1 Análise de variância.....	69
5.2 Biomecânica – controle e manejo.....	69
5.3 Conforto – assentos e suas conformidades.....	73
5.3.1 Questionário – conforto dos assentos.....	74
5.3.2 Medição dos assentos de máquinas agrícolas.....	74
5.3.3 Posturas assumidas.....	74
5.4 Ruído.....	75
5.4.1 Análise de variância.....	77
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
6.1 Antropometria.....	78

6.1.1 Medidas antropométricas.....	79
6.2 Biomecânica – controle e manejo.....	81
6.2.1 Posições dos controles e manejos da colhedora agrícola MF 1630.....	83
6.2.2 Posições dos controles e manejos do trator agrícola MF 296.....	86
6.2.3 Posições dos controles e manejos do trator agrícola NH 3030.....	89
6.3 Conforto – assentos e suas conformidades.....	93
6.3.1 Questionário - conforto dos assentos.....	93
6.3.2 Coleta de medidas dos dez assentos de máquinas agrícolas.....	104
6.3.3 Análise de postura - método OWAS.....	106
6.4 Ruído.....	108
6.4.1 Ruído com o motor em baixa rotação.....	109
6.4.2 Ruído com o motor em média rotação.....	110
6.4.3 Ruído com o motor em rotação de serviço em movimento.....	111
7. CONCLUSÃO.....	113
REFERÊNCIAS.....	116
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	123
APÊNDICE 1.....	125
APÊNDICE 2.....	127

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Ergonomia com tecnologia de interfaces.....	13
Figura 2 - Interdisciplinaridade da ergonomia.....	14
Figura 3 - Evolução das técnicas e das tarefas.....	15
Figura 4 - Diagrama indivíduo / máquina.....	16
Figura 5 - Controle das tomadas de informação e das ações.....	17
Figura 6 - Três tipos básicos do ser humano.....	30
Figura 7 - Dados antropométricos de base de população masculina.....	33
Figura 8 - Dados antropométricos de base de população feminina.....	34
Figura 9 - Medidas antropométricas de homens e mulheres.....	36
Figura 10 - O espaço vertical de apreensão no plano sagital.	43
Figura 11 - Espaço de apreensão horizontal na altura de uma mesa.	44
Figura 12 - Espaço de ação dos pés.....	44
Figura 13 - A linha normal de visão.....	45
Figura 14 - Medidas antropométricas das mãos.....	47
Figura 15 - Áreas de máximo e ótimo nas dimensões x / y.....	48
Figura 16 - Áreas de máximo e ótimo nas dimensões x / z.....	48
Figura 17 - Área ótima e máxima para controles ativados com os pés.....	49
Figura 18 - Alcances máximos verticais	50
Figura 19 - Escolha do tipo de indicador.....	51
Figura 20 - Os dois tipos básicos de manejo.....	52
Figura 21 - Corte esquemático de duas vértebras com o disco entre elas.	55
Figura 22 - A rotação da bacia na passagem do estar em pé para o estar sentado.....	55
Figura 23 - Estrutura dos ossos da bacia mostra as tuberosidades isquiáticas.....	56
Figura 24 - Contato da nádega com o assento através das tuberosidades isquiáticas.....	57
Figura 25 - Perfil de cadeira.....	57
Figura 26 - Posições assumidas pela coluna na postura sentada.....	59

Figura 27 - Códigos do sistema OWAS para registro de postura.....	60
Figura 28 - Dimensões básicas de assentos.....	62
Figura 29 - Painel para coleta de estaturas.....	68
Figura 30 - Detalhe de órgãos de controle e manejo de máquinas agrícolas.....	71
Figura 31 - Dispositivo de madeira para simulação do SIP.....	71
Figura 32 - Dispositivo de madeira (SIP) em medição.....	72
Figura 33 - Exemplo de amortecedor do assento de máquina agrícola.....	73
Figura 34 - Trator agrícola MF 283E roçadora.....	75
Figura 35 - Estimativa antropométrica - Operador (A).....	79
Figura 36 - Referência das coordenadas x/y da colhedora MF 1630	84
Figura 37 - Referência das coordenadas x/z da colhedora MF 1630	85
Figura 38 - Referência das coordenadas x/y do trator MF 296.....	87
Figura 39 - Referência das coordenadas x/z do trator MF 296.....	88
Figura 40 - Referência das coordenadas x/y do trator NH 3030.....	90
Figura 41 - Referência das coordenadas x/z do trator NH 3030.....	91
Figura 42 - Assento do trator agrícola MF 65X.....	93
Figura 43 - Assento do trator agrícola MF 178.....	94
Figura 44 - Assento do trator agrícola MF 235.....	95
Figura 45 - Assento do trator agrícola MF 265E.....	96
Figura 46 - Assento do trator agrícola MF 283E.....	97
Figura 47 - Assento do trator agrícola MF 296.....	98
Figura 48 - Assento do trator agrícola MF 299E.....	99
Figura 49 - Assento da colhedora agrícola MF 1630.....	100
Figura 50 - Assento da colhedora agrícola MF 3640.....	101
Figura 51 - Assento do trator agrícola MF 3030.....	102
Figura 52 - Códigos de observação do método OWAS.....	106
Figura 53 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em baixa rotação	109
Figura 54 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em média rotação.....	111
Figura 55 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em rotação de serviço ..	112

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Procedimentos de pesquisa em ergonomia e as etapas da AET.....	29
Tabela 2 - Medidas do corpo humano – homem e mulher - da população alemã.....	37
Tabela 3 - Necessidades calóricas diárias.....	41
Tabela 4 - Classificação dos indivíduos pelo índice de massa corporal	41
Tabela 5 - Medidas antropométricas das mãos	47
Tabela 6 - Sistema OWAS: classificação das posturas de acordo com a duração das posturas.....	61
Tabela 7 - Variáveis para dimensões básicas nas posturas: ereta e relaxada.....	62
Tabela 8 - Limites de tolerância para ruído (segundo NR-15).....	65
Tabela 9 - Especificações de marcas, modelos, potência e ano de fabricação de oito tratores e duas colhedoras agrícolas avaliadas.....	70
Tabela 10 - Especificações de marcas, modelos, potência e ano de fabricação de dois tratores e uma colhedora agrícola avaliada.....	70
Tabela 11 - Características do aparelho de medição de ruído.....	76

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 - Variáveis quanto ao sexo, peso, altura, IMC, biotipo e idade dos operadores de oito tratores e duas colhedoras agrícolas.....	78
Quadro 2 - Comparação dos oito operadores de tratores e colhedoras agrícolas da Fazenda Lageado com as medidas da população alemã.....	80
Quadro 3 - Controles e manejos dos tratores MF 296, NH 3030 e da colhedora MF 1630.....	82
Quadro 4 - Localização das coordenadas x e y da colhedora MF 1630.....	85
Quadro 5 - Localização das coordenadas x e z da colhedora MF 1630.....	86
Quadro 6 - Localização das coordenadas x e y do trator MF 296.....	88
Quadro 7 - Localização das coordenadas x e z do trator MF 296.....	89
Quadro 8 - Localização das coordenadas x e y do trator NH 3030.....	91
Quadro 9 - Localização das coordenadas x e z do trator NH 3030.....	92
Quadro 10 - Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator agrícola MF 65X.....	93
Quadro 11 - Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator agrícola MF 178.....	94
Quadro 12 - Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator agrícola MF 235.....	95
Quadro 13 - Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator agrícola MF 265E.....	96
Quadro 14 - Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator agrícola MF 283E.....	97
Quadro 15 - Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator agrícola MF 296.....	98
Quadro 16 - Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator agrícola MF 299E.....	99
Quadro 17 - Respostas dos operadores quanto às questões referentes à colhedora	

agrícola MF 1630.....	100
Quadro 18 - Respostas dos operadores quanto às questões referentes à colhedora agrícola MF 3640.....	101
Quadro 19 - Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator agrícola NH 3030.....	102
Quadro 20 - Variáveis dos assentos das máquinas Massey Ferguson e New Holland.....	104
Quadro 21 - Resultados das combinações de posturas nas posições e tempos.....	106
Quadro 22 - Sistema OWAS: classificação das posturas de acordo com a duração em percentagem das posturas.....	107
Quadro 23 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em baixa rotação (800 RPM).....	109
Quadro 24 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em média rotação (1200 RPM).....	110
Quadro 25 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em rotação de serviço em movimento (1700 RPM).....	111

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
cm	centímetros
EMBRAER	Empresa Brasileira de Aeronáutica
ESDI	Escola Superior de Desenho Industrial
g	gramas
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	<i>International Standardization Organization</i>
kgf	quilograma força
kg	quilograma
kcal/dia	quilo caloria por dia
kw	quilowatts
LC	Limite de Confiança
m	metro
mm	milímetro
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MF	<i>Massey Ferguson</i>
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego

N	<i>Newton</i>
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NH	<i>New Holland</i>
NRs	Normas Regulamentadoras
OMS	Organização Mundial de Saúde
OWAS	<i>Ovako Working Posture Analyzing System</i>
PRA	Ponto de Referência do Assento
RPM	Rotação por Minuto
SERPRO	Serviço Federal de Processamento de Dados
SIP	<i>Seat Index Point</i>
SNCF	<i>Société National des Chemins de Fer</i>
SSST	Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho
TDP/TDF	Tomada de Força
TELERJ	Telecomunicações do Estado do Rio de Janeiro
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNE	<i>Instituto Español Normalización</i>
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USP	Universidade de São Paulo

1. RESUMO

A introdução de novas tecnologias no campo, sendo o uso de tratores no desenvolvimento de atividades agrícolas, pode trazer alguns problemas aos operadores. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o posto de trabalho do operador de tratores e colhedoras agrícolas para que as novas tecnologias inseridas não apresentem problemas à segurança e a saúde do operador. Para análise de pesquisa, utilizaram-se oito tratores e duas colhedoras agrícolas com potência média de 66 kw. Estas dez máquinas são de propriedade da Universidade Estadual Paulista, cidade de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil. Foram analisadas e discutidas as literaturas existentes sobre as diversidades que envolvem a ergonomia, tratores e colhedoras agrícolas. Com os parâmetros da técnica da ergonomia, dos tratores e colhedoras agrícolas foram necessárias às pesquisas multidisciplinares, sendo: a antropometria, os sistemas de interfaces – informação e ação, a fadiga humana, o ruído, o conforto – assentos e conformidades, a biomecânica - controle e manejo, o ambiente de trabalho e a tecnologia. A princípio, utilizou-se a metodologia de análise de demanda, na qual questionou-se diversos itens, dentre eles a fadiga muscular e mental. O resultado desta análise de demanda demonstrou a problemática, na qual a necessidade de aplicar a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), em que foram definidas quatro abordagens desta metodologia. As abordagens foram: a antropometria, a biomecânica, o conforto e o ruído. Para

a antropometria o método foi aplicado com as comparações entre as medidas antropométricas existente e as medidas de oito operadores de oito tratores e duas colhedoras agrícolas. Para a biomecânica foram aplicadas as medidas de localização em controles e manejos de dois tratores e uma colhedora, em que se fez necessário o método científico com a contribuição de normas existentes. Para o conforto de assentos o método utilizado foi atribuído em três partes, sendo: um questionário aplicado em oito operadores das dez máquinas, o método OWAS (*Ovako Working Posture Analyzing System*) aplicado em um trator específico, e as medidas comparativas de assentos das dez máquinas. Estes três métodos utilizados foram necessários para fundamentar a questão conforto e conformidade dos assentos. Para o ruído foram aplicados os métodos seguindo as normas existentes distribuídos em oito tratores e duas colhedoras agrícolas em três momentos de medidas diferentes em três distâncias distintas. Os resultados foram: na questão antropometria percebeu-se que dos oito operadores analisados, cinco são menores que a média apresentada pela tabela alemã. Foi apresentado também destes oito operadores o biotipo predominante. Na questão biomecânica com três análises aplicadas, percebem-se nos resultados que a maioria dos controles e manejos estão distribuídos fora das zonas de alcances dos membros superiores e inferiores dos operadores. Na questão conforto dos assentos percebeu-se que as dores nas costas e nos ombros são pertinentes entre os oito operadores analisados e que alguns movimentos ao executarem a tarefa como, inclinar e torcer o dorso é extremamente preocupante e exigem-se mudanças imediatas. Na questão ruído o que se pode observar foi que no momento de motor em rotação de serviço nas três distâncias são preocupantes, pois ultrapassam o mínimo de 85dB (A) para oito horas de exposição diária. A conclusão principal deste estudo é que a sociedade trabalhadora rural com os tratores e as colhedoras agrícolas, na qual envolvem vários setores, deve tomar ciência das necessidades de intervenção da ergonomia como uma ferramenta a mais para amenizar a danificação da atividade humana em operar, manusear as máquinas com questionamentos e fundamentos científicos.

ERGONOMIC ANALYSIS OF THE WORK ENVIRONMENT OF AGRICULTURAL TRACTORS AND HARVESTERS OPERATORS. Botucatu, 2007, 128p. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARCO ANTÔNIO ROSSI

Adviser: JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

2. SUMMARY

The introduction of new technologies in plantation fields, such as the use of tractors machines for agricultural activities, brought some problems to operators. The purpose of this research is to analyze the tractors and harvesters agricultural operator's working place in order to avoid security and health problems that the use of new technologies may bring to them. For this research, eight tractors and two harvesters agricultural with average power of 66kw were used. All ten agricultural machines belong to the Universidade Estadual Paulista, city of Botucatu, State of São Paulo, Brazil. The existing literature regarding to the diversity in ergonomics and agricultural tractors and harvesters was analyzed and discussed. Together with the ergonometry technical parameters and agricultural tractors and harvesters machines themselves, other researches were required such as those related to anthropometry, interface systems – information and action, human tiredness, noise, comfort – seats and conformities, biomechanics - control and handling, working environment and technology. At first, a demand analysis methodology was used by applying individual questionnaires to the operators of the agricultural machines in order to collect information, such as muscular and mental tiredness. The result of the demand analysis revealed the problem, and therefore, the need to apply an Ergonomic Analysis of the Work (AET) by using four approaches of this methodology. The approaches were: anthropometry, biomechanics, comfort and noise. In anthropometry, the method was applied by comparing the anthropometric measures to the measures of eight of the agricultural tractors machine

operators and two harvesters. In biomechanics the measures of control and handling location regarding two tractors and one harvester agricultural were taken, in that case, it was necessary a scientific method based on the existing rules. For evaluating the seat comfort the method was divided in three parts: a questionnaire applied to eight operators of ten agricultural machines, the OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) method applied to a specific tractor machine and a comparison among the measures of the ten agricultural machine seats. These three methods were necessary as foundation to the comfort and conformity matters regarding the seats. For the noise, methods regarding the existing rules were used, distributed in eight agricultural tractors and two agricultural harvesters machines in three different measure moments in three distinct distances. The results were: in anthropometry, it was noticed that five out of eight operators analyzed are smaller than the average shown by the German table. The predominant biotype of these eight operators were also presented. In biomechanics, three analyses were applied and it was observed that the majority of controls and handlings are located out of reach considering the operator's arms and legs. Regarding seat comfort, it was noticed that all eight operators suffer from backache and painful shoulders and that movements such as twisting the back and bending are extremely difficult and serious require immediate measures. In the noise matter it was observed that every time in the moment of motor in service rotation, no matter the distance, the noise was over the minimum, that is, 85dB (A) for eight-clock of daily exposition. The main conclusion of this work is that the rural population, working with agricultural tractors and harvesters machines, must become aware of the necessity of an ergonomic intervention by means of questioning and scientific studies. This will be an additional tool to minimize the harm agricultural machines operators suffer when operating and handling these machines.

Keywords: anthropometric, biomechanics, seat comfort, noise.

3. INTRODUÇÃO

A visão globalizada dos fatores humanos de trabalho juntamente com o desempenho de atividades em máquinas, equipamentos e implementos agrícolas, nos leva a refletir sobre a ação interdisciplinar das técnicas e do conhecimento. Porém o grande objetivo é evitar que o processo de globalização conduza a uma homogeneização, na qual as respostas seria a submissão e mesmo a eliminação de algumas expressões culturais. A globalização deve ter como consequência uma nova divisão de trabalho intelectual. O conhecimento hoje tem seu foco ampliado para responder as questões complexas, abordar temas amplos, resolver problemas novos e enfrentar situações sem precedentes. Desta forma, o projeto ou reprojeto de tratores agrícolas dependem de discussões atuantes de profissionais que afloram de áreas afins, isto é pensar em boa globalização. Sendo estas discussões profissionais nos campos do *Design Industrial* com as disciplinas que fundamentam um bom projeto (desenho técnico, ergonomia, materiais, sistemas de informação e de construção) e da Engenharia Agrícola, Mecânica e Mecatrônica.

No decorrer dos tempos, o ser humano apresenta-se com as necessidades de extensões para executar simples tarefas, sendo que a tecnologia está inserida neste mesmo processo de necessidades do ser humano. Assim, pode-se dizer que o *design*

industrial está em grande parte na história do ser humano, paralelo a estas duas necessidades: indústria e tecnologia.

A mecanização agrícola está inserida em todos os processos de implantação das culturas, desde o preparo do solo até a colheita. Os tratores e as colhedoras agrícolas que estão no mercado atualmente classificam-se com base na seqüência de implantação das culturas no campo, destacando ainda que o sistema de produção agrícola se caracteriza pela interação de uma série de operações sucessivas, ou seja, é o manuseio do trabalhador nestas máquinas, com as intervenções de ações do ser humano e de informações das tecnologias das máquinas. A evolução tecnológica em geral e não somente a mecanização agrícola, deve ter preocupações com os fatores externos ao trabalhador, pois a tecnologia modifica de forma considerável a organização e os meios de trabalho em toda sociedade trabalhadora.

A intensificação do uso das máquinas agrícolas começou, no Brasil, a partir da década de 1960, fruto do processo de modernização da agricultura. Entre essas máquinas, destacam-se os tratores agrícolas, que são considerados por alguns autores como sendo a base ou o eixo da mecanização agrícola moderna e que são os tratores antigos, ou seja, da década de 1980 os que estão em usabilidade atualmente, na qual os tratores mais recentes em fabricação têm outras configurações.

O que faz justificar este trabalho são os problemas aparentes nos projetos dos tratores e colhedoras agrícolas e a falta de segurança do operador destas, que freqüentemente sofrem com as injúrias ocupacionais aos fatores psicológicos e físicos nos riscos ambientais de trabalho. O trabalho manual em tratores agrícolas reduziu substancialmente nos últimos tempos, porém os operadores destas máquinas continuam expostos a uma determinada carga física. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2004a) do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, nos anos de 2001 a 2004, o número de pessoas ocupadas cresceu de 41.290.634 para 46.699.957, porém a participação de pessoas ocupadas em atividades agrícolas apresentou acentuado declínio e continuando sua histórica decadência que pode ter sido acelerada pelo uso cada vez mais difundido de novas tecnologias neste segmento da economia. Deve-se considerar que os tratores atualmente em uso são de dez ou até mesmo de quinze anos de usabilidade, sendo que nesta pesquisa apresentam-se tratores do ano de fabricação de 1969.

As vendas internas de tratores agrícolas somaram 2.169 unidades referente ao mês de julho de 2006, na qual isso significa o aumento de 7,8% em relação ao mesmo mês do ano de 2005. Em valores, o setor de máquinas agrícolas forneceu ao mercado externo 169.446 milhões de dólares até o mês de julho de 2006 (ANFAVEA, 2006). Com estes índices apresentados e a questão usabilidade dos tratores agrícolas com novas tecnologias deve-se preservar a saúde do trabalhador, na qual a saúde não representa ausência de enfermidade. Quando se apresenta a questão de segurança no trabalho tem-se um grande avanço às legislações pertinentes à matéria e outras que estão sendo criadas, portanto as Normas Regulamentadoras (NRs) tornam-se mais exigentes.

A técnica da ergonomia deve-se saber que em relação aos produtos, procura a conformação objetiva e prática das formas, e que as organizações operacionais não sejam executadas nos mesmos programas e comandos, muitas vezes conflitantes e prejudiciais tanto para o desempenho do serviço, como também para o trabalhador do campo. Em hipótese geral, o planejamento de produtos da ergonomia contribui para suprir as necessidades do operador de tratores agrícolas. A razão deste trabalho é apresentar a ergonomia através da AET com oito tratores e duas colhedoras agrícolas de propriedade da Universidade Estadual Paulista, cidade de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil, na qual abordam-se vários itens que servem como limitações de estudo, sendo: antropometria, sistemas de interfaces – informação e ação, fadiga humana, ruído, conforto – assentos e conformidades, biomecânica - controle e manejo, ambiente de trabalho e tecnologia. AET tem uma amplitude em suas abordagens, na qual são definidas inicialmente através da análise de demanda quatro abordagens a serem aplicadas diretamente nesta pesquisa, sendo: antropometria, conforto – assentos e conformidades, biomecânica - controle e manejo, e finalmente ruído.

As relevâncias e idéias propostas neste trabalho de pesquisa têm o propósito de propor ao trabalhador rural, mais precisamente ao operador de máquinas agrícolas, condições de desempenho de tarefas com segurança e conforto, sendo estes o cerne da ergonomia de intervenção.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Ergonomia

Atualmente as indústrias otimizam cada vez mais as máquinas e novos equipamentos, muitas vezes importados dos países desenvolvidos e em questão de projetos trazem máquinas prontas para o uso aqui no Brasil, assim criam-se novos empregos e aperfeiçoam técnicas antigas que, obviamente propõem melhorar a qualidade geral de vida dos indivíduos através de uma acelerada produção dos bens de consumo, das prestações de serviços e de usabilidade (SANTOS *et al.*, 1997).

A ergonomia deve-se saber que em relação aos produtos, procura a conformação objetiva e prática das formas (IIDA, 2005). A ergonomia, conforme Leplat (2004) apresenta-se nas organizações operacionais de uma forma que não sejam executadas as tarefas nos mesmos programas e comandos, muitas vezes conflitantes e prejudiciais tanto para o desempenho do serviço, como também para o trabalhador.

Analisa-se estas considerações junto ao processo de desenvolvimento do ser humano, para que se pode entender a ergonomia de hoje em vigência na área de *design* e do planejamento de produtos. A ergonomia pode ser observada na formação de profissionais em *design* ao longo do século XX mais fortemente, sendo assim, constata-se que a escola

Bauhaus foi o ponto de partida, na qual destaca-se com suas formas, as cores, a política e a economia, em seguida a escola de Ulm na Alemanha, acrescentou a ergonomia, o planejamento, a psicologia e a sociologia, na qual até hoje se usa estes mesmos pontos de referência evidenciando-se algumas transformações no plano sócio - cultural e no desenvolvimento tecnológico (ROSSI, 1997).

Conforme Pevsner (1995) o *design* não abrange somente o usuário / consumidor, mas também o operário / produção. É fato de que ao longo das últimas duas décadas alguns pontos de referência para o *design* no Brasil se teve maior concentração, sendo uma delas a ergonomia que serviu e serve de orientação na metodologia projetual.

A ergonomia contribui decisivamente para que os trabalhadores tenham as condições requeridas para executar satisfatoriamente suas tarefas (VIDAL, 1998).

Conforme Santos *et al.* (1997), a relação indivíduo - trabalho através dos tempos defronta-se com necessidades que originam inevitavelmente mudanças que são percebidas em organizações industriais, onde os sistemas de produção dos objetos e dos artefatos passam do processo artesanal para o sistema em série, sendo as máquinas as grandes responsáveis por essas mudanças, que alteram não somente o sistema político, como também o sistema social e econômico aos quais submete-se o ser humano. Destes sistemas de produção observam-se mudanças na relação indivíduo-trabalho, principalmente a partir da Revolução Industrial, em que estas ficaram marcantes não tanto pela qualidade dos produtos industrializados, mas sim pela alteração na quantidade desses produtos, que geraram processos de desenvolvimentos e passaram pela revolução tecnológica no século XIX, onde o aprender através da prática, a dominar e recriar novas formas de energia, na qual resultam em transformações também nos sistemas de produção.

Grandjean (1998) define a ergonomia como a ciência da configuração das ferramentas, das máquinas e do ambiente do trabalho. O alvo da ergonomia, destaca o autor, é o desenvolvimento das bases científicas para a adequação das condições de trabalho às capacidades e realidades da pessoa que trabalha. Para complementar este conceito, Dul & Weerdmeester (2004) afirmam que a ergonomia surge como um dos fatores mais importantes na redução do uso inadequado de equipamentos, sistemas e tarefas, além de contribuir na prevenção de erros operacionais, melhorando o desempenho.

Segundo Falzon (2004) a maior parte das definições de ergonomia sublinham dois objetivos fundamentais:

- a) de um lado, o conforto e a saúde dos utilizadores, na qual trata de evitar os riscos (acidentes, doenças) e a minimizar a fadiga (ligada ao metabolismo, ao trabalho dos músculos e das articulações, ao tratamento das informações, à vigilância);
- b) de outro lado, a eficácia: para a organização apresenta-se em diferentes dimensões (produtividade e qualidade). Esta eficácia é dependente da eficácia humana, assim conseqüentemente, o ergonomista procura identificar as lógicas dos operadores e conceber sistemas adaptados.

Conforme Daniellou (2006) as dimensões subjetivas das atividades do profissional em ergonomia são fundamentais para as futuras intervenções sobre o ser humano, na qual estas intervenções devem ter uma determinação científica, ou seja, que os modelos das atividades do profissional em ergonomia tenha a dignidade de referências legítimas e as integrem progressivamente.

4.1.1 Evolução da ergonomia

Conforme Silva & Cartaxo (1996) o termo ergonomia foi utilizado pela primeira vez em 1857, pelo naturalista polonês Woitej Yastembowski que publicou no seminário “Natureza e Indústria” o artigo intitulado “Estudos de ergonomia, ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza”.

Laville (1977) afirma que a ergonomia faz parte das transformações históricas do ser humano e de suas necessidades. Com suas invenções, adaptações de equipamentos, de máquinas e com o uso das ferramentas históricas, sendo pesquisado e demonstrado por personalidades da história evolutiva da ergonomia, manifestou-se à interdisciplinaridade, sendo:

- a) engenharia – projeto e produção ergonomicamente seguros;
- b) *design* industrial – metodologia do projeto e *design* do produto;
- c) psicologia – treinamento e motivação do pessoal;
- d) medicina e enfermagem – prevenção de acidentes e doenças do trabalho;
- e) administração – projetos organizacionais e gestão de recursos humanos.

Estas áreas profissionais foram as que mais evidenciaram no decorrer da investigação a fim de que a ergonomia fosse descoberta e, ou fundamentada desde a década de 1950 no Brasil. Temos pesquisadores como Leonardo da Vinci até Jules Amar com seu livro “O Motor Humano”, publicado em 1914, considerado a primeira obra escrita sobre ergonomia. Nela, descreve os métodos de avaliação e as técnicas experimentais, fornece as bases fisiológicas do trabalho muscular e as relacionam com atividades profissionais (LAVILLE, 1977).

A adequação dos projetos de equipamentos e de ferramentas para benefícios do trabalhador faz necessário para a busca da otimização do desempenho nas tarefas. Para tanto, torna-se imprescindível ter o conhecimento da disciplina ergonomia, pois o trabalho tem todo um pano de fundo de sofrimento. Em latim: trabalho = *tripalium*. Trabalhar= *tripaliare* (torturar com o *tripalium*). Na Grécia antiga a palavra ergonomia tem um duplo sentido: *ponos* = penalidade, logo *ergon* = criação. No sentido etimológico do termo: ergonomia significa estudo das leis do trabalho. Surgiu como disciplina no início da década de 1950 na Inglaterra, mais precisamente em 1949, com um grupo formado por engenheiros do trabalho, fisiologistas e outros que, reunidos ao engenheiro inglês Murrell fundaram a primeira sociedade nacional de ergonomia, denominada *Ergonomic Research Society* (WISNER, 2004).

Wisner (2004) apresenta que, dentre as várias definições sobre a ergonomia, a que mais evidencia entre os autores é que a ergonomia é o conjunto de normas que regem a adaptação do ser humano ao trabalho. Posteriormente, a ergonomia desenvolveu-se em vários países industrializados: a França, os Estados Unidos da América, Alemanha, Japão e os países escandinavos.

Segundo Laville (1977) o conteúdo da ergonomia como disciplina autônoma tem sua origem na Inglaterra, sendo que na França ela iniciou seu desenvolvimento nos setores de pesquisas e ensino público (Conservatório Nacional de Artes e Trabalho, Centro Nacional de Pesquisa Científica, Escola Prática de Autos Estudos), progressivamente atingiu os setores industriais (Régie Renault, Charbonages de France) e começou a penetrar no setor privado. Nos Estados Unidos, a ergonomia tem se desenvolvido no campo da tecnologia do trabalhador em atividades. Assim, em 1959 foi fundada a *International Ergonomics*

Association, posteriormente, no Brasil no dia 31 de agosto de 1983 foi criada a Associação Brasileira de Ergonomia.

Na Grã-Bretanha a ergonomia teve como objetivo adaptar a máquina ao ser humano, na França, o de adaptar o trabalho ao ser humano, se opondo dessa forma, completamente, à adaptação do ser humano à sua profissão. A fisiologia do trabalho estava baseada essencialmente nas questões energéticas do trabalho muscular, tanto na Alemanha, no *Max-Planck Institut Fur Arbeitphysiologie* de Dortmund, dirigido sucessivamente por Atzler, Lehman e Muller; como na França, no Laboratório de Fisiologia do Trabalho em Paris, cujos responsáveis foram sucessivamente Amar, Laugier, Soula e Scherrer (WISNER, 2004).

Wisner (2004) cita Lacoste quando faz relação à geografia: “a ergonomia serviu em primeiro lugar para fazer a guerra”. Esta relação não é o resultado de uma relação moral, mas visa chamar a atenção para o fato de que foi necessária a intensa pressão ocasionada pela batalha da Inglaterra para fazer trabalharem juntos cientistas vindos de disciplinas tão diferentes e dotados de pensar distintos e, a priori, incompatíveis.

A ergonomia pretende melhorar os sistemas de trabalho adequando às atividades desempenhadas em suas características, habilidades e limitações dos operadores de máquinas procurando com estas melhorias os desempenhos eficientes, confortáveis e com segurança. Sendo que, para estes critérios de melhorias necessita qual a tecnologia em que a ergonomia está referida ou que possua um referencial de suas metas, propósitos e critérios. Esta tecnologia é a tecnologia de realização¹, de interfaces² entre as pessoas e os sistemas, ou seja, definir uma cumplicidade nas adequações entre os aspectos humanos presentes na atividade de trabalho e os demais componentes dos sistemas de produção: tecnologia física, ambiente, *softwares*, e organização de trabalho. Qualquer forma de integração entre o ser humano e os demais componentes de trabalho constitui-se em uma interface. As interfaces adequadas deverão atender de forma conjunta, integrada e coerente aos critérios de conforto, eficiência e segurança (SANTOS *et al.*, 1997).

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos e possui uma das agriculturas mais produtivas do mundo, em parte à função do bom nível tecnológico do setor.

¹ Uma realização de engenharia consiste num processo contínuo e integrado de concepção, construção e manutenção de um sistema de produção.

² Interfaces significam os pontos de contato e troca entre dois sistemas. Num sistema humano / computador, as interfaces mais óbvias são as interfaces de informação (monitor, som) e as de comando (teclado, *mouse*, *joystick*).

Para dar conta da enorme variabilidade das situações de trabalho na agricultura, a ergonomia no Brasil encontra-se a frente de um grande desafio. Da pequena produção familiar de subsistência aos complexos agroindustriais verifica-se um grande leque de condições tecnológicas e organizacionais que inviabiliza qualquer tentativa de generalização. O trabalhador agrícola sofre as exigências, sendo o aumento da cobrança por qualidade e produtividade, a exigência por maior qualificação e pelo desenvolvimento de novas habilidades, em função da introdução de novas tecnologias. Estas mudanças aumentam o desafio da ergonomia como disciplina contribuinte para o bem estar do trabalhador e para a eficiência e eficácia da produção (ABRAHÃO & TERESO, 2004).

Vidal (1998) mostra na Figura 1 que, a abrangência das interfaces diante do ser humano em operação é uma das fases mais importantes da ergonomia. Porém deve-se considerar que os resultados destas interfaces sobre o indivíduo sejam fundamentados com conhecimentos científicos.

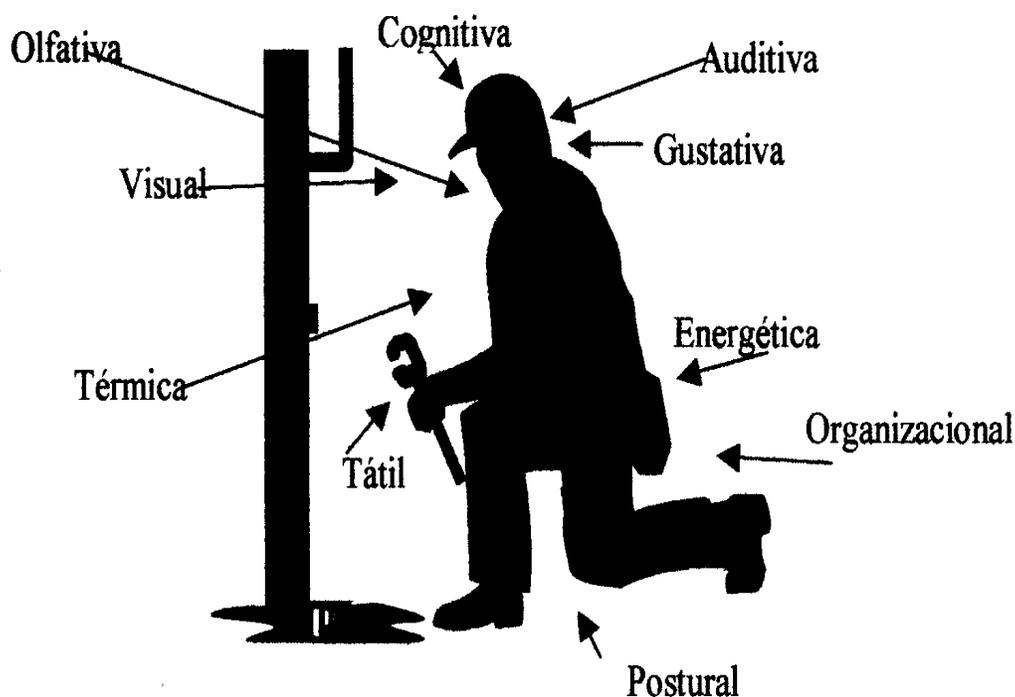


Figura 1 - Ergonomia com tecnologia de interfaces.
Fonte: Vidal (1998).

4.1.2 Ergonomia útil, prática e aplicada

Vidal (1998) apresenta a ergonomia como sendo as disciplinas:

- a) **Disciplina Útil:** através de seus procedimentos de modelagem da realidade do uso e a incorporação de conhecimentos para a melhoria das interfaces entre os componentes humanos e os demais contribuintes do sistema de produção.
- b) **Disciplina Prática:** a ergonomia busca encaminhar soluções adequadas aos usuários, operadores e a realidade das empresas, onde as investigações ergonômicas têm lugar.
- c) **Disciplina Aplicada:** ela traz os resultados dos tratamentos científicos da realidade e de levantamento do estado da arte de problemas ao desenvolvimento de tecnologia de interfaces para a concepção, análise, testagem, normalização e controle dos sistemas de trabalho.

A idéia da ergonomia, segundo Vidal (1998) apresenta-se como sendo o centro das Ciências Humanas, das Ciências Sociais, das Ciências Técnicas e das Ciências da Vida, conforme Figura 2, é que a ergonomia torna-se útil, prática e aplicada no momento em que englobam o indivíduo no trabalho com os fatores de riscos que ele está exposto diante das rotinas organizacionais, na qual o trabalhador não é um elemento único e sim coletivo.

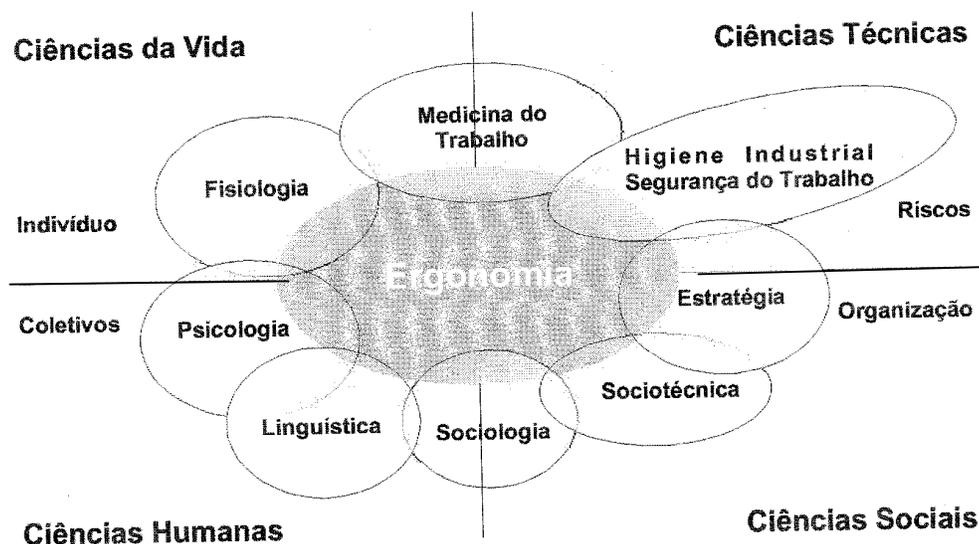
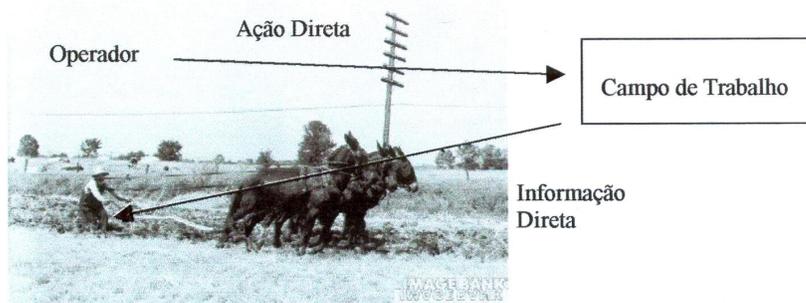


Figura 2 – Interdisciplinaridade da ergonomia.
Fonte: Vidal (1998).

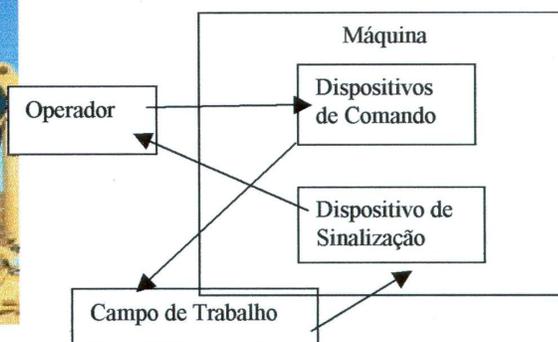
Com esta centralidade da ergonomia em todos os aspectos demonstrados, estão os trabalhadores que apresentam em desenvolvimento de suas atividades através das interfaces nas fases de instrumentação, da mecanização e da automação, conforme Rossi & Santos (2005) mostram a Figura 3.



Nível 1 – INSTRUMENTAÇÃO (Manipulação)



Nível 2 – MECANIZAÇÃO (Controle)



Nível 3 – AUTOMATIZAÇÃO (Supervisão)

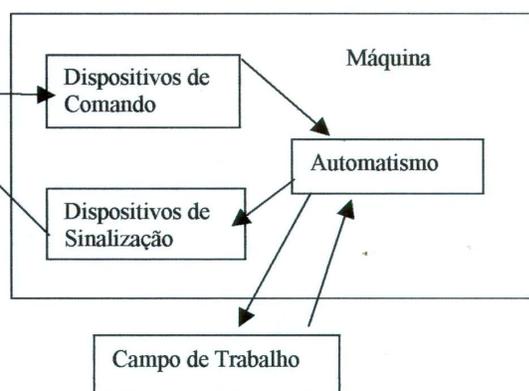


Figura 3 - Evolução das técnicas e das tarefas.
Fonte: Rossi & Santos (2005).

4.1.3 Sistemas de interfaces – ação e informação

O sistema de informação tem como resposta a ação do indivíduo em operação. Esta troca de informação e de ação é conhecida na tecnologia como sistema de interface. Este sistema nada mais é que a troca do indivíduo com a máquina (se consideramos máquina de uma forma bem generalizada), assim, as relações de reciprocidade têm como exemplo o ser humano com as suas interpretações, percepção e controle, do outro lado à máquina com os mostradores, a produção e o indicador de controle (GRANDJEAN, 1998).

Conforme a Figura 4, pode-se inferir que um sistema desses tem um ciclo fechado, no qual o ser humano ocupa uma posição chave, enquanto compete a ele o poder de decidir. Os caminhos de informação e direção são, em princípio, o mostrador que dá as informações sobre o andamento da produção. O ser humano recebe visualmente as informações (percepção) e precisa entender e interpretar (interpretação) estas informações. Com base na percepção interpretada, faz com que o ser humano considere seus conhecimentos acumulados e deve decidir. O próximo passo é a transferência desta decisão através do correto manuseio dos controles. Um instrumento de controle informa ao ser humano o resultado de sua intervenção. A máquina então realiza o processo de produção conforme programado. O ciclo se fecha quando acontecimentos característicos da produção aparecem nos mostradores (GRANDJEAN, 1998).

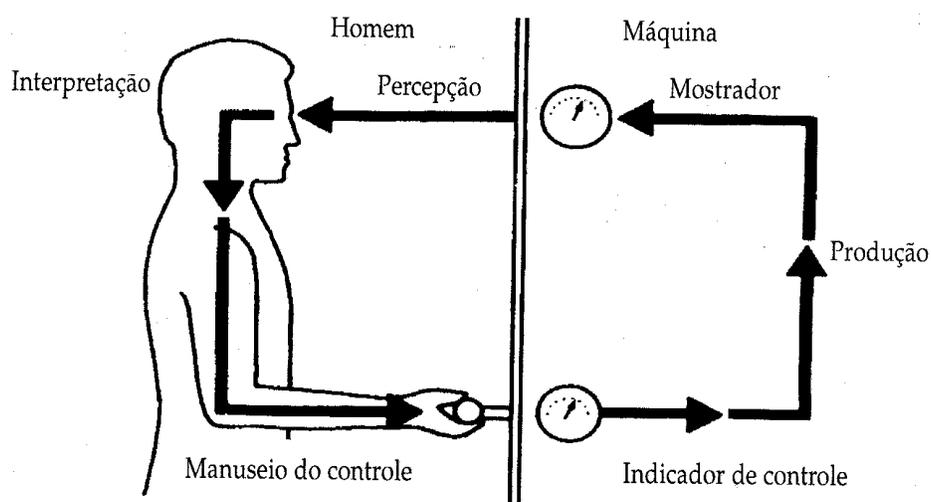


Figura 4 – Diagrama individuo / máquina.
Fonte: Grandjean, (1998).

Bonsiepe (1997) comenta que: “[...] temos de levar em conta que interface não é uma coisa, mas o espaço no qual se estrutura a interação entre o corpo, a ferramenta (objeto ou signo) e o objetivo da ação. É exatamente este o domínio central do *design*”. Com esta citação, Bonsiepe revela que a interface tem o caráter de ferramenta dos objetos e o conteúdo comunicativo das informações, sendo que a interface transforma objetos em produtos e sinais em informações interpretáveis.

Segundo Iida (2005), as interfaces demonstradas, pela ação e a informação, estão inseridas na compreensão das principais características da atividade de trabalho que permite à ergonomia esclarecer, de um lado, certos efeitos do trabalho sobre a saúde daqueles que o executam e, de outro lado, certas características do desempenho, constituídas pelo resultado do trabalho. A Figura 5 mostra o controle pelo sistema nervoso central (obtidos pelos órgãos sensoriais como: tato, visão, audição, olfato, paladar) das tomadas de informações (apresentadas pelas máquinas) e das ações (apresentadas pelo ser humano).

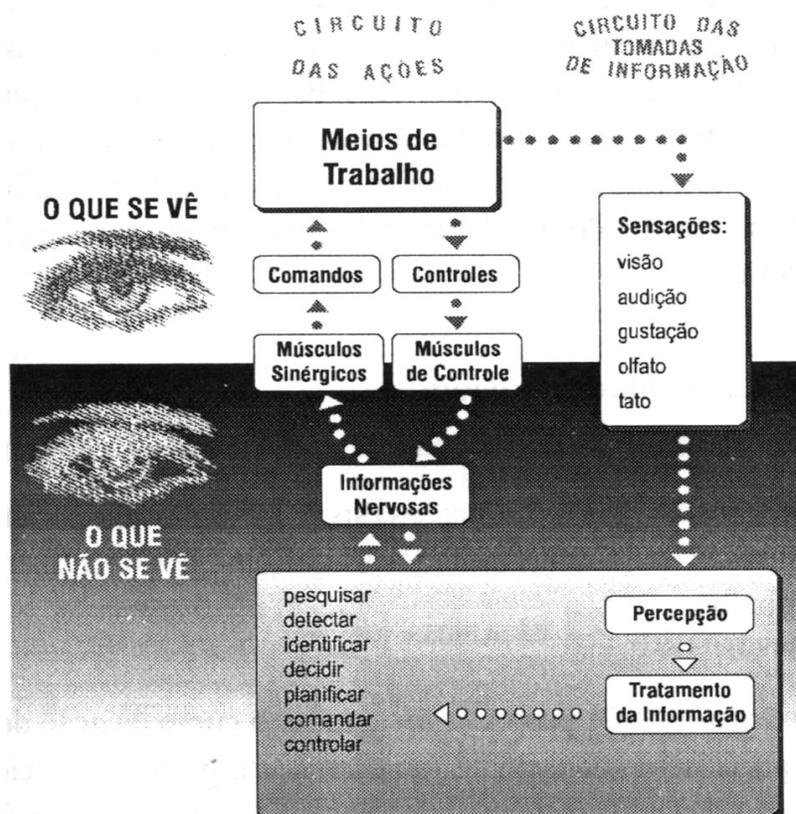


Figura 5 - Controle das tomadas de informação e das ações.
Fonte: Santos *et al.* (1997).

Este esquema mostrado por Santos *et al.* (1997) permite evidenciar que as observações podem ser realizadas sobre as atividades musculares (considerando um operário em esforços musculares) sejam elas orientadas no sentido de ação, da preparação para a ação, ou ainda da comunicação. Ainda assim, a atividade de comando e ou controle através do sistema nervoso central é sempre subjacente à atividade muscular, ainda que não seja, por natureza, observável diretamente, seriam as ações automáticas.

Conforme Santos *et al.* (1997), a ergonomia não aceita a condição de que o trabalho operário é exclusivamente manual. Ao contrário, a ergonomia coloca em evidência a atividade cognitiva desenvolvida em qualquer tipo de trabalho, desde aquele considerável estritamente manual.

4.1.4 Ação ergonômica das máquinas

As ações ergonômicas são resultados de projetos adequados de produtos, sendo estes produtos máquinas e ou equipamentos. Neste conceito de Iida (2005), a ergonomia com seus produtos são considerados como meios para que o ser humano possa executar determinadas funções. A ação ergonômica nas empresas iniciou-se a partir de 1970 que passou a pertencer formalmente no organograma das empresas. Os especialistas em ergonomia passaram a trabalhar em equipe, integrando-se com os demais especialistas, participando da concepção de novos sistemas para as máquinas e para os equipamentos.

Quando projetamos máquinas e equipamentos somos obrigados a levar em consideração desde o processo inicial, como também uma série de fatores que são condições de projeto. Santos *et al.* (1997) citam alguns fatores destas condições:

- a) objetivos de produção (quantidade, qualidade, variedade dos produtos);
- b) previsão de diferentes tarefas relativas aos equipamentos (vigilância, comandos, controles e manutenção);
- c) normalização (relacionadas à segurança);
- d) propriedades fisiológicas e psicológicas (antropometria, percepção e esforços);
- e) possibilidade posterior de evolução;
- f) economia (preço de custo, revenda e prazos).

Para organizar seu trabalho de análise, segundo Santos *et al.* (1997) em função dos prazos relativos à concepção, o ergonomista pode ser levado a distinguir dois diferentes níveis no desenvolvimento dos estudos:

Primeiro Nível: Referir a própria estrutura dos equipamentos, que é dificilmente modificável a partir dos estudos de detalhamento. Trata-se, por exemplo:

- a) dos procedimentos de fabricação e das grandes decisões tecnológicas, notadamente a consideração das fontes de variabilidade industrial;
- b) dos principais fluxos e, em particular, dos volumes de estocagem entre unidades de produção;
- c) da acessibilidade às diversas partes de grandes equipamentos e, então, o dimensionamento do conjunto das instalações;
- d) da implantação geográfica de importantes unidades.

Segundo Nível: Diz respeito a outras decisões de concepção, que envolvem menos a estrutura do equipamento. Trata-se, por exemplo:

- a) da concepção da representação da informação;
- b) da definição dos comandos;
- c) do posicionamento de certos órgãos e sensores;
- d) dos dispositivos de segurança;
- e) da documentação.

É fundamental a recomendação ergonômica para a redação do “Termo de Referência” dos equipamentos para que não se reduzam somente a recomendações gerais de projeto, que se encontra nos manuais de ergonomia, mas tratem também das opções estruturais, relativas às instalações (SANTOS *et al.*, 1997).

Os “Termos de Referência” dos equipamentos e ou máquinas vão desenvolver um papel fundamental nas atividades do efetivo futuro. Assim, sobre cada prancheta de desenho, em cada canteiro de obras, e da montagem dos equipamentos é que estão sendo criadas as futuras condições de trabalho. Os projetistas envolvidos são, às vezes, de um nível hierárquico inferior, afastados da direção do conjunto do projeto, e, neste

momento, pouco preparados para avaliar as conseqüências sobre as atividades de algumas soluções que eles concebem (SANTOS *et al.*, 1997).

Conforme Santos *et al.* (1997), é impossível o ergonômista estar presente em todas as etapas da concepção dos diversos equipamentos e ou máquinas. Para evitar que modificações sejam necessárias no final do estudo de detalhamento, é preciso fornecer aos projetistas informações para que eles possam tratar uma parte importante dos problemas ergonômicos, da redação do “Termo de Referência” dos equipamentos e ou máquinas. O “Termo de Referência” faz parte das ações ergonômicas em máquinas e equipamentos para que possa ter registros dos dados obtidos e que possivelmente contribuirá para o bom projeto das máquinas e equipamentos, sendo: Antropometria e Biomecânica – Controle e Manejo - são abordagens importantes nestes registros.

4.1.5 Ambiente de trabalho e tecnologia

As condições de trabalho num determinado ambiente incluem todos os fatores que possam influenciar no desempenho e satisfação dos trabalhadores na organização. Isso envolve o trabalho específico, o ambiente, a tarefa, a jornada de trabalho, o horário de trabalho, salários, além de outros fatores cruciais relacionados com a qualidade de vida do trabalhador (SANTANA, 1996).

O trabalho é um conceito complexo não só porque suas práticas variam de uma situação a outra, mas também porque seu sentido varia ao longo do tempo e de uma sociedade para outra. Além disso, ao codificar esta realidade, as ciências humanas e sociais pré-determinaram aquilo que poderia ser pensado e a maneira de se pensar (TERSAC & MAGGI, 2004).

Tersac & Maggi (2004) afirmam que está no cerne da ergonomia pensar conjuntamente a dualidade das formas de ação: do pré-escrito e da realidade. A hipótese é que a ergonomia não pode prescindir de seu projeto, isto é, o de considerar em conjunto a ordem da realidade no que se refere às ações correntes (as ações cotidianas ou ordinárias do trabalho) e a ordem da realidade das ações estruturais, no que se refere à própria definição do trabalho, pois variam de uma situação para outra. Se esta é a maneira correta de ver a ergonomia, então se podem deduzir as conseqüências: a ergonomia não pode ser reduzida a uma justaposição de

práticas (de conhecimento e de transformação), nem mesmo a uma combinação daquelas duas práticas consideradas como independentes: antes de tudo porque as duas práticas não são dissociáveis, a não ser que se coloque em risco o projeto de ergonomia.

Segundo Tersac & Maggi (2004) o conceito de trabalho pode ser abordado de várias maneiras, dependendo da dimensão considerada, sendo a dimensão econômica que remete as atividades de subsistência, a dimensão psicológica de criação ou de realização de si mesmo, e a dimensão social que remete à cooperação, à inserção na sociedade ou à busca de solidariedade. Enfim para os autores, o trabalho pode ser definido por meio da análise das atividades, mas também através das representações que os seres humanos elaboram e por meio das idéias sobre o trabalho que eles têm, assim, o ser humano obtém sua existência por meio do trabalho, ao mesmo tempo em que ele sonha em se libertar.

Apesar de estarmos no início do século XXI e ter facilidade de acesso à literatura sobre ergonomia, observa-se que ainda muito pode ser descoberto, analisado e colocado em prática para o benefício do ser humano. A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao ser humano (IIDA, 2005).

Iida (2005) observa que deve considerar trabalho para a ergonomia, como sendo uma concepção bastante ampla, e não somente máquinas e equipamentos em setores de produção, mas também toda ocupação / operação em que envolve o ser humano e seu trabalho, portanto a literatura existente sobre ergonomia apresenta-se na forma em que a palavra adaptação é vigente e necessita de um significado em todo seu caráter aplicativo do trabalho para o ser humano, com isso a ergonomia tem em seu desempenho, um aspecto de contribuição para a prevenção de erros ocupacionais nos trabalhos e adaptações destes.

Os trabalhos devem estar de acordo com o ambiente em que o executa suas tarefas. As propriedades agrícolas dependem de um gerenciamento correto dos trabalhos executados, por isso, os mecanizados, na qual são motorizadas as tarefas realizadas com tratores e implementos agrícolas merecem grande atenção. O estudo adequado das operações agrícolas deve considerar a capacidade de trabalho e eficiência no campo, a qual visa racionalizar o sofrimento do trabalhador rural (SILVEIRA, 2006).

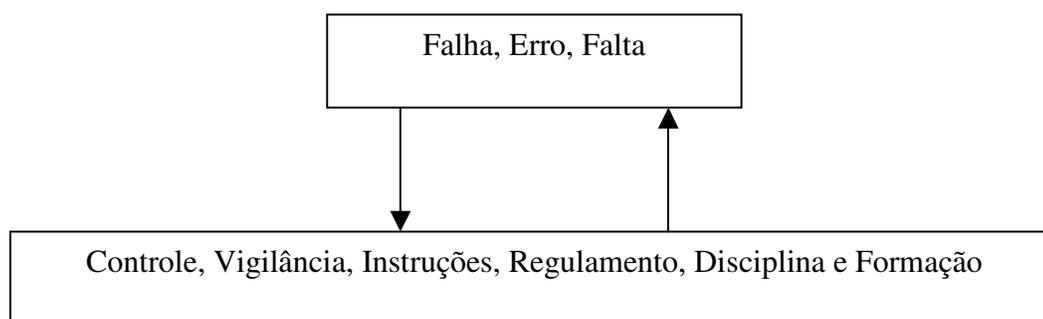
Segundo Guérin *et al.* (2001) todo trabalho tem um caráter sócio – econômico que resulta de sua inserção numa organização social e econômica da produção. A análise do trabalho não pede essa dimensão, pois é ela que transforma a atividade humana em

atividade de trabalho. O autor afirma ainda que a atividade de trabalho é o elemento central que organiza e estrutura os componentes da situação de trabalho.

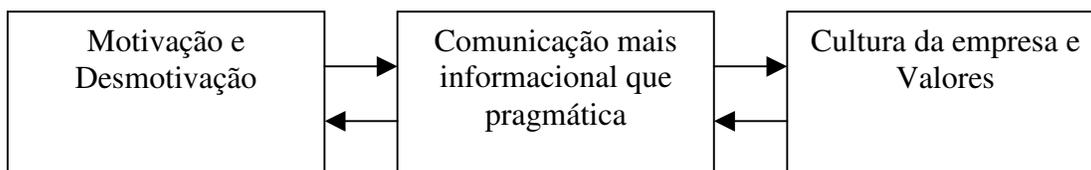
Segundo Dejours (2005) o ambiente de trabalho está ligado às questões de segurança e saúde do indivíduo em trabalho. Assim sendo, o ambiente de trabalho e os fatores humanos para os pesquisadores de ergonomia deve estar direcionado as disciplinas que consagram à ação, visar à execução, à transformação ou à melhoria de uma situação. Num determinado ambiente de trabalho o indivíduo em operação está muitas vezes subordinado à execução de tarefas. Esta subordinação é questionada por várias correntes científicas que operam em diferentes campos disciplinares.

Dejours (2005) apresenta que diante da perspectiva crítica sobre ambiente de trabalho e fatores humanos em atividade, se deve colocar a análise da descrição e compreensão das condutas concretas adotadas por homens e mulheres em situação real, considerando-os o ponto de partida para o encaminhamento de pesquisa, isto é, renunciando-se a considerá-las como a execução, mais ou menos esmaecida, de condutas ideais, definidas a partir de situações artificiais, experimentalmente construídas.

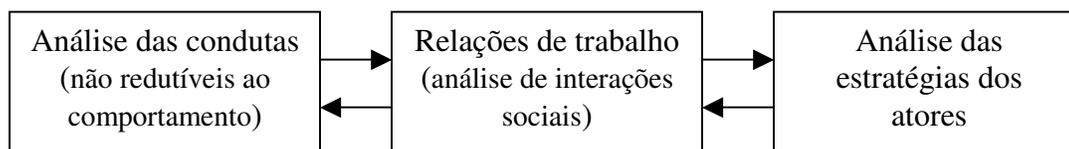
Devido estas subordinações ao trabalhador, num determinado ambiente de trabalho, pode-se analisar a falha humana e o recurso humano em alguns acidentes no percurso do trabalho. Conforme Dejours (2005) o encaminhamento que parte da caracterização do fator humano em termos de falha humana, induz o encadeamento das seguintes noções práticas:



Conforme Dejours (2005), o encaminhamento que se origina a partir da caracterização do fator humano em termos de recursos humanos, temos o encadeamento das seguintes noções práticas:

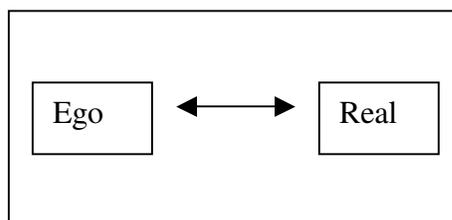


Quando se refere ao encaminhamento científico demandado por este tipo de abordagem, Dejourns (2005) apresenta a seguinte linha conceitual:



O encaminhamento do termo “falha humana” foi essencialmente usado pelas ciências da engenharia e profundamente renovado pela abordagem das ciências cognitivas. Já o termo “recursos humanos” foi essencialmente usado pela psicologia social e é hoje, estimulado pelo que se chama de ciências da administração e da gestão, que utilizam mais os conceitos das ciências sociais (DEJOURS, 2005).

Para um ambiente de tecnologia, Dejourns (2005) afirma que a noção de falha humana parte de uma concepção comum, considerada entre essencialmente a relação do indivíduo, representado como “ego”, e o ambiente ou posto de trabalho, representado sob o termo “real”. A interação entre estes dois pólos conhecidos como “ego” e “real” formam uma entidade ou um sistema.



Dejourns (2005) mostra que se pode conceber simplesmente a existência de ações do “ego” sobre o real, ou o contrário, a noção de ação do “real” sobre o “ego”. Em geral esta questão não é colocada claramente, de modo que passa para o domínio dos

pressupostos ou dos preconceitos, ou seja, daquilo que é julgado de antemão, sem ter sido objeto de uma análise específica. O que se sabe, conforme Dejours (2005) em relação a estes dois pólos dentro do ambiente de trabalho e tecnologia é que o indivíduo funciona nestes momentos de interação. O objetivo último de cada esforço desta interação é orientar-se para utilização ótima das capacidades do indivíduo e da máquina, a fim de obter o grau mais elevado de eficácia do sistema global. O indivíduo é o elemento estável de cada sistema, já que não sofre mudanças drásticas repentinamente. Ainda que cada melhoria das máquinas e do ambiente de trabalho tenha uma influência sobre o componente humano, os princípios essenciais que regem o comportamento humano e sua capacidade de desempenho não mudarão.

Em alguns dos itens voltados para as máquinas e equipamentos, em relação à tecnologia, temos a preocupação na área de segurança e saúde do trabalhador, que considera as transformações tecnológicas e econômicas devem ocorrer no nível mundial. Com esta realidade o Governo Federal (BRASIL, 2004b), preocupado com a viabilização de tais possibilidades, desenvolveu a Política Nacional de Segurança e Saúde do Trabalhador, em 2004. Esta política entende que a segurança e saúde do trabalhador carecem de mecanismos que incentivem medidas de prevenção, responsabilizem os empregadores, propiciem o efetivo conhecimento dos direitos do segurado, diminuam a existência de conflitos institucionais, tarifem de maneira adequada às empresas e possibilite um melhor gerenciamento dos fatores de riscos ocupacionais. Assim sendo, fica claro que uma das alternativas para melhorar as condições de trabalho do trabalhador no setor agrícola são as análises, as pesquisas e as aplicações dos conhecimentos, em que as pesquisas científicas executadas em âmbitos universitários são as que poderão apresentar melhores efeitos.

A realidade de países desenvolvidos industrialmente, conforme Santos *et al.* (1997) que exportam dispositivos técnicos, projetados e construídos em outras realidades diferem não somente pelo seu nível de vida, também, por sua geografia, sua história e sua cultura. Para a realização de uma tecnologia importada bem sucedida é necessário conhecer as características do importado através de estudos que abordem sua geografia, sua história, sua demografia, seus sistemas de transportes, seus recursos humanos, sua cultura e em particular suas atividades produtivas atuais e anteriores. A antropotecnologia é isso, o estudo científico e

aplicativo tecnologicamente de máquinas, equipamentos e situações de produção importada de países desenvolvidos industrialmente para países em vias de desenvolvimento industrial.

Com este exposto sobre a ciência antropotecnológica, temos algumas considerações apresentadas por Santos *et al.* (1997) sobre os meios de trabalho socialmente determinados: os objetivos, os meios em que estamos rodeados e as condições para executar o trabalho são, na maioria das vezes, determinadas por fatores externos ao trabalhador. Estes fatores são mais evidentes quando temos uma empresa e no processo organizacional deste apresenta-se a hierarquia e que temos influências diretas e externas como:

- a) estado de mercado;
- b) concorrência;
- c) normas legais;
- d) tecido industrial.

Em relação à tecnologia disponível e à agronomia devem-se considerar as informações científicas que são desenvolvidas para benefícios da agricultura. Algumas informações vindas destes estudos científicos estão em torno das relações entre colheitas saudáveis e de alta produção, economia rentável, considerações quanto ao solo, e as variâncias do tempo. Estes fatores são importantes para uma agricultura de precisão cada vez maior, considerando assim a tecnologia e a economia os atuantes responsáveis (BULLOCK & BULLOCK, 2004).

4.1.6 Análise ergonômica do trabalho

A metodologia da análise ergonômica do trabalho, conforme Wisner (1994) varia de um alvo para outro e, sobretudo em função das circunstâncias da intervenção. No entanto, dos anos 80 para cá se apresenta uma metodologia coerente, cuja eficiência se afirma ao longo de centenas de estudos mais ou menos aprofundados nas mais diversas áreas. Esta metodologia está composta em cinco etapas de importância e de dificuldades diferentes:

- a) análise da demanda e a proposta de contrato;
- b) análise do ambiente técnico, econômico e social;
- c) análise das atividades e da situação de trabalho e restituição dos resultados;
- d) recomendações ergonômicas;

e) validação da intervenção e eficiência das recomendações.

Conforme as etapas apresentadas por Wisner (2004) pode-se aplicar a metodologia proposta para o bom desempenho de um projeto ergonômico, porém a metodologia ergonômica desde a década de 80 desenvolveu-se, diversificou-se, e solidificou-se com um conjunto considerável de pesquisas e de estudos. Podem-se citar alguns pontos:

- a) extensão da análise do ambiente, a ele acrescentando os aspectos demográficos, biológicos e antropológicos;
- b) metodologia da análise das atividades de trabalho;
- c) metodologia da elaboração das soluções, que assim supera o nível das recomendações;
- d) extensão e aprofundamento dos critérios de êxito da intervenção.

Conforme Abrahão & Tereso (2004) a aplicação da AET em situações de trabalho da agricultura ancorada no trinômio demanda / tarefa / atividade, enfatiza não somente a análise dos fatores físicos e ambientais do espaço de trabalho, mas também dos fatores organizacionais (prescrições, divisão de tarefas, ritmos, hierarquias), muitas vezes os mais relevantes. A redução do trabalho penoso na agricultura, pela via do diagnóstico e da intervenção técnica ergonômica, contempla o próprio tema da sustentabilidade da exposição agrícola.

Esta evolução metodológica para os estudos aplicativos da ergonomia se dá principalmente pelo avanço de algumas tecnologias em diversos setores de trabalho. Pode-se perceber que o setor agrícola passa por avanços tecnológicos não somente em questão a máquinas e equipamentos, mas também em ambientes com solicitações tecnológicas. Os estudos de Munuaba em 1976, acerca dos agricultores de Bali, contribuem para melhorar as situações onde a tecnologia moderna já penetrou. A cultura do arroz é o centro de seu estudo: avaliação dos diversos tipos de enxadas e de pulverizadores, mas, sobretudo a reflexão aprofundada sobre a introdução aparentemente favorável de uma nova variedade de arroz que permite três colheitas anuais em Bali. Infelizmente as hastes mais curtas tornam a colheita muito mais penosa para as costas. As hastes curtas não permitem mais fazer feixes tradicionais de 20kg, os quais as mulheres carregam, um sobre a cabeça e os homens, dois nas extremidades de uma vara. É necessário agora bater o arroz primeiro e ensacá-lo em seguida, o que constitui um esforço suplementar e aumenta depois o risco de ver a safra devorada por

ratos. Outros problemas os colocam quanto à estocagem e tratamento deste novo cultivar de arroz (WISNER, 2000).

Wisner (2000) cita este exemplo, na qual demonstra a complexidade e a análise das atividades necessárias para uma ação ergonômica eficaz. A tecnologia à luz dos fatores humanos no trabalho aparece como a ciência humana das técnicas, isto é, adquire um sentido bem diferente daquele que o americanismo adota num sentido vulgar, como equivalente dos dispositivos maquinais. Conforme Dejours (2005) afirma que a técnica produz a cultura, sendo um ato cultural submetido à exigência da história e da sociedade.

A análise ergonômica do trabalho (AET) surgiu nos trabalhos da filósofa Pacaud nas suas pesquisas feitas em 1946 sobre os carteiros de registro da SNCF³, na qual a pesquisa mostrou que todas operações são de uma extrema variedade, não acontecem a partir de uma ordem pré-estabelecida, mas se entrelaçam e algumas são abandonadas momentaneamente, em benefício de outras mais urgentes e imperativas. O aparecimento da AET é mais evidente nos estudos sobre trabalho de operadores de informações telefônicas, no qual Pacaud revela quatorze tipos de dificuldades que os operadores deveriam resolver (WISNER, 2004).

Segundo Wisner (2004) esta abordagem é oposta das Ciências Aplicadas, que ensaia um campo dos modelos elaborados em laboratórios graças ao método experimental (abordagem *top down* ou descendente). A AET faz parte das abordagens ascendentes (ou *bottom up*) e se aproxima, por causa disso, de outros métodos análogos das ciências humanas: etnologia e psicodinâmica. A experiência histórica dos etnólogos lhe ensinou a desconfiar da submissão de um mandatário e a não se engajar no fornecimento de soluções. A etnologia se desenvolveu nos locais e durante as guerras de colonização que ocorreram em todo o mundo.

Conforme Wisner (2004), a AET aparece como ferramenta essencial de orientação da intervenção ergonômica, assim sendo, em particular a AET permite abordar o modo como os operadores constroem os problemas antes de resolvê-los. De uma maneira geral, a AET permite a descrição da alternância das fases de construção e de resolução de problemas. A disciplina ergonomia seria uma das disciplinas para fundamentar uma

³ S.N.C.F. *Société National des Chemins de Fer* – (Sociedade Nacional de Ferrovias).

intervenção com AET e, pode-se dizer que a ergonomia teria como ferramenta principal à análise ergonômica do trabalho.

O Brasil apresenta-se com normas (BRASIL, 2005b) para o posto de trabalho, demonstrados pela NR-17 - Ergonomia. O empregador deve aplicar as seguintes recomendações:

- a) 17.1.1. As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho, e a própria organização de trabalho;
- b) 17.3.1. sempre que o trabalho puder ser executado na posição sentada, o posto de trabalho deve ser planejado ou preparado para esta posição;
- c) 17.4.1. todos os equipamentos que compõem um posto de trabalho devem estar adequados às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

A NR-17 trouxe grandes progressos para o trabalhador e facilitou a elaboração da AET, sendo assim, temos vários autores que publicaram recomendações de AET com uma metodologia muito parecida com a da NR-17.

Fialho & Santos (1997) são uns dos autores que recomendam em primeira instância, qual situação de trabalho a ser analisada e qual o aspecto relacionado o ponto de vista ergonômico, como: concepção ou correção de um sistema de produção, concepção de produtos, introdução de novas tecnologias nos diversos setores da atividade humana, organização do trabalho, transferência de tecnologia, formação e qualificação profissional, higiene e segurança no trabalho. Segundo Fialho & Santos (1997) a AET consta com três fases:

- a) análise da demanda;
- b) análise da tarefa;
- c) análise das atividades.

As quais devem ser conduzidas em uma seqüência, enfatizando-se a fase de diagnóstico, e de acordo com esta, permite-se à inserção de um caderno de recomendações ergonômicas.

As três etapas citadas por Fialho & Santos (1997) sobre a AET obedece a uma seqüência apresentada na Tabela 1, na qual não impede que possa haver uma seqüência alternativa.

Tabela 1 - Procedimentos de pesquisa em ergonomia e as etapas da AET.

Procedimento de Pesquisa em Ergonomia	Etapas de uma Análise Ergonômica do Trabalho
1. Quadro teórico de referência.	1. Formulação da demanda. 2. Análise das referências bibliográficas sobre o em atividade de trabalho. 3. Questões de pesquisa.
2. Análise ergonômica da situação de trabalho.	4. Análise ergonômica da demanda: definição do problema (entrevista exploratória, e problemática da pesquisa). 5. Análise ergonômica da tarefa: análise das condições de trabalho (elaboração do modelo, de análise das atividades). 6. Análise ergonômica das atividades de trabalho: análise dos comportamentos do no trabalho (observação).
3. Síntese ergonômica da situação de trabalho.	7 Diagnóstico em ergonomia: a análise e tratamento dos dados (termo de referência da situação analisada). 8 Caderno de encargos e recomendações ergonômicas: conclusões da pesquisa. 9 Avaliação dos resultados: memorial descritivo dos avanços dos conhecimentos científicos em ergonomia.

Fonte: Fialho & Santos (1997).

4.2 Antropometria

A antropometria trata de medidas físicas do corpo humano. Todas as populações humanas são compostas de indivíduos de diferentes tipos físicos ou biotipos. Pequenas diferenças nas proporções de cada segmento do corpo existem desde o nascimento e tendem a se acentuar durante o crescimento, até a idade adulta (IIDA, 2005).

Conforme Kazlev (2004), nos anos de 1940, William Sheldon, doutor em psicologia, desenvolveu uma teoria que apresenta três tipos básicos de estrutura corporal,

que pode ser apresentada como os *somatotypes*. Este estudo foi desenvolvido entre quatro mil estudantes americanos, na qual estes três tipos básicos têm cada um características dominantes, conforme mostra a Figura 6.

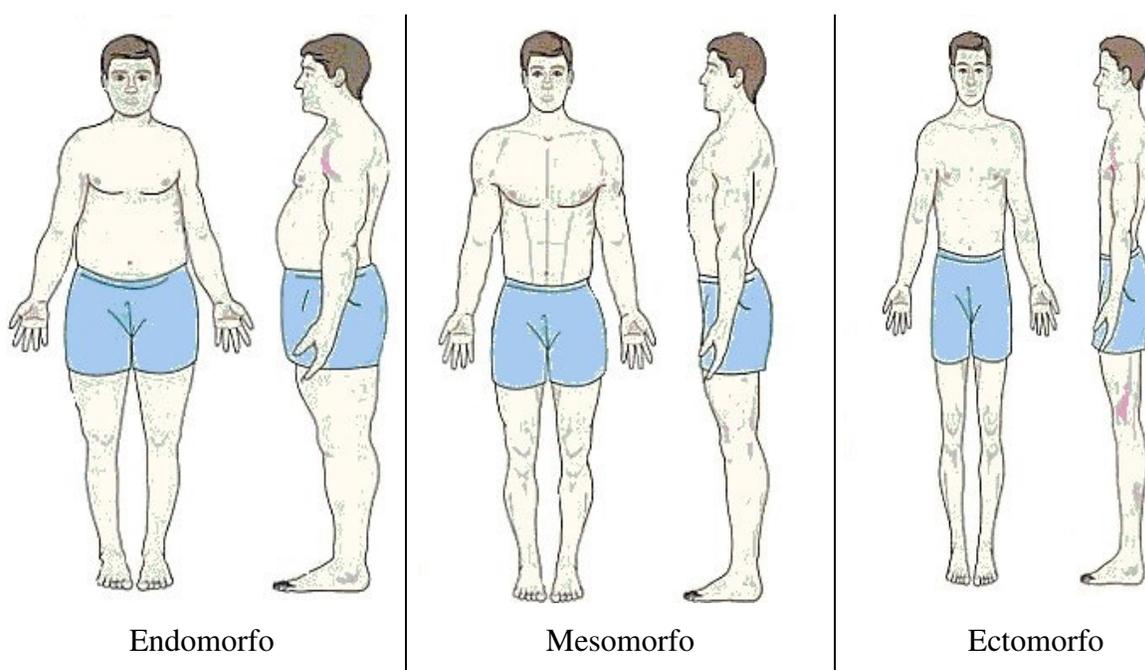


Figura 6 - Três tipos básicos do ser humano.
Fonte: Kazlev (2004).

De acordo com Iida (2005) os três tipos básicos do ser humano são definidos como:

- a) endomorfo: tipos de formas arredondadas e macias, com grande depósito de gordura, em que tem a forma de uma pêra (estreita em cima e larga em baixo);
- b) mesomorfo: tipo musculoso, de formas angulosas e apresenta cabeça cúbica, maciça, ombros e peitos largos e abdome pequeno;
- c) ectomorfo: corpo e membros longos e finos, com pouca gordura e músculo.

Conforme Iida (2005), a maioria das pessoas não pertencem especificamente a nenhum tipo básico apresentado, mas existe uma mistura de biotipo, por exemplo: endomorfo-ectomórfica.

O biotipo de um trabalhador com mais de quarenta anos de idade passa por pressões no trabalho que pode interferir no desempenho de uma tarefa. Segundo Laville

(1977), o trabalho desenvolvido em uma máquina em relação ao biotipo e à idade do trabalhador, pode ocasionar: intolerância à inversão do ritmo vigília-sono, perturbações no sono, fadiga física e mental, demissão de trabalhadores que não satisfazem as normas quantitativas de produção e demissão por causa do envelhecimento do trabalhador.

Atualmente têm vários dados antropométricos que podem ser utilizados na concepção de espaços de trabalho, de postos de máquinas, de ferramentas e, enfim de produtos de uma forma geral. Na maioria dos casos podemos utilizá-los de forma sistemática em termos de um projeto industrial. Todavia, existem alguns casos em que as exigências do trabalho acarretam conseqüências contraditórias sobre o plano dimensional. Nestes casos, é necessário modificar as condicionantes da situação de trabalho, no sentido de estabelecer um novo compromisso entre as exigências do trabalho e as características antropométricas da situação de trabalho (BARROS, 1996).

Gomes; Santos; Fernandes (2005) ressaltam que existem variáveis incontáveis relacionadas à produção agrícola, na qual não se pode determinar um modelo característico do usuário. Entre estas variáveis, o autor cita a diversidade antropométrica, os biotipos da população, a alta rotatividade das tarefas.

Conforme Santos *et al.* (1997) há quatro pontos a estabelecer quando se utiliza os dados antropométricos:

- a) definir as características dos efeitos futuros de trabalhadores – sexo, idade e origem deste efetivo (medidas e uma amostragem deste efetivo);
- b) determinar entre os dados antropométricos disponíveis aqueles que serão úteis para o projeto em questão – distâncias interarticulares e distâncias de máximos e mínimos alcances;
- c) utilizar dados antropométricos diretamente, através de manequins planos ou de manequins tridimensionais, com maquetes ou *mock-ups* das estações de trabalho. Atualmente temos bancos de dados antropométricos em programas de computador que ao definir a altura do indivíduo na posição sentada ou em pé, permite-nos apresentar todas as medidas do corpo humano.
- d) normalmente os dados antropométricos são suficientes para determinar as dimensões dos elementos materiais da situação de trabalho. Entretanto, em alguns casos, há necessidade

de determinar qual dado antropométrico disponível deve ser utilizado, em função da tarefa a ser executada.

Entre os estudos antropométricos de operadores de tratores agrícolas executados em países em desenvolvimento, pode-se destacar um levantamento feito na Índia por Yadav; Tewari; Prasad (1999) onde foram determinadas vinte e quatro medidas corporais de operadores de tratores agrícolas, somente do sexo masculino.

Estes autores observaram que as mensurações efetuadas nos operadores analisados foram menores que as da população norte americana e européia em quase todas as dimensões avaliadas e que, os projetos de tratores agrícolas com os dados antropométricos europeus e norte americanos são exportados e colocados para funcionamento em países em vias e desenvolvimento como a Índia, na qual apresentam outros dados antropométricos.

Os operadores de tratores agrícolas continuam expostos a uma carga física e mental elevada, pois a operação de um trator exige um controle simultâneo de diversas variantes referentes ao trabalho. A intensidade do esforço físico e mental depende, em grande parte, das características ergonômicas dos tratores agrícolas. Para tanto, um projeto ergonômico pode ser aplicativo se contemplar o correto posicionamento e dimensionamento dos componentes do posto de operação (MÁRQUEZ, 1990).

Conforme Barros (1996) a antropometria pode ser dividida em dois segmentos:

- a) antropometria estática – medição das dimensões do corpo parado, na qual é muito utilizada em projetos de assentos, mesa, cadeiras, equipamentos pessoais, entre outras;
- b) antropometria dinâmica – medições da pessoa executando uma tarefa (ângulo, ritmo, velocidade, força, espaço, dentre outros).

Robin (1987) afirma que a colocação de todas as partes constituintes do posto de operação deve ser de tal forma para que haja espaço livre ao redor do operador e que este possa se movimentar sem dificuldades. As dimensões que caracterizam os postos de operação de tratores agrícolas encontram-se normalizadas internacionalmente, sendo:

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 UNE 68 – 046 – 1983 (Tratores Agrícolas – Assentos, Saídas e Posto do Condutor – Medidas).

Os padrões apresentados por estas normas estão de acordo com as medidas norte – americanas e européias, na qual são adotadas em países em vias de desenvolvimento para contribuir nas medidas corporais. Não temos atualmente no Brasil pesquisas na área antropométrica que visam o padrão dos operadores de tratores agrícolas. Alguns estudos antropométricos foram executados por Ferreira (1988), por Minette (1996) e por Iida (2005), mas para populações que não eram constituídas de operadores de tratores agrícolas, bem como englobando indivíduos de outras regiões que não o Centro Oeste Paulista da região Sudeste do Estado de São Paulo.

Comparando-se as medidas obtidas nas referidas pesquisas, com as dos países desenvolvidos, observou-se que os brasileiros das regiões abrangidas pelas pesquisas são maiores para algumas medidas e menores para outras.

As Figuras 7 e 8 apresentam dimensões e volumes básicos necessários para o dimensionamento de postos de trabalho:

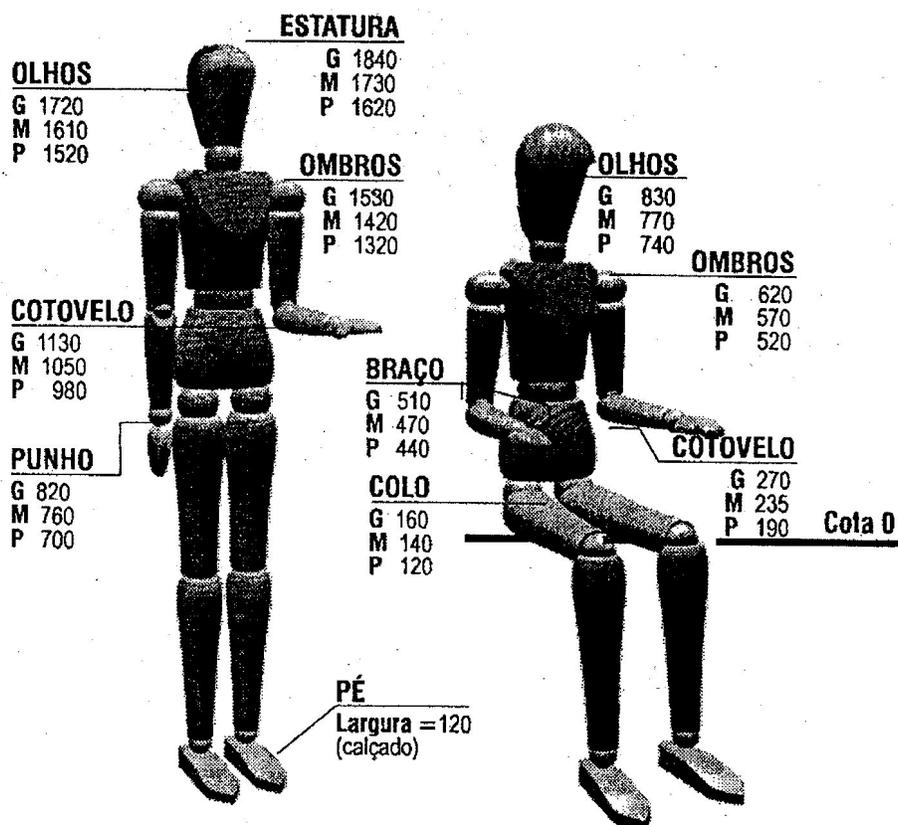


Figura 7 - Dados antropométricos de base de população masculina.
Fonte: RNUR (1983).

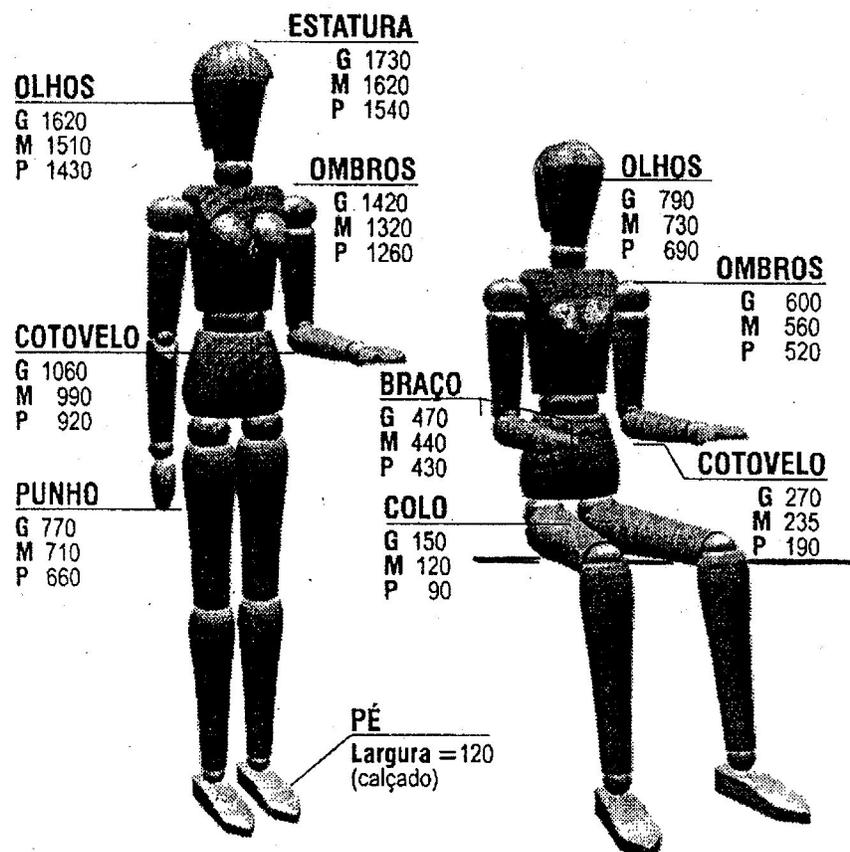


Figura 8 - Dados antropométricos de base de população feminina.
Fonte: RNUR (1983).

Iida (2005) afirma que se torna impossível projetar espaços de trabalho ou mesmo máquinas e ferramentas que atendam as pessoas extremas, mais altas ou mais baixas. Temos que nos contentar em satisfazer as necessidades da maioria tomando como base as medidas que são representativas da grande maioria da coletividade.

As medidas antropométricas estão relacionadas com a média e o desvio padrão. A média corresponde simplesmente à média aritmética das medidas de uma determinada amostra populacional, já o desvio padrão representa o grau de variabilidade dessa média dentro de uma amostra escolhida. Deve-se ter o cuidado de não projetar para a média da população, supondo estar projetando para a maioria (SILVA, 2003).

Estudo apresentado por Schlosser *et al.* (2002), na qual foi traçado o perfil antropométrico dos operadores de tratores agrícolas da região central do Rio Grande do

Sul, comprovou que o padrão antropométrico destes operadores é diferente daquelas dos países desenvolvidos. Os dados obtidos demonstraram que existem diferenças entre o biotipo do operador utilizado pela indústria de tratores agrícolas e do operador da região, com exceção do apoio do assento (comprimento da almofada do assento), para este último. Nesta pesquisa, os autores verificaram que para cada medida, os limites inferiores e superiores do intervalo onde se situam 90,0% dos operadores avaliados foram, respectivamente, menores e maiores que o padrão utilizado pela indústria brasileira de tratores, o que caracterizou uma maior variação. Assim sendo, concluíram que os tratores agrícolas encontrados atualmente em comercialização no Brasil podem não oferecer o conforto necessário ao operador da região estudada, havendo necessidade de algumas modificações no projeto ergonômico dos tratores, em relação àqueles adequados aos operadores de países desenvolvidos.

As literaturas sobre antropometria de diversos países apresentam um amplo número de medidas do corpo humano. Uma delas é a tabela antropométrica alemã que foi publicada primeiramente por Pheasant (1986), que apresentou uma população com idades entre 19 e 65 anos, na qual é freqüentemente utilizada para diversos estudos industriais e por ser uma das mais completas com diversas medições corporais.

Apresenta-se a seguir a Figura 9, em que algumas medidas antropométricas em forma de ilustração mostram as mais diversas posições do homem e da mulher. As ilustrações da Figura 9 devem ser confrontadas com a Tabela 2.

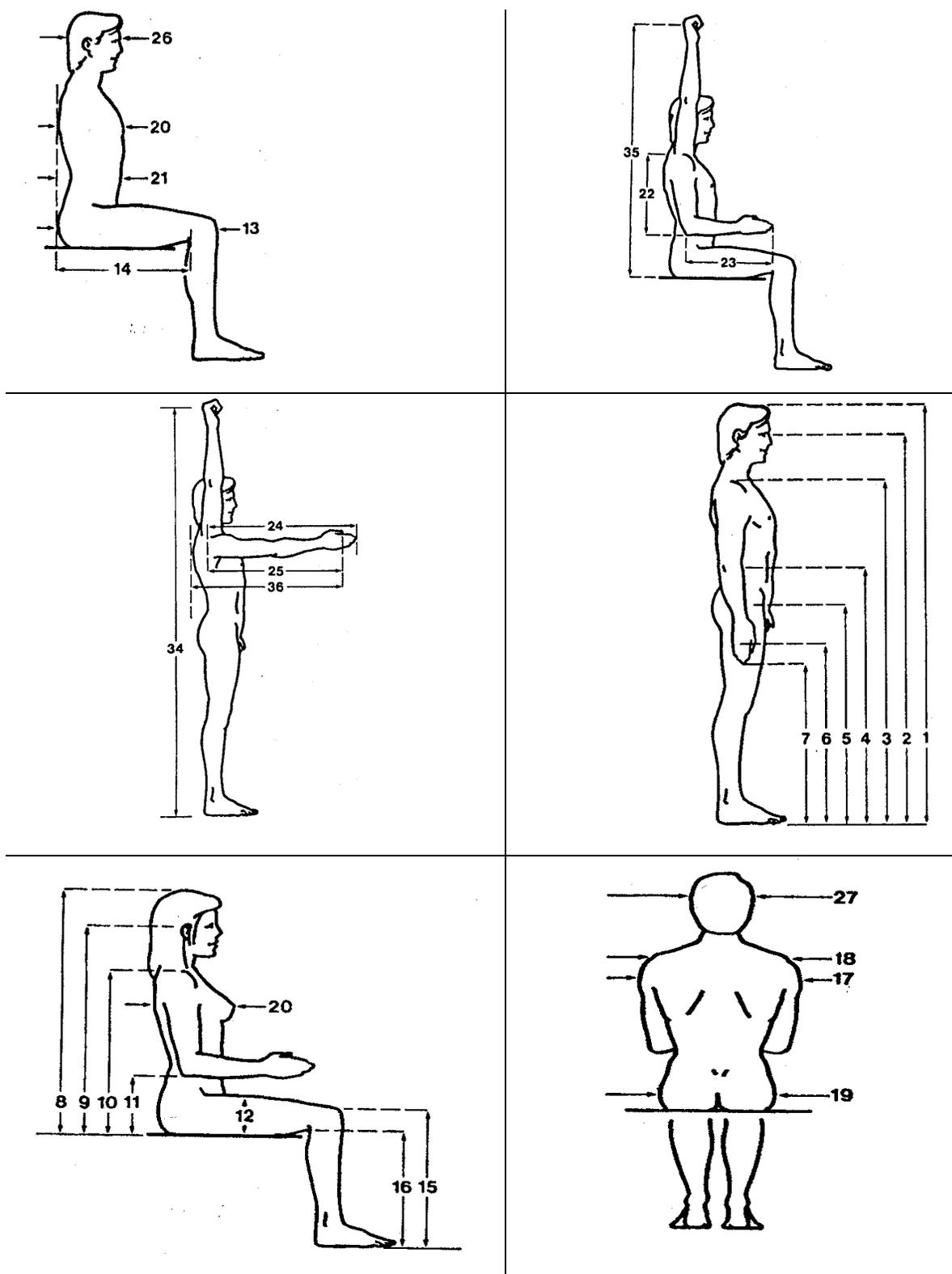


Figura 9 - Medidas antropométricas de homens e mulheres.
 Fonte: Grandjean (1998).

Tabela 2 - Medidas do corpo humano – homem e mulher - da população alemã.

Partes do Corpo	Homem				Mulher			
	5 %il	50 %il	95 %il	s	5 %il	50 %il	95 %il	s
1. Estatura	1645	1745	1845	62	1520	1635	1750	69
2. Altura dos olhos	1535	1635	1735	61	1420	1530	1640	68
3. Altura dos ombros	1370	1465	1560	58	1240	1320	1400	50
4. Altura dos cotovelos	1020	1095	1170	46	925	1000	1075	46
5. Altura dos quadris	840	910	980	44	760	840	920	48
6. Altura do punho	700	760	820	36	665	730	795	40
7. Altura da ponta dos dedos	605	660	715	34	565	635	705	43
8. Altura do alto da cabeça (sujeito sentado)	865	920	975	32	800	865	930	39
9. Altura dos olhos (sujeito sentado)	750	800	850	31	680	740	800	37
10. Altura dos ombros (sujeito sentado)	550	595	640	28	480	525	570	27
11. Altura dos cotovelos (sujeito sentado)	195	235	275	25	165	205	245	23
12. Espessura das coxas	--	150	265	70	125	155	185	19
13. Comprimento nádegas – joelhos	560	600	640	25	525	580	635	33
14. Comprimento nádegas – dobra interna do joelho	445	495	545	29	435	490	545	33
15. Altura dos joelhos	500	545	590	28	455	505	555	30
16. Altura da dobra interna do joelho	415	455	495	25	355	395	435	23
17. Largura dos ombros (deltóide)	425	465	505	23	355	400	445	27
18. Largura dos ombros (crista da omoplata)	370	400	430	17	325	360	395	20
19. Largura dos quadris	315	350	385	21	305	375	445	42
20. Profundidade do tórax	215	250	285	20	205	255	305	30
21. Profundidade do abdome	230	275	320	28	205	260	415	33
22. Comprimento ombro – cotovelo	335	365	395	18	305	335	365	19
23. Comprimento cotovelo – ponta dos dedos	445	475	505	19	400	435	470	21
24. Comprimento do braço	735	785	835	31	660	720	780	36
25. Comprimento do ombro – pega	615	665	715	29	555	610	665	32
26. Profundidade da cabeça	185	195	205	7	165	180	195	8
27. Largura da cabeça	145	155	165	5	135	145	155	6
28. Comprimento da mão	170	185	200	10	160	175	190	10
29. Largura da mão	80	85	90	4	65	75	85	5
30. Comprimento do pé	240	260	280	12	215	240	265	14
31. Largura do pé	90	100	110	6	80	90	100	6
32. Envergadura	1675	1795	1915	73	1505	1635	1765	79
33. Envergadura dos cotovelos	880	950	1020	42	785	865	945	48
34. Altura de pega (de pé)	1950	2065	2180	71	1805	1935	2065	79
35. Altura de pega (sentado)	1160	1245	1330	53	1075	1170	1265	59
36. Alcance frontal de pega	730	780	830	30	655	715	775	35

Medidas em milímetros; idades entre 19 a 65 anos; s = desvio padrão; %il = percentil (intervalo de valores). Fonte: Grandjean (1998).

Conforme Zamberlan (2006) a antropometria trata de duas áreas:

- a) a medição das características que definem a geometria física, as propriedades de massa e as capacidades em termos de força e corpo humano;
- b) a aplicação dos dados levantados nessa medição.

No Brasil existe uma deficiência em relação às medidas antropométricas da população, que repercute nas falhas de projetos em produtos de uso

cotidiano como móveis, máquinas, postos de trabalhos, vestuários e meios de transporte. Para melhorar a qualidade dos produtos industriais e das condições de trabalho em nosso país, o INT (Instituto Nacional de Tecnologia) atua na área de ergonomia desde meados da década de 1970 com ênfase em antropometria e na realização de pesquisas antropométricas. Entre 1979 e 2001 o INT realizou seis pesquisas antropométricas (ZAMBERLAN, 2006):

- a) Medidas do brasileiro em 1979;
- b) Pesquisas antropométricas e biomecânicas dos operários da indústria de transformadores elétricos do Rio de Janeiro em 1986;
- c) Pesquisa antropométrica dos digitadores do SERPRO em 1988;
- d) Dados antropométricos da população brasileira em 1989;
- e) Pesquisa antropométrica das telefonistas do setor de auxílio a lista da TELERJ em 1992;
- f) Pesquisa antropométrica dos empregados ocupados nos setores de produção e montagem de aviões da EMBRAER em 2001.

Estes dados estão todos consolidados em um banco de dados chamado Ergokit, conforme Neveiro (1998), que tem como objetivo oferecer às empresas dados dimensionais confiáveis e fidedignos da população brasileira.

Iida (2005) apresenta algumas recomendações sobre o tema antropometria:

- a) na escolha dos dados antropométricos o projetista deve verificar a definição exata das medidas e as características da população em que a amostra foi baseada.
- b) as dimensões antropométricas podem variar de acordo com as etnias e com a época, tanto pela evolução da população, como pela mudança das pessoas que exercem certas funções na sociedade.
- c) há influências econômicas nas medidas antropométricas, sendo os trabalhadores de baixa qualificação podem ser até 10cm mais baixos em relação aos de melhor renda.
- d) projetos feitos no exterior nem sempre se adaptam aos brasileiros, e essa diferença tende a ser maior no caso de projetos baseados em medidas antropométricas de mulheres.
- e) no uso de dados antropométricos, o projetista deve verificar qual a tolerância aceitável para acomodar as diferentes dimensões encontradas na população de usuários, e providenciar os ajustes estáticos, dinâmicos e funcionais.

- f) os objetos de espaços de trabalho podem ser dimensionados para a média da população (50%) ou um de seus extremos (5% ou 95%).
- g) os objetos e os espaços de trabalho devem permitir uma acomodação de pelo menos 90% da população de usuários, na qual a acomodação dos extremos, acima desse percentil, pode não ser economicamente justificável.
- h) o dimensionamento do posto de trabalho está intimamente relacionado com a postura e nenhum deles pode ser considerado separadamente um do outro.
- i) na decisão sobre o trabalho sentado ou em pé, devem ser considerados: a localização dos controles, componentes e atividades; a intensidade e as direções das forças a serem exercidas; a frequência de trabalho de pé ou sentado; o espaço para acomodar as pernas, quando sentado.
- j) a altura da superfície de trabalho em pé depende do tipo de trabalho executado, assim para a posição sentada, a altura da mesa deve ser dimensionada de forma integrada com o assento.
- k) o projeto do assento deve considerar: a relação entre a altura do assento e do trabalho; facilidade de sentar-se ou levantar-se; estabilidade do assento; pequenos acolchoamentos do assento e do encosto.
- l) o assento confortável permite variações de postura, em que as dificuldades de movimentar-se contribuem para aumentar a fadiga.

4.3 Biomecânica – controle e manejo

A biomecânica estuda as interações entre o trabalho e o ser humano sob o ponto de vista dos movimentos músculo-esqueléticos envolvidos e as suas conseqüências. Produtos e postos de trabalho inadequados provocam tensões musculares, dores e fadiga que, às vezes, podem ser desenvolvidas com providências simples, como exemplo a adaptação dos pedais, câmbios, chaves e botões de acionamento dos tratores agrícolas (IIDA, 2005).

Conforme Nordin & Frankel (2003), a biomecânica é um ramo da bioengenharia e da engenharia médica, que estuda as aplicações da mecânica, examinando os sistemas biológicos e fisiológicos.

No que refere a biomecânica, deve-se considerar estudos sobre a fadiga humana como contribuição as pesquisas. Para tanto, a fadiga humana está relacionada com os fatores humanos envolvidos no desempenho do trabalho (GRANDJEAN, 1998).

Conforme Grandjean (1998), a fadiga humana relaciona-se com a capacidade de produção diminuída e uma perda de motivação para qualquer atividade. A fadiga como experiência rotineira não é um estado definitivo e nem unitário.

As diferenças individuais na fadiga são significativas. Segundo Iida (2005), algumas pessoas se fatigam mais facilmente que as outras. Outras ainda apresentam maior tolerância em determinados tipos de trabalho. Existem também pessoas que se tornam mais suscetíveis à fadiga em certos dias ou em determinadas fases da vida.

Os sintomas de fadiga conforme Grandjean (1998) são de natureza subjetiva e objetiva. As mais importantes são:

- a) as sensações subjetivas de fadiga, sonolência, lassidão e falta de disposição para o trabalho;
- b) dificuldades para pensar;
- c) diminuição da atenção;
- d) lentidão e amortecimento das percepções;
- e) diminuição da força de vontade;
- f) perdas de produtividade em atividades físicas e mentais.

A capacidade de um operador de trator agrícola, por exemplo, de efetuar um trabalho físico penoso, depende de seu peso corporal, pois o mesmo apresenta uma correlação positiva, até certo ponto, com a força do indivíduo (GRANDJEAN, 1998).

Conforme Norgan (1990), o peso corporal, em quilogramas e a estatura, em metros, são usados em formulas de avaliação do estado nutricional do operador. Entende-se então que, para um bom desempenho físico o trabalhador tenha uma alimentação adequada para suprir as suas necessidades de calorias, proteínas e outros nutrientes. O problema de adequação alimentar de operadores de tratores agrícolas é de natureza quantitativa, ou seja, quantidade insuficiente de alimentos, determinada pelo nível de renda.

A força do ser humano vem dos músculos que são constituídos de proteínas. Em atividades físicas pesadas, como operação de tratores agrícolas, os trabalhadores devem ter um consumo adequado de proteínas. Estudos de Norgan (1990) apontam três níveis

de necessidades calóricas para diferentes graus de atividades para um homem de 25 anos de idade e pesando 65kg, conforme apresenta a Tabela 3.

Tabela 3 - Necessidades calóricas diárias.

Grau de Atividade	kcal/dia
Sedentária	2.800
Moderada	3.200
Pesada	4.400

Fonte: Norgan (1990).

Segundo Norgan (1990), a relação peso/altura ao quadrado, proposta pelo pesquisador francês Quetelet, no final do século XIX, é considerada o melhor indicador isolado do estado nutricional de adultos. Essa relação é denominada Índice de Massa Corporal (IMC) ou índice de Quetelet é calculado da seguinte forma:

$$\text{IMC} = \frac{P}{H^2} \quad \text{-----} \quad (I)$$

Sendo:

P = peso corporal em kg

H = estatura do indivíduo em m

Garrow (1981), conforme Tabela 4 afirma que a Organização Mundial de Saúde (OMS) classifica os indivíduos adultos, do sexo masculino, pelo seu IMC.

Tabela 4 - Classificação dos indivíduos pelo índice de massa corporal (IMC).

Classificação	IMC
Baixo peso	<20,0
Normal	20,0 a 24,9
Sobrepeso	25,0 a 29,9
Obeso	≥30,0

Fonte: Garrow (1981).

Segundo Nordin & Frankel (2003), existem dois tipos de trabalhos para a biomecânica, sendo o trabalho estático e o dinâmico:

- a) o estático é aquele que exige contração contínua de alguns músculos para manter uma determinada posição;
- b) o dinâmico é aquele que permite contrações e relaxamentos alternados dos músculos.

O trabalho dinâmico ocorre quando há contrações e relaxamentos alternados dos músculos, como nas tarefas de girar um volante ou acionar um controle de máquina. Esse movimento funciona como uma bomba hidráulica, ativando a circulação nos capilares, aumentando o volume de sangue circulado em até vinte vezes (IIDA, 2005).

Iida (2005) recomenda três posturas básicas, seja no trabalho, seja em repouso:

- a) posição deitada;
- b) posição sentada e
- c) posição em pé.

Como o trabalho em tratores agrícolas é executado na posição sentada, conforme Iida (2005) esta posição exige uma ação muscular do dorso e do ventre para se manter. A maior parte do peso do corpo é suportado pela pele que cobre o osso ísquio, nas nádegas. O consumo de energia é de 3% a 10% maior comparado ao gasto na posição horizontal. A postura com uma pequena inclinação para frente é menos fatigante que a postura ereta e o assento deve dar liberdade para mudanças frequentes de postura.

O posicionamento vertical dos comandos é definido também em função do comprimento do braço. Eles devem estar localizados de forma que o operador consiga alcançá-los sem sair de sua posição normal. A distância vertical máxima do nível do ombro do operador até o comando deve ser igual ao comprimento do braço (SCHLOSSER, *et al.*, 2002).

Estudos apresentados por Debiasi; Schlosser; Pinheiro (2004), dos tratores analisados, 69,7% caracterizaram-se por possuir alavancas de câmbio posicionadas no centro do posto de operação, entre as pernas do operador. As alavancas posicionadas centralmente são inadequadas comparativamente às posicionadas lateralmente. Estas, quando posicionadas no centro do posto de operação tornaram-se um obstáculo ao livre acesso e saída do operador, o que pode ocasionar acidentes. Neste mesmo estudo, Debiasi; Schlosser; Pinheiro (2004) demonstraram que 92% dos tratores agrícolas analisados não são equipados com regulagens de posição no volante de direção, principalmente em tratores antigos, ou seja,

com mais de dez anos de uso. Isto é um problema ergonômico, visto que, o volante é um dos comandos mais usados na inclinação do eixo vertical em relação ao conforto do operador.

O alcance do braço e da mão interfere diretamente no posicionamento dos controles operados pelas mãos. Para os controles de acionamento frequentes (sistema hidráulico, controle remoto.) possam ser considerados bem localizados no sentido horizontal, eles devem estar posicionados dentro da área de alcance normal, que é limitada pelo semicírculo de raio igual ao alcance das mãos, conforme mostra a Figura 10. Os controles solicitados esporadicamente devem estar dentro do alcance mínimo. Esta é delimitada pelo semicírculo de raio igual ao alcance do braço. O posicionamento vertical dos comandos é definido também em função do comprimento do braço. Eles devem estar localizados de modo que o operador consiga alcançá-los sem sair de sua posição normal. A distância vertical máxima na relação nível do ombro do operador até o comando deve ser igual ao comprimento do braço (IIDA, 2005).

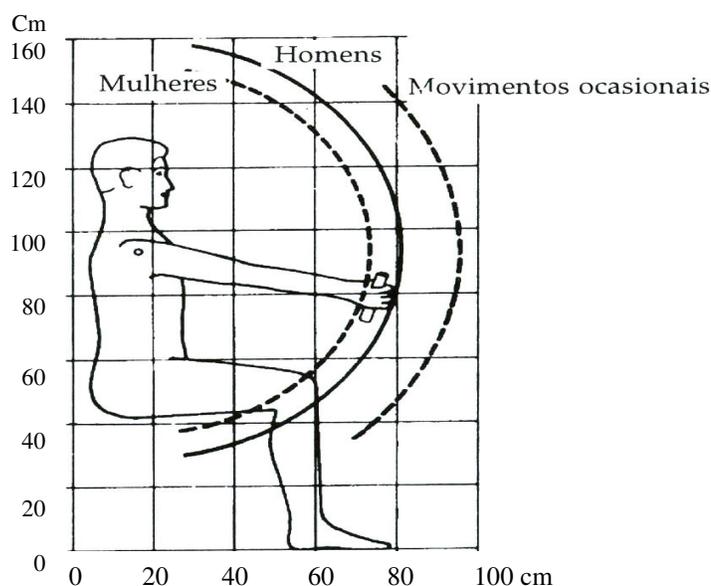


Figura 10 – Espaço vertical de preensão no plano sagital.

Fonte: Grandjean (1998).

O alcance em algumas posições, conforme Figura 11 demonstram níveis de espaços na posição sentada para os braços e para as pernas. Sendo que para os braços, dentro da faixa fisiológica do espaço de preensão devem estar ordenados todas as

ferramentas, materiais de trabalho, controles e recipientes de materiais. Também vale a execução para movimentos ocasionais que, sem prejuízos, podem alcançar 70 a 80cm e para as pernas, conforme Figura 12 a zona de trabalho dos pés é importante para a disposição de todos os tipos de pedais. O campo ótimo para os movimentos delicados de pisar com a menor força é hachurado mais escuro (GRANDJEAN, 1998).

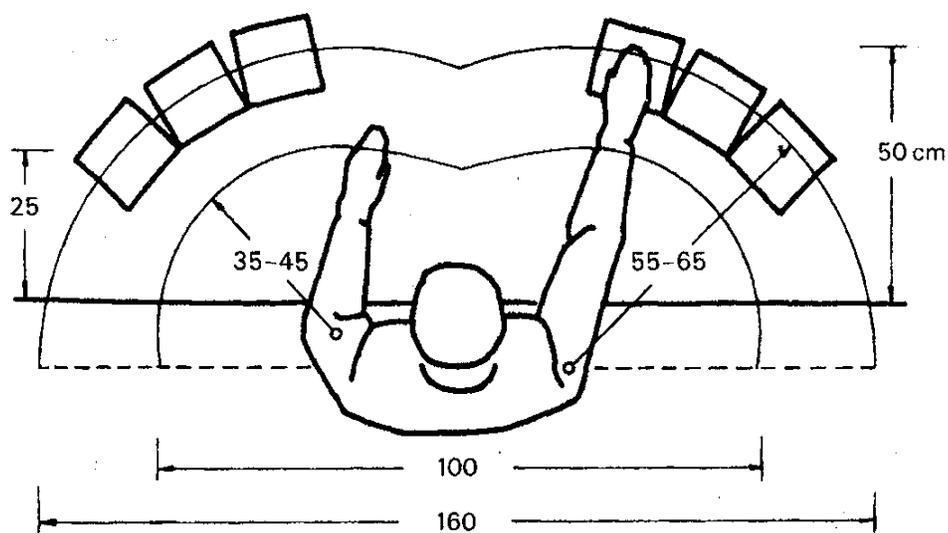


Figura 11 – Espaço de apreensão horizontal na altura de uma mesa.
Fonte: Grandjean (1998).

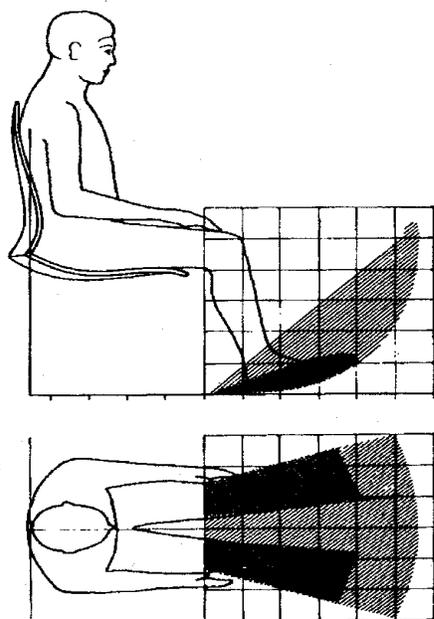


Figura 12 - Espaço de ação dos pés.
Fonte: Grandjean (1998).

A análise do campo visual em relação aos tratores não implica em mudanças no projeto do posto de operação. Isto porque, para um mesmo trator, quanto maior a altura do nível dos olhos do operador em relação à plataforma de operação, maior é a visibilidade. Assim, o operador analisado para um mesmo trator terá um campo visual maior e amplo em relação aos países desenvolvidos (SCHLOSSER *et al.*, 2002).

Os autores Menezes; Maziero; Yamashita (1985) avaliaram as características de visibilidade de um grupo de tratores de rodas nacionais e determinaram a relação entre as áreas de projeção dos tratores e as áreas de visibilidade nula ao nível do solo. Concluíram que em todas as condições estudadas, o trator Agrale 4100 foi o que proporcionou melhor visibilidade, devido o seu porte pequeno e a altura elevada do assento em relação ao capô. Ainda os autores afirmam neste estudo que, do ponto de vista ergonômico, um dos itens que devem ser previstos no projeto de uma máquina, é o campo visual, sendo que, o operador obtenha rápida percepção das operações a serem realizadas, além de não influenciar na postura de seu corpo durante a jornada de trabalho.

Grandjean (1998) apresenta que a linha normal de visão situa-se 10° a 15° abaixo da linha horizontal. Por esse motivo é recomendado que os mostradores de instrumentos fiquem em um ângulo de visão entre 5° acima e 30° abaixo de uma linha imaginária horizontal. E que o campo visual deve estar relacionado com a função da máquina, variando de acordo com o ciclo do trabalho, conforme mostra a Figura 13.

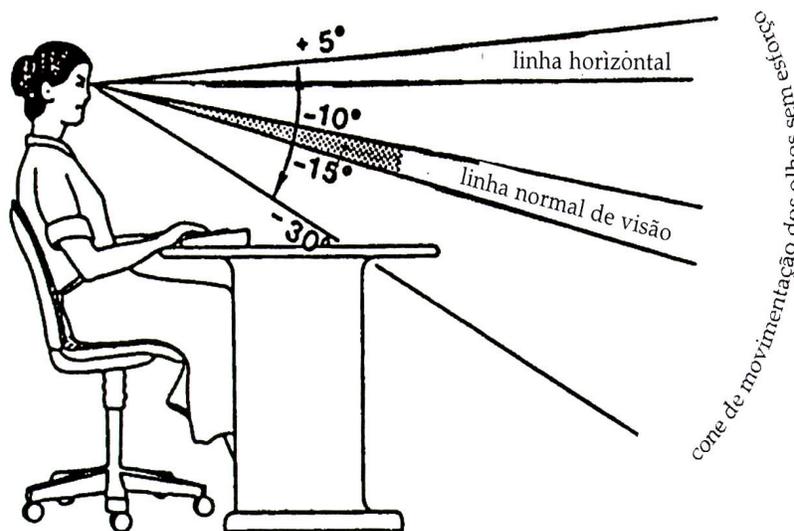


Figura 13 - A linha normal de visão.
Fonte: Grandjean (1998).

Conforme Grandjean (1998), deve ser restringido o número de teclas de função, ser limitado o uso de cores e ter um cursor adequado a tarefas. Os comandos e os controles estão estritamente ligados ao trabalho com tarefas de precisão. Sendo assim, vamos analisar como introdução aos dados de comando o trabalho de precisão.

Grandjean (1998) classifica as exigências da precisão nas atividades de trabalho, sendo:

- a) contração rápida e comedida dos músculos;
- b) coordenação de movimentos isolados de músculos;
- c) precisão dos movimentos;
- d) concentração;
- e) controle visual.

Estas exigências estão envolvidas com trabalhos executados na maioria das vezes pelos dedos e as mãos. Segundo Santos *et al.* (1997) apresentam o método proposto para a concepção dos comandos:

- a) descrever as principais características da atividade futura para gerenciar as manobras que serão efetuadas e as necessidades de manutenção. Determinar as ligações entre o operador e os dispositivos técnicos: o que ele tem necessidade de ver? O que ele deve alcançar e contra o que ele deve proteger-se?
- b) avaliar as ligações que podem ser flexibilizadas, por exemplo, um indicador fixado sobre uma rótula, por cima de uma válvula, permitirá diminuir a rigidez de ligação entre a posição dos olhos e a posição das mãos. Esta solução facilitará o uso do aparelho por operadores de diferentes estaturas;
- c) utilizar dados antropométricos disponíveis, da população brasileira, dos diversos segmentos corporais.

Conforme o método proposto acima, para a concepção dos comandos, deve-se assim, apresentar as medidas antropométricas das mãos, conforme mostra a Figura 14 que deve ser confrontada com a Tabela 5, na qual mostra as medidas antropométricas das mãos coletadas em oito mil pessoas (homens e mulheres) alemães com a média de 20 anos de idade.

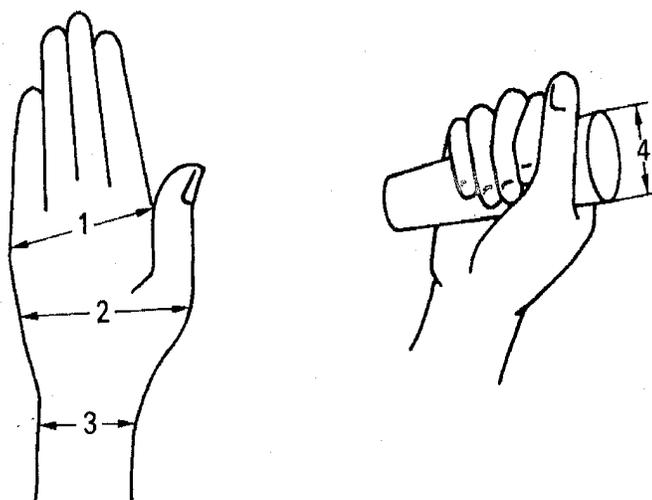


Figura 14 - Medidas antropométricas das mãos.

Fonte: Grandjean (1998.).

Tabela 5 - Medidas antropométricas das mãos.

Número	Medidas Antropométricas	Homens		Mulheres	
		Média	LC 90%	Média	LC 90%
1	Perímetro da mão	21,1	19,3 - 23,0	18,7	17,5 - 20,1
2	Largura da mão	10,6	9,8 - 11,1	--	--
3	Perímetros do punho	17,1	15,5 - 18-8	16,1	14,3 - 17,9
4	Perímetro de "pega"	13,3	12,0 - 15,3	--	--

LC = Limite de Confiança – Medidas em centímetros.

Fonte: Grandjean (1998).

Em relação aos manejos e controles apresentam-se os estudos de McCormick & Sanders (1993) que apresentam o método de avaliação dimensional destes controles em relação a ponto de referência do assento do operador. Este método apresentado inicialmente por McCormick (1980) é empregado até hoje como análise dimensional dos controles e manejos. Este ponto de referência do assento é conhecido como SIP (*Seat Index Point*) que, de acordo com a norma NBR NT 4253 (ABNT, 1999) pode ser considerada para fins de projeto do local de trabalho do operador, ser equivalente à intersecção do plano vertical central que passa pela linha de centro do assento no eixo de rotação teóricas entre o tronco e coxas de humanos. As Figuras 15 e 16 mostram os gráficos apresentados por McCormick & Sanders (1993) como base para análise das dimensões nos eixos x / y e x / z entre o operador e os controles e manejos.

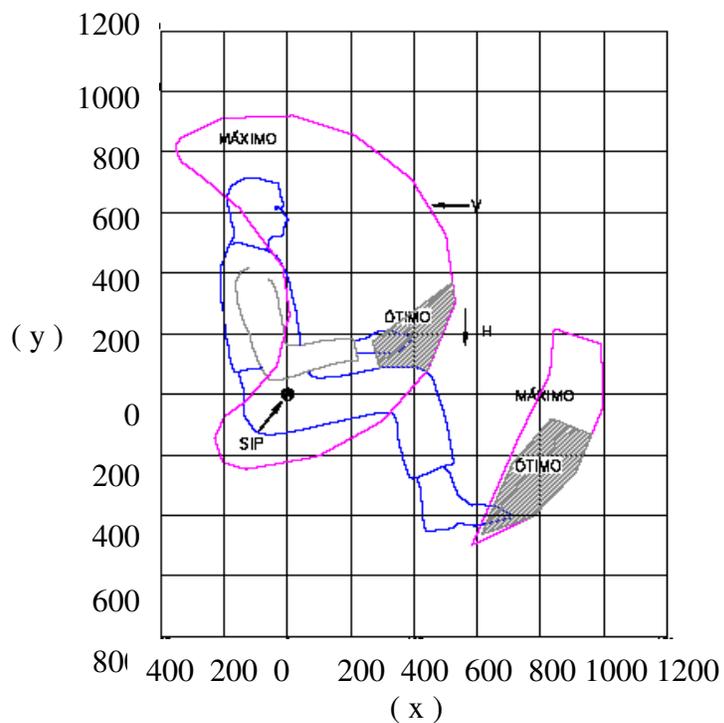


Figura 15 - Áreas de máximo e ótimo nas dimensões x / y.
 Fonte: McCormick & Sanders (1993).

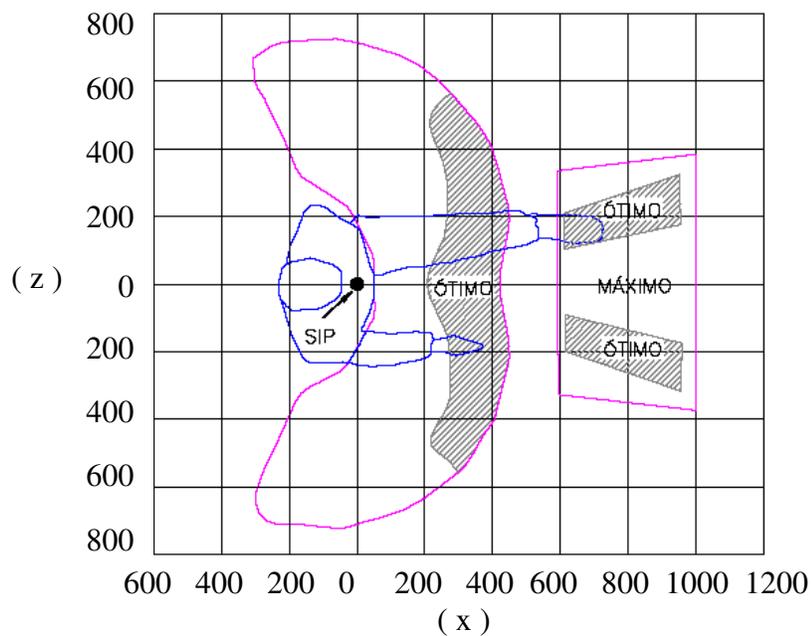


Figura 16 - Áreas de máximo e ótimo nas dimensões x / z.
 Fonte: McCormick & Sanders (1993).

O precursor e estudioso sobre SIP, McCormick (1980) mostra a Figura 17 a área para os controles dos pés, destinada as forças substanciais dos membros inferiores, sendo que, quando os espaços se sobrepõem é considerado área ótima para os movimentos dos pés.

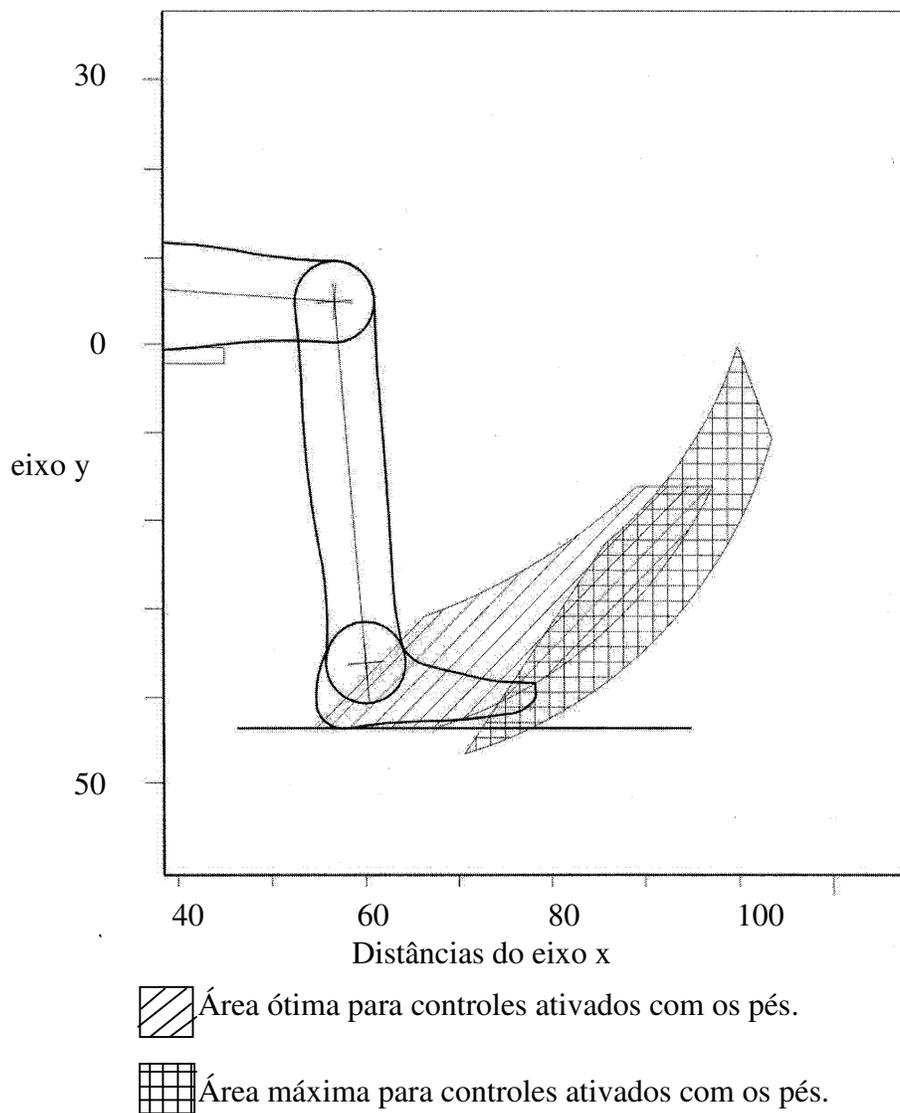


Figura 17 - Área ótima e máxima para controles ativados com os pés.
Fonte: McCormick (1980).

Estudos de Tilley & Dreyfuss (2001), conforme a Figura 18 apresentam algumas dimensões abrangendo 99% da população dos Estados Unidos referentes ao ser humano em relação ao controle do operador na posição sentada.

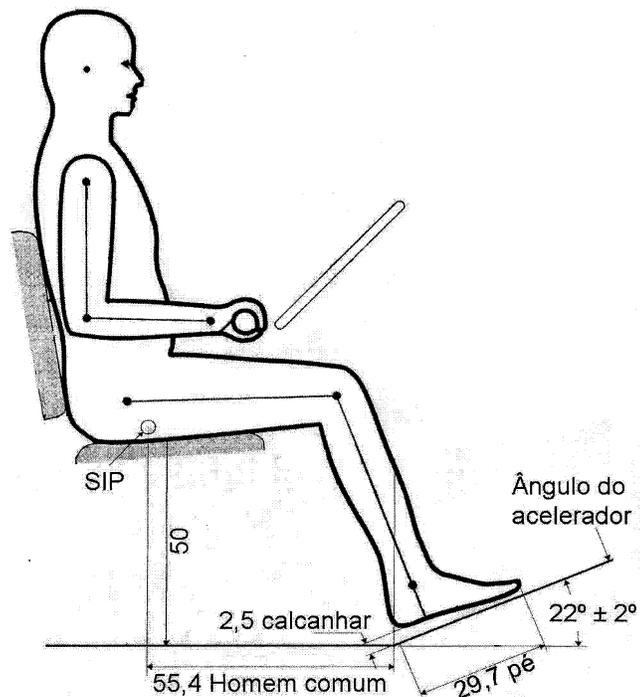


Figura 18 - Alcances máximos verticais .

Fonte: Tilley & Dreyfuss (2001).

A força das pernas varia consideravelmente, segundo Iida (2005) em função da posição relativa entre o assento e o pedal. A força máxima pode chegar a 200kgf com a perna na horizontal e o assento situando-se no mesmo nível do pedal. À medida que o assento sobe, aumentando-se o desnível assento / pedal. Essa força vai diminuindo até 90kgf, quando o ângulo entre a coxa e a perna chega à 90° .

A localização dos controles e comandos deve ser projetada de forma que os braços os alcancem dentro de um raio normal de ação, sem que o operador precise curvar o dorso ou deslocar o corpo. Evitam-se assim, maior fadiga e maior tempo na execução das tarefas. Com relação aos comandos movimentados pelas pernas, podem ser de maior exigência de força, desde que seja observada a posição ideal que permita a exata movimentação (VERDUSSEN, 1978).

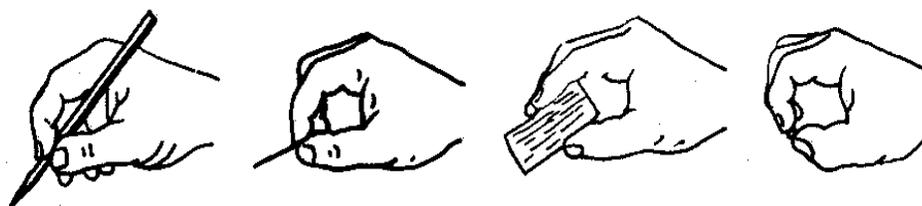
Deverá ser considerado, conforme Santos *et al.* (1997) mostram na Figura 19 a perfeita adaptação do controle a parte do corpo que irá acioná-lo permitindo uma posição normal e um contato firme e cômodo. Os controles devem ser compatíveis: no botão de giro, a movimentação no sentido horário serve para ligar, aumentar ou abrir. Num controle próprio para situações de emergência, a posição do painel deve ser destacada, inconfundivelmente assinalada e, em muitos casos, protegida contra acionamentos involuntários.



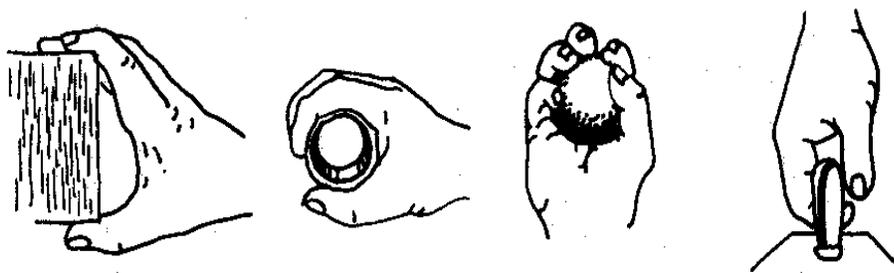
Figura 19 - Escolha do tipo de indicador.
Fonte: Santos *et al.* (1997).

Iida (2005) destaca que está relacionado ao controle sempre o manejo que deve ser considerado como espaço de pega para assegurar o movimento desejado pelo operador aos comandos da máquina agrícola. Iida (2005) apresenta a Figura 20 os dois tipos de manejo:

- a) manejo fino: realizado com as pontas dos dedos; transmite uma grande precisão e velocidade, com pequena força, ao passo que a palma da mão se mantenha praticamente imóvel. A força transmitida pelo dedo polegar em operação aos demais pode chegar a 98N (9,6kgf).
- b) manejo grosseiro: os dedos são utilizados para segurar, sustentando a alavanca relativamente sem movimento e transmitindo maior força, com menor precisão e velocidade. Os dedos fechados em torno do objeto transmitem uma força de até 392N (38,4kgf), levanta e abaixa peso, sem usar o tronco, transmite uma força máxima de 265N (26kgf), já para os movimentos de empurrar e puxar esta força é de 539N (52,9kgf).



Manejo Fino: pega com a ponta dos dedos.



Manejo Grosseiro: pega com a palma da mão.

Figura 20 - Os dois tipos básicos de manejo.
Fonte: Iida (2005).

4.4 Conforto – assentos e suas conformidades

O conforto é uma sensação subjetiva que pode variar de pessoas, de situações, de localização e de tempos. Sobre assentos é mais fácil falar de desconforto, pois este pode ser avaliado (IIDA, 2005).

O conforto no assento depende de muitos fatores e é muito difícil de estabelecer as características que o determinam. Em princípio, há um tipo de assento mais adequado para cada finalidade. Cada pessoa adapta-se melhor a um certo tipo de assento. Assim, o conforto é influenciado por muitos fatores e preferências individuais, até pela sua aparência estética (CORLET, 1989).

Conforme Iida (2005), em geral as avaliações de conforto em assentos podem ser realizados após cinco minutos sentados e não variam muito em avaliações longas como estar sentado até duas ou três horas. As normas estabelecem apenas alguns requisitos mínimos, que não são suficientes para assegurar o conforto.

O assento é uma das principais contribuições para o ser humano em operação de atividades. Na vida moderna os seres humanos chegam a passar mais de vinte horas sentadas e deitadas, em que a espécie humana, *homo sapiens*, já deixou de ser um animal ereto, *homo erectus*, para se transformar no animal sentado, *homo sedens* (DUL & WEERDMEESTER, 2004).

Estudos de Metha & Tewari (2001) apresentam os principais pré-requisitos para o *design* do assento de máquinas agrícolas, sendo: manter o operador numa posição onde ele possa operar o veículo de forma a ter uma visão privilegiada da área de colheita e considerar crucial para o material que envolve todo o assento, dando-se ênfase para materiais que facilitem a ventilação e que sejam confortáveis.

Análises sobre operações sentadas são feitas através dos tempos, desde 1743, quando Andry, o pai dos ortopedistas, fez diversas recomendações para corrigir má postura na sua obra “Orthopedia” (IIDA, 2005).

O apoio do assento, por sua vez, é uma medida que influencia na definição ao comprimento do assento do operador. O comprimento do assento deve ser tal que faz possibilitar o acionamento dos pedais da embreagem, freios e acelerador de maneira rápida e com o mínimo de esforço, sem que o operador tenha que sair de sua posição normal. A

distância do pé à paleta é usada para definir a altura do assento em relação à plataforma de operação. Esta altura deve ser tal que o operador mantenha sempre os pés apoiados e tenha fácil acesso aos controles operados por eles (DUL & WEERDMEESTER, 2004).

Estudos apresentados por Grandjean (1998) sobre assentos, mostram que má postura na posição sentada causa fadiga, dores lombares e câimbras que, se não forem corrigidas podem provocar anormalidades permanentes na coluna do ser humano.

A execução de atividades na posição sentada pode apresentar vantagens, conforme apresenta Grandjean (1998):

- a) alívio das pernas;
- b) possibilidade de evitar posições forçadas do corpo;
- c) consumo de energia reduzida;
- d) alívio da circulação sanguínea.

Grandjean (1998) apresenta que as vantagens opõem-se a algumas desvantagens. Dentre elas o prolongado sentar levaria a uma flacidez dos músculos e da barriga e ao desenvolvimento da cifose. O sentar-se curvado para frente deve ser desfavorável para os órgãos internos, em especial para os órgãos da digestão e da respiração.

A desvantagem mais notória apresentada em pesquisas nesta área é o problema de dores na coluna. Grandjean (1998) apresenta que, em torno de 60% dos adultos já tiveram, no mínimo uma vez, dor nas costas. O motivo mais freqüente são as doenças nos discos intervertebrais. O disco intervertebral, conforme mostra a Figura 21, pode ser comparado com um travesseiro que fica entre os ossos das vértebras e é responsável pelos movimentos da coluna vertebral. Ele é constituído internamente por uma massa viscosa e de anéis fibrosos, externos, de alta resistência, que envolve o disco.

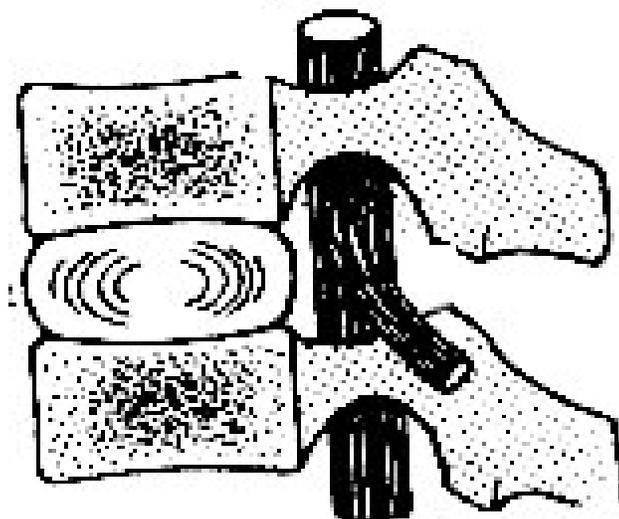


Figura 21 - Corte esquemático de duas vértebras com o disco entre elas.
Fonte: Grandjean (1998).

Conforme a Figura 22, a rotação da bacia para trás provoca uma alteração da coluna, no sentido de uma cifose, o que, por sua vez, conduz a um aumento de pressão nos discos intervertebrais da coluna lombar.

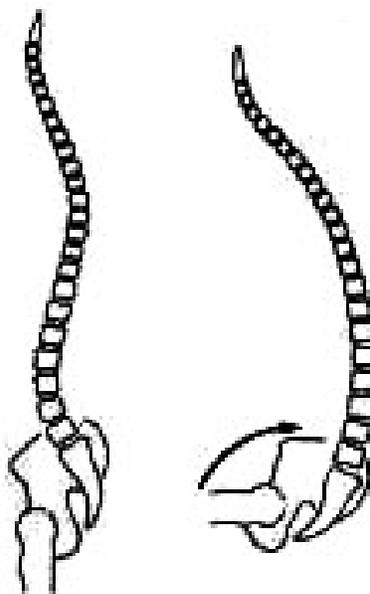


Figura 22 - A rotação da bacia na passagem do estar em pé para o estar sentado.
Fonte: Grandjean (1998).

Na posição sentada o corpo entra em contato com o assento, praticamente por apenas uma estrutura óssea, conforme mostra a Figura 23. Esse contato é feito por dois ossos de forma arredondada, situados na bacia chamadas de tuberosidades isquiáticas, que se assemelham a uma pirâmide invertida. Em apenas 25cm² de superfície da pele sob essas tuberosidades concentram-se 75% do peso total do corpo sentado (IIDA, 2005).

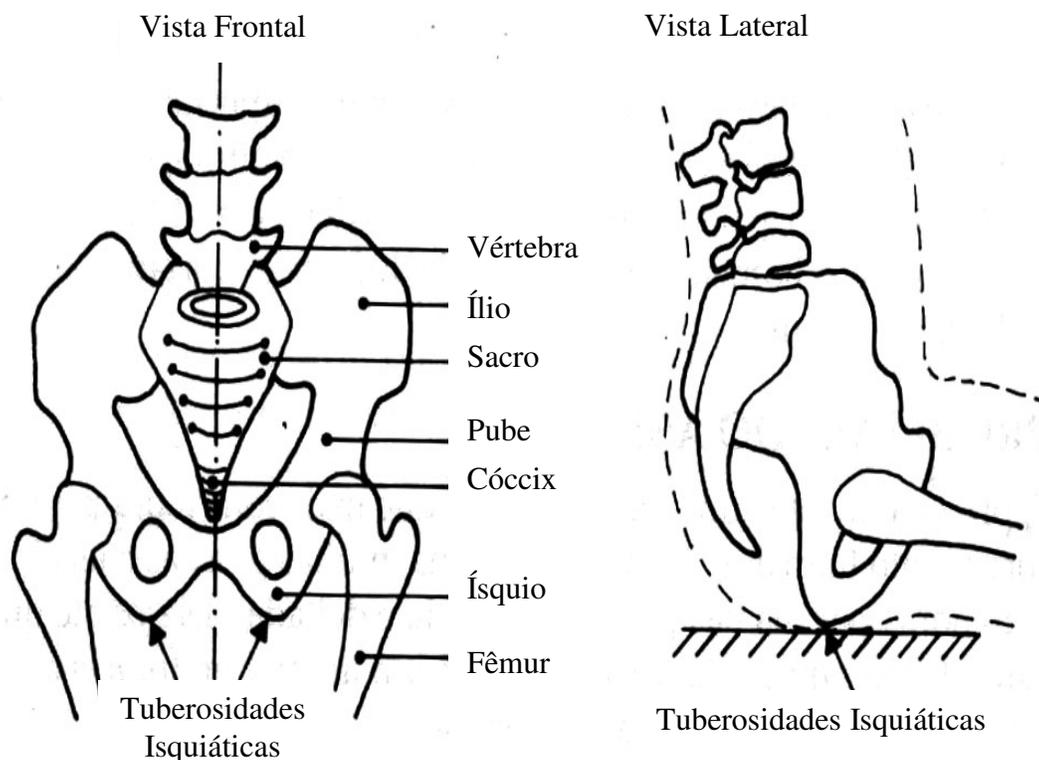


Figura 23 - Estrutura dos ossos da bacia mostra as tuberosidades isquiáticas.
Fonte: Iida (2005).

Estudos de Iida (2005) aduzem que o estofamento duro nos assentos é o mais recomendável, visto que, os estofamentos macios não proporcionam um bom suporte e, além disso, a pressão se distribui para outras regiões das nádegas e das pernas, que não são adequadas para suportar as pressões, causando estrangulamento da circulação sanguínea nos capilares, o que provoca dores e fadiga. O estofamento firme, conforme a Figura 24 mostra que, o contato com as tuberosidades isquiáticas é centrado em seus ápices, assim reduz a pressão máxima em cerca de 400% e aumenta a área de contato de 900 para 1050cm², sem prejudicar a postura.

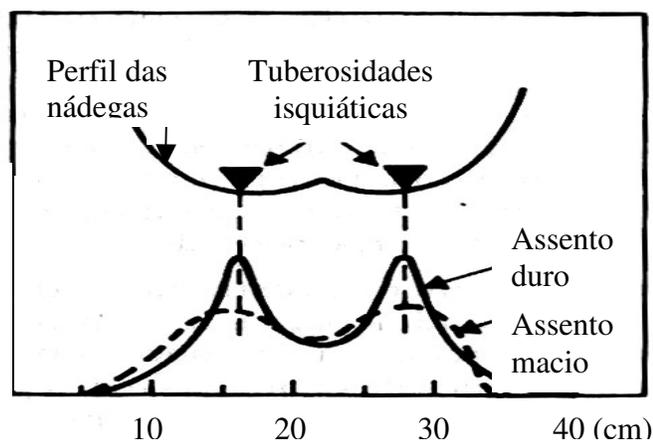


Figura 24 - Contato da nádega com o assento através das tuberosidades isquiáticas.
Fonte: Iida (2005).

Enquanto a ortopedia encontrou-se no estudo do efeito da postura ao sentar sobre a coluna vertebral, a ergonomia dedicou-se a estudos de campo e experiências com assentos mais úteis e adequados. Assim, conforme a Figura 25 chegou-se a um desenho da forma de sentar e com diferentes perfis de conchas para assentos e experimentou-se com um grande número de pessoas, inclusive com um grupo de sessenta e oito pessoas com doenças de coluna, o efeito de diferentes perfis de assentos conforme os critérios subjetivos de queixas em diferentes partes do corpo. O perfil de um assento polivalente e uma poltrona para descanso foram as que apresentaram menores queixas de desconforto (GRANDJEAN, 1998).

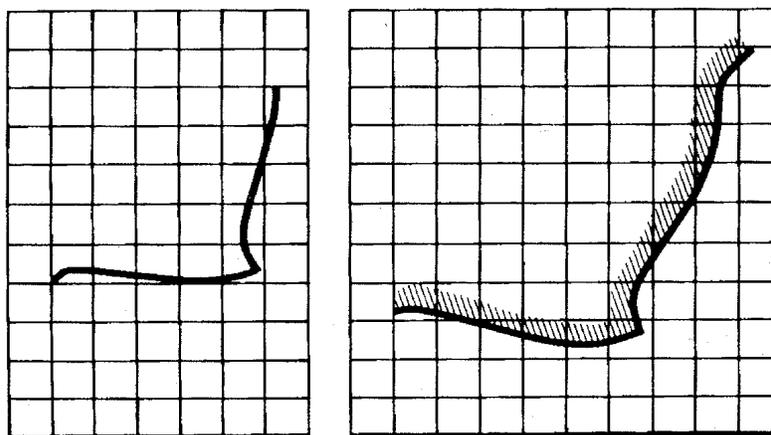


Figura 25 - Perfil de cadeiras.
Fonte: Grandjean (1998).

Para ser resistente, conforme Iida (2005) o assento deve ter solidez estrutural suficiente para suportar cargas. A norma NBR 13962 (ABNT, 2002) recomenda resistência a uma carga mínima de 1100N (112kgf). Outro aspecto é a durabilidade de pelo menos quinze anos, pois sua característica deve ser acentuada para não danificar com o uso daquela determinada tarefa, na qual o assento foi destinado.

Os princípios gerais, conforme apresenta Iida (2005) sobre os assentos que são derivados de diversos estudos anatômicos, fisiológicos e clínicos dos movimentos de postura sentada são:

- a) existe um assento mais adequado para cada tipo de função: assim pode-se dizer que um assento de automóvel pode ser confortável para dirigir, mas provavelmente seria desconfortável para uso em escritório, e vice-versa;
- b) as dimensões do assento devem ser adequadas às dimensões antropométricas do usuário: no caso, a dimensão antropométrica crítica à altura poplíteia (parte inferior da coxa à sola do pé), que determina a altura do assento, na qual provocam dores, pressões sobre as coxas e formigamentos nas pernas;
- c) o assento deve permitir variações de posturas: estas variações são pertinentes, pois aliviam as pressões sobre os discos vertebrais e as tensões dos músculos dorsais de sustentação, reduzindo-se a fadiga, sendo assim, os assentos com formas anatômicas, na qual as nádegas se encaixam neles, não são recomendáveis;
- d) o encosto deve ajudar no relaxamento: em alguns postos de trabalho o usuário não usa continuamente o encosto, mas apenas de tempos em tempos, para relaxar. O perfil do encosto é importante, porque uma pessoa sentada apresenta uma protuberância para trás na altura das nádegas e a curvatura da coluna vertebral varia bastante de uma pessoa para outra. Pode-se deixar um espaço vazio de 15 a 20cm entre o assento e o encosto. Um suporte situado entre a segunda e a quinta vértebras lombares permite maior liberdade de movimentos ao tronco;
- e) assentos e painel de controle formam conjunto integrado: a altura do assento deve ser estudada também em função da altura do painel de controle, de modo que a altura do controle fique na altura aproximadamente do cotovelo do usuário sentado. Quando possível o assento deve ter braços e, estes braços devem ficar aproximadamente à mesma altura ou pouco abaixo da superfície de trabalho para dar apoio aos cotovelos.

Iida (2005) apresenta, conforme a Figura 26, a postura ereta e a postura relaxada no assento da seguinte forma:

- a) Postura ereta: Na postura ereta, a coluna fica na vertical e o tronco é sustentado pelos músculos dorsais. É uma postura normalmente usada nos trabalhos de escritórios e de postos de trabalho em operação, pois facilita a movimentação dos braços e a visualização para frente. Como os músculos dorsais executam um trabalho estático, essa postura pode ser fatigante, principalmente se a cabeça ficar muito inclinada para frente.
- b) Postura relaxada: Na postura relaxada, o dorso não fica tão tenso como no caso anterior. Ele assume postura ligeiramente curva para frente ou para trás. A postura relaxada faz menores exigências dos músculos dorsais de sustentação, sendo menos fatigante. Essas exigências tornaram-se menores, ainda, quando há possibilidade de apoiar o dorso sobre o encosto da cadeira. Nessa posição, as pernas tendem a deslocar-se para frente e o assento para esse tipo de postura relaxada também pode ser mais baixo, aumentando-se o ângulo do assento em relação à horizontal e também o ângulo do assento em relação ao encosto. Essa é a posição do assento de máquinas e de carros (IIDA, 2005).

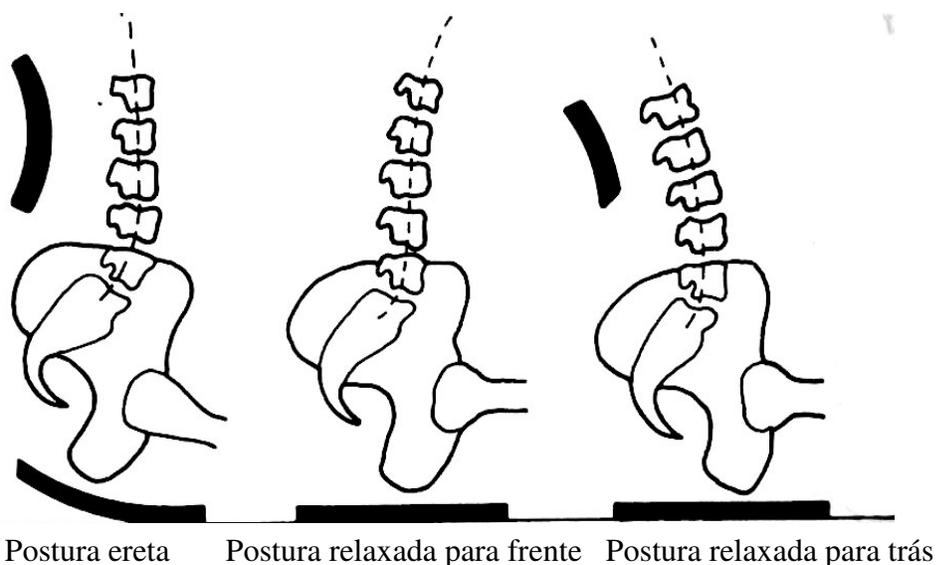


Figura 26 - Posições assumidas pela coluna na postura sentada.
Fonte: Iida (2005).

Para tanto, deve-se considerar a postura do trabalhador em operação como um dos fatores essenciais para um bom projeto de máquinas. Um trabalhador pode assumir várias posturas na execução de uma atividade. Assim, quando um operador de

máquina agrícola executa uma atividade em diferentes posturas, um conjunto diferente de musculatura é acionado.

Uma das maneiras de registrar tipos de posturas é o método conhecido como OWAS (*Ovako Working Posture Analyzing System*). Segundo Iida (2005), este sistema foi proposto por três pesquisadores finlandeses que trabalhavam em uma indústria siderúrgica. Encontraram setenta e duas posturas típicas que resultaram em diferentes combinações das posições do dorso, braços e pernas. Posteriormente, após análise e avaliação destes três comportamentos chegaram à sua classificação, conforme mostra a Figura 27:

DORSO	1  Reto	2  Inclinado	3  Reto e torcido	4  Inclinado e torcido
BRAÇOS	1  Dois braços para baixo	2  Um braço para cima	3  Dois braços para cima	EXEMPLO  CÓDIGO: 215
PERNAS	1  Duas pernas retas	2  Uma perna reta	3  Duas pernas flexionadas	DORSO Inclinado 2
	4  Uma perna flexionada	5  Uma perna ajoelhada	6  Deslocamento com pernas	BRAÇOS Dois para baixo 1 PERNAS Uma perna ajoelhada 5
	7  Duas pernas suspensas			

Figura 27 – Códigos do sistema OWAS para registro de postura.
Fonte: Karhu; Kans; Kuorinka (1977).

O mesmo trabalhador quando observado de manhã e à tarde, conservava 86% das posturas registradas e diferentes trabalhadores, executando a mesma tarefa, usavam, em média, 69% de posturas semelhantes. Portanto, conclui-se que o método de registro apresenta uma consistência razoável (IIDA, 2005).

Foram executadas por Karhu; Kansii; Kuorinka (1977), várias avaliações das diversas posturas quanto ao desconforto. Para tanto, foi usado nestas avaliações um manequim em diversas posições e posturas estudadas. Foram analisados uns grupos de trinta e dois trabalhadores experientes, na qual faziam avaliações quanto ao desconforto de cada postura. Em cada sessão, faziam duas avaliações, usando uma escala de quatro pontos, com os seguintes extremos: “postura normal sem desconforto e sem efeito danoso à saúde” e “postura extremamente ruim que provoca desconforto em pouco tempo e pode causar doenças”. Com base nessas avaliações, as posturas foram classificadas em uma das seguintes categorias:

- a) classe 1: postura normal, que dispensa cuidados, a não ser em casos excepcionais;
- b) classe 2: postura que deve ser classificada durante a próxima revisão rotineira dos métodos de trabalho;
- c) classe 3: postura que deve solicitar atenção em curto prazo;
- d) classe 4: postura que deve solicitar atenção imediata.

Estas classes dependem do tempo de duração das posturas. No exemplo, conforme a Tabela 6, Iida (2005) mostra que os tempos foram denominados em porcentagens da jornada de trabalho com as combinações das três variáveis e as quatro classes:

Tabela 6 – Sistema OWAS: classificação das posturas de acordo com a duração das posturas.

Duração Máxima (% da jornada de trabalho)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Dorso	1 Dorso reto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 Dorso inclinado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3 Dorso reto e torcido	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4 Inclinado e torcido	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Braços	1 Dois braços para baixo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 Um braço para cima	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3 Dois braços para cima	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
Pernas	1 Duas pernas retas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2 Uma perna reta	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3 Duas pernas flexionadas	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	4 Uma perna flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5 Uma perna ajoelhada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6 Deslocamento com pernas	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	7 Duas pernas suspensas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Fonte: Iida (2005).

Iida (2005) apresenta que os resultados deste sistema levaram à melhoria do conforto e contribuíram decisivamente para a remodelação de algumas linhas de produção. Com esse método conseguiu-se identificar e solucionar problemas que estavam pendentes há vários anos, nos quais as tentativas anteriores haviam fracassado.

A Figura 28 deve ser confrontada com a Tabela 7, na qual mostram nove dimensões básicas para assentos nas posturas ereta e relaxada. As dimensões são apresentadas com uma faixa de variação, tanto para acomodar as diferenças de medidas antropométricas dos usuários, como também para se adaptar ao tipo de tarefa que será executado. As dimensões são cotadas a partir do ponto de referência do assento – PRA - que fica no ponto médio da interseção entre o plano do encosto e a superfície do assento (IIDA, 2005).

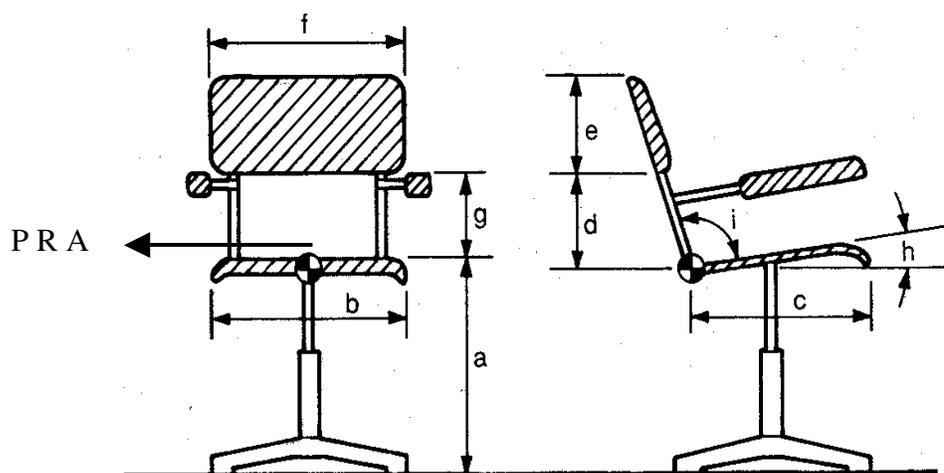


Figura 28 - Dimensões básicas de assentos.
Fonte: Iida (2005).

Tabela 7 – Variáveis para dimensões básicas nas posturas: ereta e relaxada.

Variáveis	Postura Ereta	Postura Relaxada
a. Altura do assento	35 a 42	40 a 47
b. Largura do assento	40 a 45	40 a 45
c. Comprimento do assento	35 a 40	40 a 43
d. Espaço livre entre assento – encosto	15 a 20	--
e. Altura máxima do encosto	48	63
f. Largura do encosto	35 a 48	35 a 48
g. Altura dos braços	21 a 22	21 a 22
h. Ângulo do assento	até 3°	19 a 20°
i. Ângulo assento – encosto	101 a 104°	105 a 115°

Fonte: Iida (2005).

4.5 Ruído

Segundo Verdussen (1978), a ação do ruído faz-se sentir de forma acentuada sobre o sistema neuro-vegetativo que altera seu equilíbrio e proporciona conseqüências tais como: o aparecimento de problemas digestivos, as úlceras gastro-intestinais, a aerofagia e a irritabilidade ou apatia.

Estudo de Campana (1984), apresenta que as medidas de ruído na classe de operadores de tratores agrícolas chegam a noventa e um níveis de pressão sonora em cinco tratores cabinados, dois da marca “Case” modelo 2470, um de marca “Case” modelo 4490 e dois da marca “John Deere” modelo 8630, obtidos com a cabine fechada e com o motor em movimento, com o trator em atividade rotineira, em diferentes marchas, velocidade e rotação do motor. Das noventa e uma medidas consideradas, oitenta e seis delas (94,5%) foram iguais ou superior a 85dB (A). Como o tempo de exposição do ruído costuma ser ainda maior que oito horas de trabalho, conclui-se ainda haver uma insalubridade residual por ruído no trabalho em tratores cabinados. O autor ainda recomenda a adoção contínua de medidas de proteção ambiental e individual.

Os resultados semelhantes também foram obtidos por Zamberlan; Ferreira; Almeida (1988) na qual chegaram a conclusão de que, tanto em ensaios padronizados quanto a condições reais de trabalho, nenhum dos tratores estudados apresentaram condições de trabalho aceitáveis aos operadores de tratores agrícolas.

Estudo apresentado por Fernandes (1991) em que efetuou leituras dos níveis de ruído nos ouvidos direito e esquerdo dos operadores de tratores agrícolas, afirmou que não foram encontradas diferenças significativas nesse caso. O autor concluiu que, de maneira geral, os tratores apresentaram níveis de ruído muito acima dos limites de conforto estabelecidos pela norma NB-95 (ABNT, 1987) como também acima de 85dB (A) de limite de tolerância para oito horas de exposições diárias, conforme estabelece a NR-15 – Atividades e Operações Insalubres - (BRASIL, 2005a) - anexo n°1. Nos ensaios comparativos o autor apresenta que o nível de ruído é maior para marchas mais longas, quando comparadas com as marchas mais reduzidas; o nível de ruído é relativamente proporcional à rotação do motor. Conforme a NR-15 (BRASIL, 2005a) entende-se por “limite de tolerância”, a concentração ou

intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador durante sua vida laboral.

O conceito de ruído é associado a uma intensidade de som, enquanto o som é definido como sendo a variação da pressão atmosférica dentro dos limites de amplitude, bandas e frequências aos quais o ouvido humano responde (GERGES, 1992).

Do ponto de vista fisiológico e da ergonomia no posto de trabalho do operador, são duas as características de interesse do ruído emitido por tratores: a altura e a intensidade. E ainda, o ruído é medido em uma escala logarítma denominada decibel (dB) (MIALHE, 1996).

Hilbert (1998) descreve que para a diminuição do nível de ruído com a conseqüente melhora do ambiente de trabalho, é necessário entender os princípios básicos de sua geração, transmissão e recepção.

Segundo Furlani *et al.* (2004) o nível de ruído em tratores agrícolas é avaliado segundo normas internacionais e nacionais. Os critérios para a medição de ruído e o estimativo do risco para o trabalhador foram inicialmente estabelecidos pela norma ISO 1999 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1975). Posteriormente uma revisão desta norma no ano de 1982 estabeleceu limites mais severos para os níveis de ruído que ocorrem no posto de trabalho.

Para os efeitos, conforme Norma NBR 10151 (ABNT, 2000), deve aplicar as seguintes definições:

- a) níveis de pressão sonora equivalente em decibéis ponderados em “A” [dB (A)] – níveis obtidos a partir do valor médio quadrático da pressão sonora referente a todo intervalo de medição;
- b) ruído com caráter impulsivo – ruídos que contém impulsos, que são picos de energia acústica com duração menor do que um segundo e que se repetem a intervalos maiores do que um segundo (marteladas, tiros de revólver);
- c) ruídos com componentes tonais – ruídos que contem tons puros, como o som de um apito ou de um zumbido;
- d) níveis de ruído ambiente – níveis de pressão sonora equivalente ponderada em “A”, no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão.

Ruídos acima de 90dB (A) começam a provocar reações fisiológicas prejudiciais ao organismo, aumentando o estresse e a fadiga. Ruídos na faixa de 90dB (A) tendem a prejudicar tarefas que exigem muita atenção, concentração mental, ou velocidade e precisão dos movimentos e assim, os resultados tendem a piorar após duas horas de exposição a este ruído (IIDA, 2005).

Para o ruído contínuo, ou intermitente, a NR-15 - Atividades e Operações Insalubres - (BRASIL, 2005a) – anexo nº 1, revogada pela Portaria n. 3.751 de 23 de novembro de 1990, a qual estabelece que não é permitida a exposição à níveis de ruído acima de 115 dB (A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos, conforme mostra a Tabela 8.

Tabela 8 - Limites de tolerância para ruído (segundo NR-15).

*níveis de ruído	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

* Os níveis de ruído devem ser medidos em decibel (dB), com o medidor operando no circuito de equalização (A). Fonte: NR-15 (BRASIL, 2005a).

As perdas auditivas são maiores nas faixas de frequências altas e mais expressivas em homens. Assim, nos trabalhadores mais velhos soma-se ainda frequentemente a surdez por idade com a surdez por ruído, porém uma diferenciação das causas nestes casos é muitas vezes difícil (GRANDJEAN, 1998).

A experiência diária nos ensina que os numerosos ruídos podem despertar efeitos de natureza emotiva na pessoa. Estes efeitos sonoros atingem sentimentos e sensações e são, assim, de natureza subjetiva que, pode afetá-lo entre os efeitos psicológicos do ruído. A medida e o tipo de incômodo são dependentes de fatores objetivos e subjetivos. Os mais importantes, segundo Grandjean (1998) são:

- a) quanto mais intenso o ruído e maior a parcela de frequências altas, tanto maior será o número de pessoas incomodadas;
- b) ruídos desconhecidos e descontínuos incomodam mais do que estímulos acústicos conhecidos e contínuos;
- c) o tipo de experiência que uma pessoa tem com um determinado ruído no passado é decisivo para o surgimento e intensidade do incômodo. Um ruído que perturba frequentemente o sono provoca medo ou que tenha impedido frequentemente uma atividade é percebido de maneira especialmente forte como incômodo;
- d) a atitude da pessoa em relação à fonte de ruído é igualmente de importância decisiva. Um motociclista, um trabalhador, uma criança, um músico e outros não são incomodados pelo ruído de suas atividades;
- e) a atividade de uma pessoa e a hora do dia durante a qual ela está exposta ao ruído determinam, muitas vezes, a intensidade do incômodo.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Antropometria

Primeiramente foi necessário fazer a coleta das estaturas dos oito operadores de máquinas agrícolas lotados na Fazenda Lageado da Universidade Estadual Paulista – câmpus de Botucatu, Estado de São Paulo. Para a coleta das estaturas adotou-se a experiência de Schlosser *et al.* (2002), na qual fixou-se na parede um painel de papel *craft* quadriculado em precisão de 10cm com 1m de largura por 2m de altura. Outro painel de papel *craft* quadriculado com precisão de 10cm com 1m de largura por 1m de comprimento fixo no chão e perpendicular ao outro painel fixo na parede, conforme mostra a Figura 29.

Cada operador das máquinas agrícolas foi posicionado descalço e de costas para o painel vertical e, em pé no painel horizontal. Posteriormente, foram demarcados com caneta no painel vertical cada estatura e identificados os operadores com uma letra do alfabeto (A, B, C, D, E, F, G, H). Após estas marcações identificadas com as letras do alfabeto foram medidas as estaturas de cada operador com uma trena métrica.

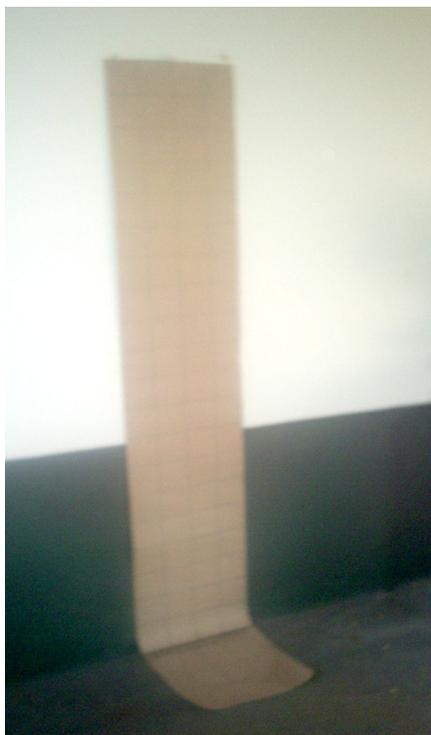


Figura 29 - Painel para coleta de estaturas.

Após a coleta das estaturas dos oitos operadores de máquinas agrícolas foram aplicadas estas medidas no programa de computador “estimativas antropométricas” conforme a metodologia desenvolvida por Castro (2003), na qual apresenta um facilitador para medidas antropométricas de várias partes do corpo humano nas posições sentada e em pé.

Conforme Gomes; Santos; Fernandes (2005) existem variáveis incontáveis relacionadas à produção agrícola, na qual não se pode determinar um modelo característico do usuário. Entre estas variáveis, os autores citam a diversidade antropométrica, os biotipos da população, a alta rotatividade das tarefas.

Assim sendo, é necessário tomar cuidado com a metodologia a ser empregada para que não ocorra erro nas análises comparativas entre as medidas antropométricas. Existem dados antropométricos apresentados por um banco de dados chamado Ergokit, conforme Neveiro (1998) que tem como objetivo oferecer às empresas dados dimensionais confiáveis e fidedignos da população brasileira. Porém, atualmente não se apresenta dados antropométricos específicos para operadores de máquinas agrícolas.

Para este estudo, a metodologia foi comparar as medidas corporais de cada operador com as medidas antropométricas alemã apresentada na Tabela 2, na qual as indústrias com processos de fabricação que necessitam de medidas corporais adotam esta tabela e ainda, a Tabela 2 é, entre as tabelas atualmente existentes, a mais ampla em medidas corporais. Este estudo antropométrico não apresenta e nem tem a pretensão de determinar um modelo característico do usuário e sim apresentar diferenças de medidas corporais para serem analisadas.

Em primeiro contato, quanto à idade e o sexo dos utilizadores de tratores e colhedoras agrícolas foi necessário acesso às fichas de identificação. Quanto à massa, ou seja, o IMC utilizou-se a balança mecânica devidamente calibrada. Conforme metodologia de Norgan (1990), em que foram calculados os IMCs com uma calculadora, na qual seus resultados foram comparados com os dados da Tabela 4 de Garrow (1981), para a definição da classificação de massa corporal dos operadores. Para a definição do biotipo foi comparado com os dados da Figura 6, em que foi necessária a consulta de um profissional fisioterapeuta para a identificação e indicação dos biotipos dos operadores.

5.1.1 Análise de variância

Para análise de variância utilizou-se o “teste t” no nível de 5% de probabilidade de erro. A determinação do desvio padrão e da média aritmética foram utilizadas para efeito de comparação com os dados da Tabela 2 referentes às medidas antropométricas da população alemã. Admitindo-se que não conhecemos a variância populacional, a variável fixou-se com o “teste t” de *Student*. Foram determinados entre os dados antropométricos disponíveis na Tabela 2 somente aqueles dados que foram úteis para a análise em questão, ou seja, as distâncias interarticulares e as distâncias de máximos e mínimos alcances, conforme apresentado por Santos *et al.* (1997).

5.2 Biomecânica – controle e manejo

Conforme as disposições dos controles e manejos serem análogos entre as dez máquinas agrícolas apresentadas na Tabela 9 foram adotadas para este estudo três máquinas agrícolas, conforme apresentadas na Tabela 10.

Tabela 9 – Especificações de marcas, modelos, potência e ano de fabricação de oito tratores e duas colhedoras agrícolas avaliadas.

Tratores e Colhedoras ⁴ Marcas	Modelos	Potência (kw)	Ano de Fabricação
Massey Ferguson	MF 65X sem cabine	46	1969
Massey Ferguson	MF 178 sem cabine	53	1969
Massey Ferguson	MF 235 sem cabine	36	1986
Massey Ferguson	MF 265E sem cabine	47	1998
Massey Ferguson	MF 283E sem cabine	63	1998
Massey Ferguson	MF 296 sem cabine	82	1986
Massey Ferguson	MF 299E sem cabine	96	1998
Massey Ferguson	MF 1630 sem cabine	96	1999
Massey Ferguson	MF 3640 com cabine	96	1998
New Holland	Ford 3030 com cabine	40	1997

Fonte: Catálogos das marcas Massey Ferguson e New Holland de 2005.

Tabela 10 - Especificações de marcas, modelos, potência e ano de fabricação de dois tratores e uma colhedora agrícola avaliada.

Tratores e Colhedora Marcas	Modelos	Potência (kw)	Ano de Fabricação
Massey Ferguson	MF 296 sem cabine	82	1986
Massey Ferguson	MF 1630 sem cabine	96	1999
New Holland	NH 3030 com cabine	40	1997

Fonte: Catálogos das marcas Massey Ferguson e New Holland de 2005.

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi a partir do ponto de referência do assento que é apresentado por McCormick & Sanders (1993) e posteriormente foi adaptado pelo modelo simulador de Tilley & Dreyfuss (2001), na qual este ponto de referência é conhecido por SIP que está de acordo com a Norma NBR NT 4253 (ABNT, 1999). A Norma ISO 4252 (2000) afirma que: “estando a NBR/ISO 5353 de 1999 aprovada e não existindo mais a ISO 3462 de 1980 julgou-se adequado manter o acrônimo SIP traduzido como: ponto de referência do assento”. A Norma NBR 9405 (ABNT, 1985) define que o ponto situado no plano médio longitudinal central do assento, onde o plano tangencial do encosto intersecciona um plano horizontal, sendo que este plano horizontal corta o plano da

⁴ As marcas citadas não significam recomendações do autor.

superfície inferior do dispositivo, 150mm adiante do plano paralelo à face posterior do encosto do dispositivo.

Os tratores e as colhedoras agrícolas apresentam estes controles, conforme mostra a Figura 30.



Figura 30 – Detalhes de órgãos de controle e manejo de máquinas agrícolas.

Conforme a Norma NBR 9405 (ABNT, 1985), a metodologia estabelece critérios para a coleta de medidas dos controles e manejos em relação ao assento do operador, assim foi construído com material de madeira um dispositivo, conforme a Figura 31 para execução da coleta dimensional. Na parte inferior do dispositivo fixou-se uma manta com material de tecido grosso para evitar o atrito com o material do assento.



Figura 31 - Dispositivo de madeira para simulação do SIP.
Fonte: NBR 9405 (ABNT, 1985).

As medidas no ambiente interno das três máquinas agrícolas em relação aos controles e manejos foram executadas com auxílio do dispositivo de madeira, onde se mensurou as distâncias entre o SIP até os órgãos de comando, nas três dimensões x, y e z. Estas três hastes de madeira direcionadas nos eixos x, y e z servem de suporte para medir as distâncias com o auxílio de uma trena métrica, conforme mostra a Figura 32.



Figura 32 - Dispositivo de madeira (SIP) em medição.
Fonte: NBR 9405 (ABNT, 1985).

Após as coletas das medidas foram colocados estes pontos referenciais no desenho simulador de operação, conforme Tilley & Dreyfuss (2001), para posteriormente serem apresentadas e analisadas. Este simulador modelo foi desenhado com auxílio do programa de computador AutoCAD 2004 nas duas vistas necessárias, ou seja, para a vista do plano vertical são as coordenadas nos eixos x e y, sendo que, para a vista do plano horizontal são as coordenadas nos eixos x e z. Os métodos aplicados, sendo o simulador modelo de fundamental importância para demonstrar onde a localização exata dos controles e manejos e assim, definir se estão nas áreas ótimas, áreas preferenciais ou fora destas áreas.

Foi necessário apresentar a média de peso e altura dos oito operadores dos tratores e colhedoras agrícolas da Fazenda Lageado, conforme mostra o Quadro 1. Estes dados foram necessários para identificar um operador médio do sexo masculino, pois as máquinas agrícolas têm assentos com sistema de amortecedores, conforme mostra a Figura 33, em que o operador ao se sentar abaixa o assento alguns centímetros em relação ao piso da máquina agrícola, para posteriormente subtrair esta diferença menor somente na coordenada do eixo (x e y), ou seja do plano vertical.



Figura 33 - Exemplo de amortecedor do assento de máquina agrícola.

5.3 Conforto – assentos e suas conformidades

O tema conforto pode ser uma situação subjetiva, ou seja, o que é conforto para alguns, pode não ser para outros. Assim, neste estudo sobre conforto foi necessário pautar-se no desconforto, na qual este pode apresentar-se de diversas maneiras.

A metodologia utilizada para apresentar o desconforto em assentos dos tratores e das colhedoras agrícolas foi subdividida em três partes: aplicar um questionário, coletar medidas gerais dos assentos e analisar a postura com o método OWAS.

5.3.1 Questionário – conforto dos assentos

Aplicou-se um questionário com nove perguntas para oito operadores de dez máquinas agrícolas analisadas, para que os próprios operadores possam manifestar suas necessidades quanto ao conforto dos assentos. Os oito tratores e as duas colhedoras agrícolas apresentam-se na Tabela 9.

As nove perguntas do questionário foram elaboradas com o objetivo de investigar os operadores quanto à relação dos assentos das dez máquinas e o conforto proposto. Sendo as perguntas diretas e aplicadas separadamente aos oitos operadores em uma sala fechada.

5.3.2 Medição dos assentos de máquinas agrícolas

Os materiais utilizados foram: papel, caneta esferográfica, uma prancheta de madeira, uma trena métrica e os assentos de oito tratores e duas colhedoras agrícolas, conforme Tabela 9.

A metodologia aplicada para a coleta foi através da comparação com os dados de medidas de assentos apresentadas por Iida (2005), conforme mostra a Figura 28 e Tabela 7. Foram nove dimensões básicas com medidas mínimas e máximas de assentos para a postura ereta na posição sentada.

5.3.3 Posturas assumidas

O conforto também foi analisado em relação às posturas assumidas na atividade do operador de máquinas agrícolas. A metodologia adotada foi de registro de postura do indivíduo conhecida como sistema OWAS, conforme Iida (2005), apresenta-se a Figura 27.

Para a aplicação deste método foi consultado um operador que trabalha alternadamente com as máquinas mostradas na Tabela 9 e também foram consultados: o supervisor e o encarregado das atividades agrárias. Após estas consultas foi selecionado o trator agrícola MF 283E com uma roçadora acoplada, conforme mostra a Figura 34. A

aplicação deste método foi com o trator MF 283E em movimento. Para esta seleção foram consideradas também as informações do banco de dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2005) na qual, os tratores de rodas que podem ser usados para este tipo de atividade, foram em 2004 os tratores mais produzidos (52.768 unidades).

Os registros da atividade do trator com a roçadora foram obtidos com uma máquina fotográfica digital da marca de fabricação “Samsung A502” e com a filmadora da marca de fabricação “JVC Oppical 22X” para a tomada de filmagem em quatro horas de registro das principais posturas assumidas na posição sentada ao exercer os comandos e os controles do trator MF 283E. Após os resultados das análises foi necessária a elaboração dos códigos em forma de desenhos, na qual foram desenhados com o programa de computador *Photoshop CS2*.



Figura 34 - Trator agrícola MF 283E roçadora.

5.4 Ruído

Para análise das variáveis foram utilizados os oito tratores e as duas colhedoras agrícolas apresentadas na Tabela 9 e aleatoriamente um operador destas máquinas citadas.

Para a medição dos níveis de ruído utilizou-se um decibelímetro portátil seguindo as normas NBR 9999 (ABNT, 1987) e ISO 5131 (INTERNATIONAL

ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1982), com as especificações mostradas na Tabela 11:

Tabela 11 - Características do aparelho de medição de ruído.

Medidor de Pressão Sonora	Microfone	Áudio Calibrador
Marca: ENTELBRA Modelo: ETB-142 A Indicação: analógica Alcance dinâmico: 20dB a 140dB Escala de leitura: -10dB a + 10dB Resolução: 1dB de -6dB a + 10dB Precisão: $\pm 0,3$ Ref., 100dB a 1000Hz Curvas: "A", "B" e "C".	Marca: ENTELBRA Tipo: Condensador do tipo "L"	Marca: ENTELBRA Modelo: ETB-142.A Nível sonoro: 94dB a 1000Hz (23°C) Distorção: menos de 2%

Fonte: Catálogo da ENTELBRA

Nas medições de ruído utilizou-se o circuito de compensação "A" do medidor de pressão sonora. Assim sendo, os valores medidos em dB(A) representam o valor de pressão sonora equalizado de acordo com a curva "A" do aparelho (resposta lenta – *slow*). Esta curva é padronizada internacionalmente pelas normas IEC 651 (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, 1979) e EB 386, citada pela NBR 9999 (ABNT, 1987) e se aproxima das curvas de audibilidade, ou seja, dentro da faixa audível ao ouvido humano.

A metodologia utilizada para as medições foi da seguinte forma: colocou-se o aparelho analisador próximo ao ouvido do operador entre 790mm acima, 150mm à frente e 200mm na lateral em relação ao SIP. Este método está de acordo com a norma NBR 9405 (ABNT, 1985), onde se efetuaram três leituras em intervalos de aproximadamente seis segundos entre as leituras. Foram usadas as três condições para coleta de ruído nas máquinas agrícolas com as seguintes variáveis:

- a) primeiro: as máquinas com o motor em baixa rotação (800 RPM);
- b) segundo: as máquinas com o motor em média rotação (1200 RPM);
- c) terceiro: as máquinas com o motor em rotação de serviço (1700 RPM).

Os oito tratores e as duas colhedoras agrícolas foram avaliadas com as variáveis do motor conforme citadas, na qual foram especificadas pelo fabricante como as rotações de motor normais para o trabalho.

Para a variável “motor em rotação de serviço” apresenta-se para as duas colhedoras, já para os oito tratores foram acoplados os seguintes implementos agrícolas:

- a) pulverizadora;
- b) gradeadora (grade niveladora de solo);
- c) arador (discos);
- d) roçadora;
- e) carreta pequena;
- f) semeadora – adubadora;
- g) distribuidora de calcário.

Nesta pesquisa não foram feitos testes de audiometria nos operadores das dez máquinas apresentadas.

5.4.1 Análise de variância

Para análise de variância utilizou-se o “teste t” no nível de 5% de probabilidade de erro. A determinação do desvio padrão e da média aritmética foram utilizadas para os efeitos aplicados nas situações: motor em baixa rotação, motor em média rotação e motor em rotação de serviço comparado com a Tabela 8 referente aos limites de tolerância para ruído, segundo a NR-15, ou seja, limite máximo de 85dB (A) para oito horas de exposição diária. Admitindo-se que não conhecemos a variância populacional, a variável fixou-se com o “teste t” de *Student*.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 – Antropometria

Apresentam-se os resultados das variáveis, conforme mostra o Quadro 1, na qual foram obtidos dos materiais e métodos.

Quadro 1 - Variáveis quanto ao sexo, peso, altura, IMC, biotipo e idade dos operadores de oito tratores e duas colhedoras agrícolas.

Operador	Sexo	Peso	Altura	IMC	Biotipo	Idade
A	M	74	1,70	25,6	mesomorfo	48
B	M	66	1,65	20,0	mesomorfo e endomorfo	52
C	M	76	1,74	25,1	mesomorfo	48
D	M	64	1,68	22,6	mesomorfo e ectomorfo	41
E	M	66	1,79	20,5	ectomorfo	44
F	M	67	1,62	25,5	mesomorfo e endomorfo	49
G	M	80	1,82	24,1	mesomorfo	45
H	M	73	1,77	23,3	mesomorfo	48

M = Masculino. Peso apresentado em quilogramas. Altura em metros. IMC = Índice de Massa Corporal.

Conforme resultados apresentados no Quadro 1, o sexo dos oito operadores de tratores e colhedoras agrícolas é masculino e a média de peso é de 70,7 kg , sendo o IMC considerado normal, conforme Norgan (1990).

Os operadores A, C e F apresentam-se com índice bem próximo ao mínimo da classificação de sobrepeso. Demonstram alguns operadores na categoria de biotipo mesomorfo / endomorfo e somente o operador D é mesomorfo / ectomorfo. Com estes biotipos pode-se afirmar que os oitos operadores analisados estão aptos quanto à estrutura física.

Os oito operadores apresentaram praticamente a mesma idade, ou seja, com a média de 46,8 anos. Isso é devido à atividade do operador de máquinas agrícolas, pois depois de uma certa idade, por volta de sessenta anos, estes operadores aposentam ou são alocados para outras funções que exigem menores esforços musculares e mentais. Sendo que a visão, os reflexos e a atenção poderão ficar debilitados com o passar dos anos em atividade.

6.1.1 Medidas antropométricas

Conforme as estaturas dos oito operadores apresentados no Quadro 1, foram aplicadas estas estaturas no programa de computador para estimativa antropométrica, conforme Castro (2003). A Figura 36 mostra o resultado do operador A.

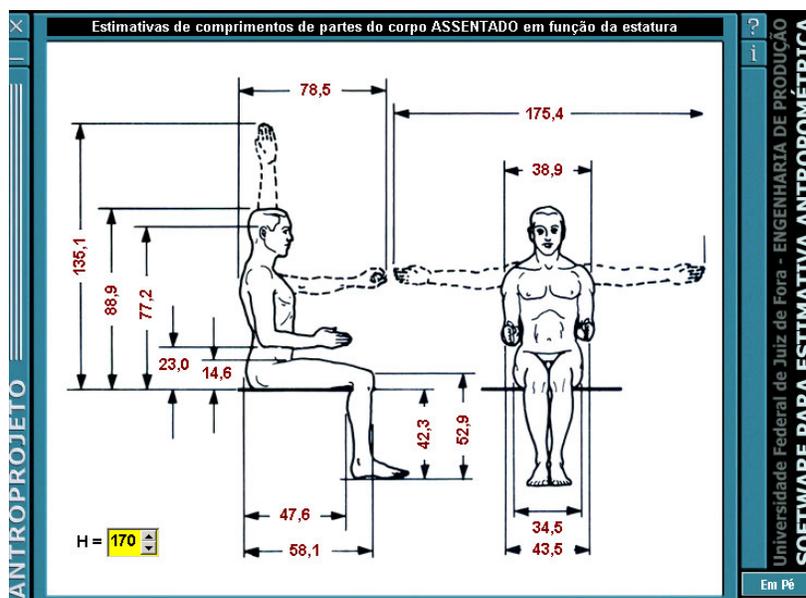


Figura 35 - Estimativa antropométrica - Operador (A).

Fonte: Castro (2003).

Segundo a Tabela 2 que apresenta medidas antropométricas da população alemã, conforme Grandjean (1998), foram comparadas algumas partes do corpo que são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Comparação dos oito operadores de tratores e colhedoras agrícolas da Fazenda Lageado com as medidas antropométricas da população alemã.

Partes do Corpo	Alemão	Operadores							
		A	B	C	D	E	F	G	H
1. Estatura (em centímetros)	174	170	165	174	168	179	162	182	177
8. Altura do alto da cabeça (sujeito sentado)	920	889	863	910	879	936	847	952	926
9. Altura dos olhos (sujeito sentado)	800	772	748	790	763	813	735	826	804
11. Altura dos cotovelos (sujeito sentado)	235	230	223	235	227	242	219	246	239
12. Espessura das coxas	150	146	142	150	144	154	139	157	152
13. Comprimento nádegas – joelhos	600	581	564	595	575	612	554	622	605
14. Comprimento nádegas – dobra interna do joelho	495	476	462	487	470	501	454	510	496
15. Altura dos joelhos	545	529	513	541	522	557	504	566	550
16. Altura da dobra interna do joelho	455	423	411	433	418	446	403	453	441
17. Largura dos ombros (deltóide)	465	435	422	445	430	458	415	466	453
18. Largura dos ombros (crista da omoplata)	400	389	378	398	385	410	371	417	405
19. Largura dos quadris	350	345	335	353	341	363	329	369	359
24. Comprimento do braço	785	785	762	785	776	827	748	841	818
35. Altura de pega (sentado)	125	123	122	125	123	130	120	135	127

Somente o item 1 (estatura) está em centímetros. Os outros itens estão em milímetros.

No item “estatura”, o operador C apresenta a mesma medida do homem alemão, já os operadores E, G e H são maiores que a estatura do homem alemão.

Destacam-se os itens “altura da dobra interna do joelho”, “altura dos cotovelos - sujeito sentado” e “largura dos ombros – deltóide” que em relação ao homem alemão, nenhum dos oito operadores apresentam medidas maiores, ou seja, todas medidas são inferiores.

Os resultados estatísticos, conforme Fonseca & Martins (1981), foram utilizados o “teste t” de 5% de probabilidade de erro, conclui-se que:

- a) a altura dos cotovelos (sujeito sentado);
- b) a altura da dobra interna do joelho e;
- c) a largura dos ombros (deltóide), entre os oito operadores avaliados de tratores e colhedoras agrícolas da Fazenda Lageado, são inferiores que as medidas antropométricas dos homens alemães mostrados no Quadro 2.

O operador F em todas as quatorze partes do corpo, conforme Quadro 2 em relação ao homem alemão apresentou medidas menores. Percebe-se que para uma amostra de oito operadores de tratores e colhedoras agrícolas em quatorze partes diferentes do corpo, cuja comparação com o homem alemão, três operadores apresentaram medidas maiores e algumas medidas de determinados itens apresentaram-se iguais. É o caso do item “estatura” para o operador C, item “altura dos cotovelos sentado” para o operador C, item “comprimento do braço” para os operadores A e C, e o item “altura de pega sentado” para o operador C.

As análises finais dos dados antropométricos dos oito operadores são:

- a) a estatura com a média de 1,72m entre os oito operadores é maior que a média do homem brasileiro que é de 1,67m, conforme Iida (2005). Apresentam-se no item “estatura” os extremos de 2,5% para menos (operador F com 1,62m) e 2,5% para mais (operador G com 1,82m), assim sendo, 95% da amostra estão entre 1,65m até 1,79m. No projeto de máquinas agrícolas considerando postos de trabalho podem ser dimensionados para este 95% da amostragem, sendo que para os extremos de 2,5% tanto para mais como para menos, não seria viável o projeto;
- b) o biotipo dos oito operadores, conforme citado por Kazlev (2004), na qual apresentou três tipos básicos de biotipo do ser humano, percebeu-se que o predominante é o biotipo mesomorfo, com exceção para o operador E que foi considerado ectomorfo.

Considerando a literatura existente sobre medidas antropométricas, apresenta-se o estudo citado por Schlosser *et al.* (2002), na qual concluíram que os tratores agrícolas encontrados atualmente em comercialização no Brasil podem não oferecer o conforto necessário ao operador da região estudada, havendo necessidade de algumas modificações no projeto dos tratores, em relação àqueles adequados aos operadores de países desenvolvidos.

6.2 Biomecânica – controle e manejo

Em relação aos manejos e controles, os resultados deste estudo são fundamentados por McCormick & Sanders (1993) e adaptados por Tilley & Dreyfuss (2001), que apresentam o método de avaliação dimensional destes controles em relação ao SIP.

O assento foi colocado numa posição média e em seguida foi alocado um operador na posição sentado, com o peso de 70kg. Os assentos ficaram regulados na posição mais alta e mais afastados do volante, por ser esta a posição mais desfavorável observada no posto de operação do trator. Neste momento foi relacionada à diferença entre a altura do assento e o peso do operador. Assim, consideraram-se as diferenças no eixo x e y (plano vertical), que assim alteraram as medidas. O resultado foi estimado um recuo de 7,5cm.

Os resultados apresentados no Quadro 1, entre os oito operadores analisados, foi observado por um profissional fisioterapeuta, sendo o biotipo mesomorfo predominante e que foi considerado através do IMC sendo normal, na qual a média de peso é de 70,7kg.

Foram definidos trinta e quatro itens de controle e manejos em dois tratores e em uma colhedora, conforme se apresenta o Quadro 3.

Quadro 3 – Controles e manejos dos tratores MF 296, NH 3030 e da colhedora MF 1630.

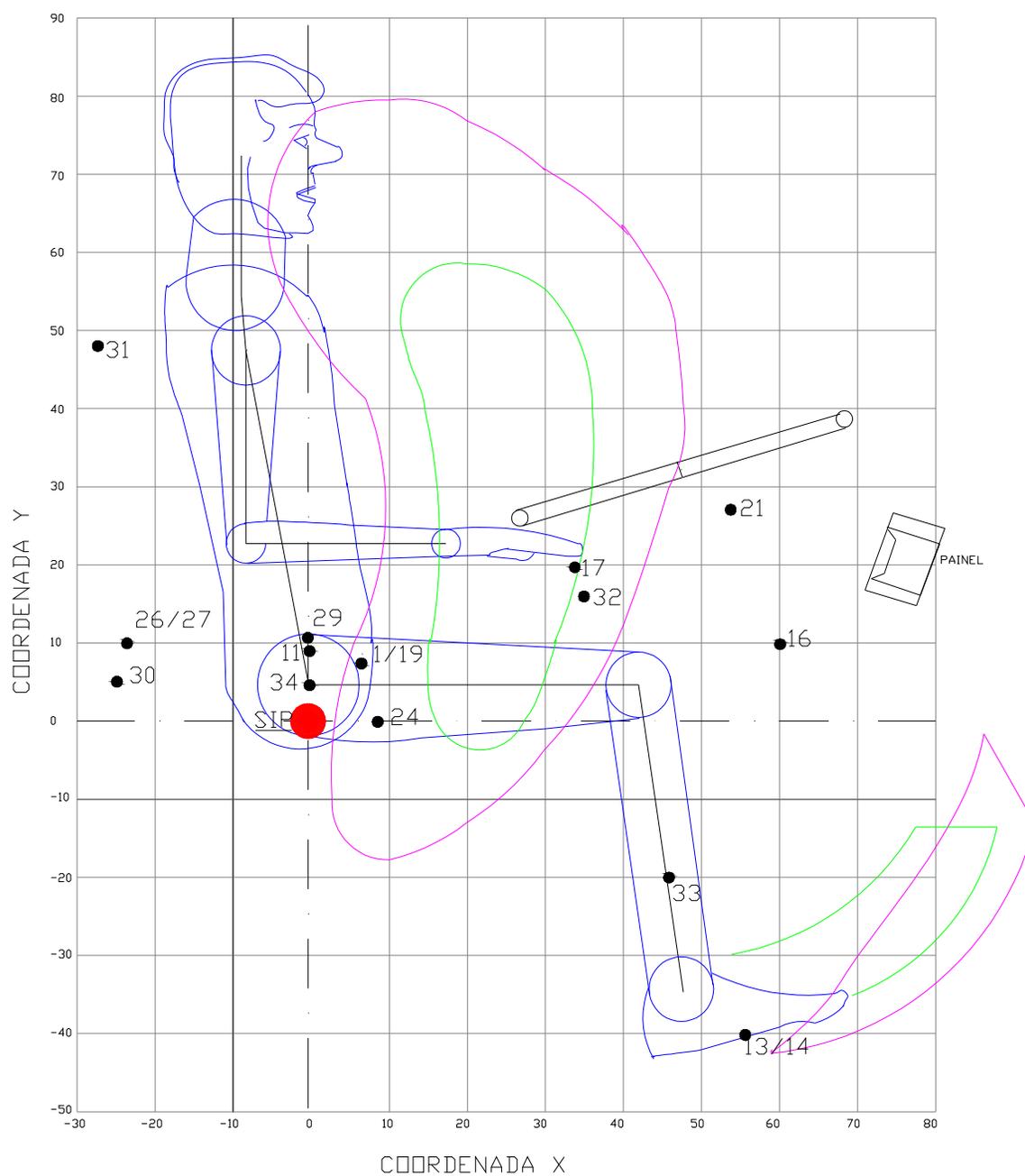
Nº	Controles e Manejos	Nº	Controles e manejos
1	Interruptor de partida	18	Alavanca de regime ou reversor
2	Tomada de força (TDP / TDF)	19	Luzes / farol
3	Velocidade da TDP / TDF 540R/M	20	Luzes farol / alta e baixa
4	Controle remoto 1	21	Volante
5	Controle remoto 2	22	Botão de alerta
6	Alavanca de profundidade	23	Buzina
7	Tecla de levantar e abaixar	24	Conta-giros
8	Limitador de altura	25	Marcador de combustível
9	Velocidade de descida do implemento	26	Horímetro
10	Bloqueio do diferencial	27	Temperatura da água
11	Acelerador manual	28	Pressão de óleo
12	Acelerador de pé	29	Carga do alternador
13	Freio (direito / esquerdo)	30	Tubo descarga da colhedora
14	Embreagem	31	Estrangulador
15	Freio de estacionamento	32	Altura da plataforma da colhedora
16	Alavanca de mudança / câmbio	33	Alavanca de regulagem câmbio
17	Alavanca alta e baixa / grupos	34	Alavanca de engate da trilha

6.2.1 Posições dos controles e manejos da colhedora agrícola MF 1630

As coordenadas x / y da colhedora MF 1630 apresentaram-se na zona preferencial dos membros superiores e inferiores somente o item “alavanca alta e baixa / grupos”. Fora das zonas de alcance constatou-se que, entre os doze itens apresentados, os itens “freio” e “embreagem” são acionadas pelos membros inferiores, assim sendo, os outros dez itens, se referem aos membros superiores do operador. O item “volante” está próximo da zona de alcance máximo dos membros superiores e inferiores, sendo que o volante deste modelo de máquina tem a vantagem de ter empunhadura para os dedos com ótimo revestimento que não permite escorregar das mãos ao girá-lo.

As coordenadas x / z da colhedora MF 1630 apresentaram dentro da zona preferencial de alcance dos membros superiores e dentro da área útil dos membros inferiores não apresentaram nenhum dos itens do Quadro 3. Esta máquina tem vários botões e alavancas na lateral direita do operador, sendo que somente cinco itens estão dentro da zona de alcance máximo dos membros superiores. Os itens: “tubo de descarga”, “horímetro” e “estrangulador” estão posicionados atrás do operador, sendo que para ter a visualização deverá o operador girar a cabeça e o tronco.

Os resultados podem ser visualizados nas Figuras 36 e 37, juntamente com os Quadros 4 e 5.



SIP = Ponto de Referência do Assento

Zona de Alcance máxima dos membros superiores e inferiores

Zona preferencial de alcance dos membros superiores e inferiores

Figura 36 – Referência das coordenadas x / y da colhedora MF 1630.

Quadro 4 – Localização das coordenadas x e y da colhedora MF 1630.

Letras	Zonas de Localização das Coordenadas	Controles e Manejos
A	Zona preferencial de alcance dos membros superiores e inferiores.	17.
B	Zona de alcance máximo dos membros superiores e inferiores.	1, 19, 24, 32.
C	Zona excluída dos alcances de A e B.	11, 13, 14, 16, 21, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 34.

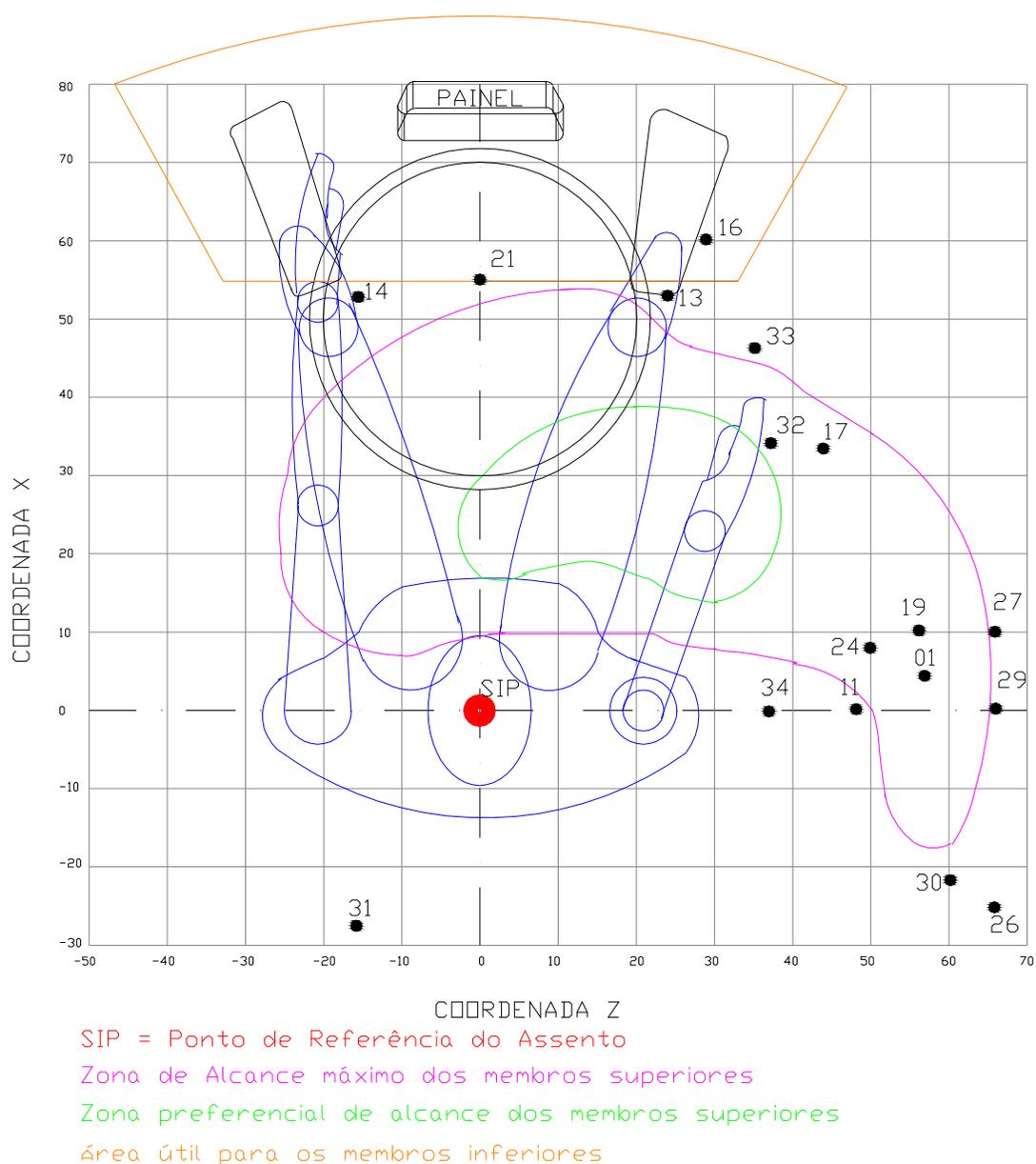


Figura 37 - Referência das coordenadas x / z da colhedora MF 1630.

Quadro 5 – Localização das coordenadas x e z da colhedora MF 1630.

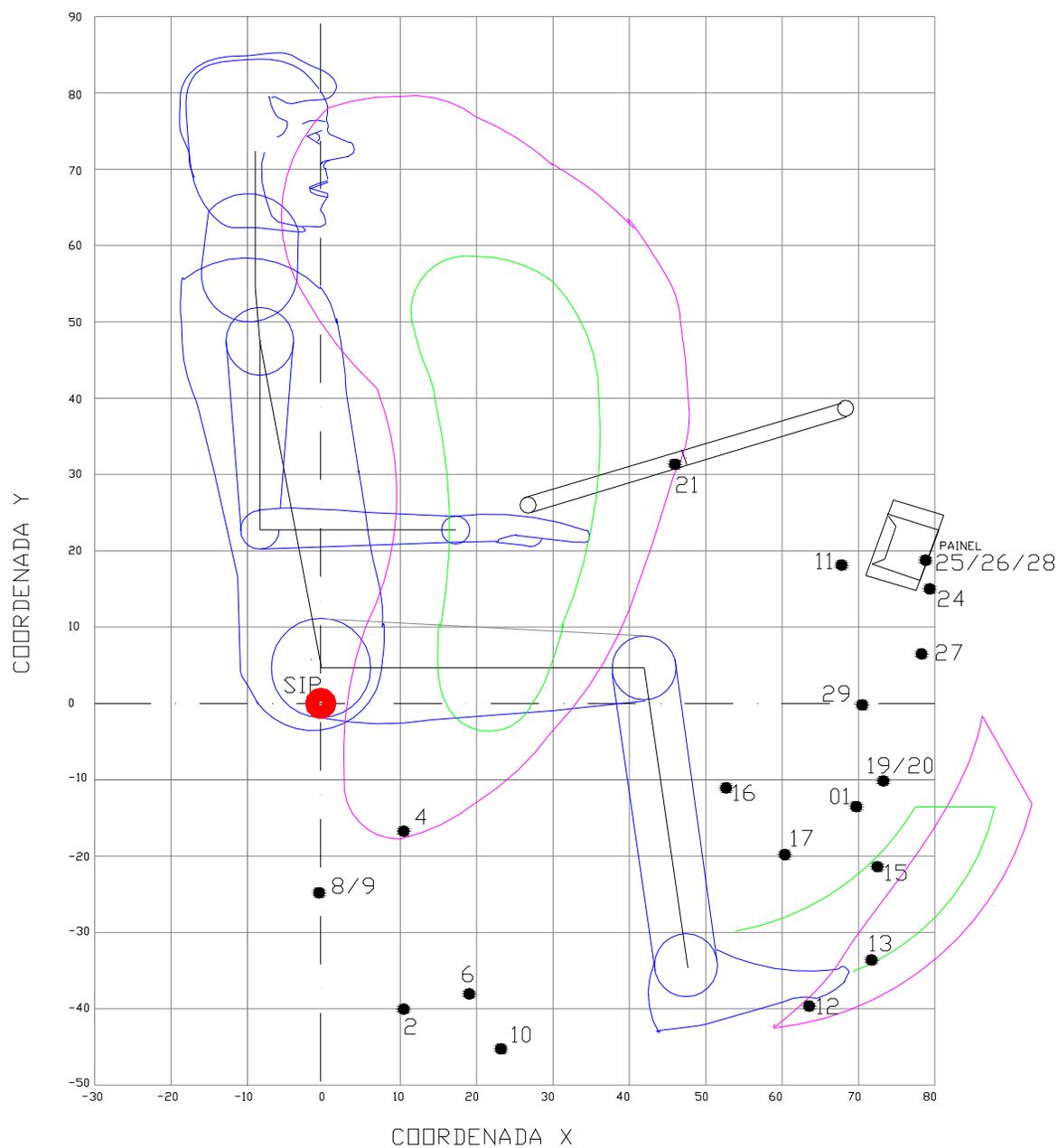
Letras	Zonas de Localização das Coordenadas	Números dos Controles e Manejos
A	Zona preferencial de alcance dos membros superiores.	Nenhum.
B	Zona de alcance máximo dos membros superiores.	1, 17, 19, 24, 32.
C	Área útil para os membros inferiores.	Nenhum.
D	Zona excluída dos alcances de A, B e C.	11, 13, 14, 16, 21, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 34.

6.2.2 Posições dos controles e manejos do trator agrícola MF 296

As coordenadas x / y, do trator MF 296 apresentaram-se na zona preferencial de alcance dos membros superiores e inferiores os itens: “freio” e “freio de estacionamento”, ambos estão relacionados aos controles dos membros inferiores. Para a zona de alcance máximo dos membros superiores e inferiores apresentaram-se os itens: “controle remoto 1”, “acelerador de pé” e “volante”. E que, para a zona excluída dos alcances apresentam-se dezessete itens, sendo que o item “interruptor de partida” está posicionado bem abaixo das duas zonas de alcance dos membros superiores. Já os itens: “tomada de força (TDP / TDF)”, “alavanca de profundidade” e “bloqueio do diferencial” estão posicionados na mesma linha horizontal dos pés do operador, ou seja, bem baixos para acionamentos com os membros superiores.

As coordenadas x / z do trator MF 296 apresentaram-se na zona preferencial de alcance dos membros superiores os itens: “alavanca de profundidade” e “bloqueio do diferencial”. Para a zona de alcance máximo dos membros superiores apresentaram-se os itens: “tomada de força TDP / TDF” e “volante”. Mostrou-se que os itens “controle remoto 1”, “velocidade de descida” e “limitador de altura” estão numa zona totalmente fora dos alcances não somente dos membros superiores, mas também do campo de visão do operador. A distância vertical máxima do nível do ombro do operador até o comando deve ser igual ao comprimento do braço, de acordo com Sshlosser, *et al.* (2002). Na área útil para os membros inferiores apresentaram-se os itens: acelerador de pé”, “freio” e “freio de estacionamento”.

Os resultados podem ser visualizados nas Figuras 38 e 39, juntamente com os Quadros 6 e 7.



SIP = Ponto de Referência do Assento

Zona de Alcance máximo dos membros superiores e inferiores

Zona preferencial de alcance dos membros superiores e inferiores

Figura 38 – Referência das coordenadas x / y do trator MF 296.

Quadro 6 – Localização das coordenadas x e y do trator MF 296.

Letras	Zonas de Localização das Coordenadas	Número dos Controles e Manejos
A	Zona preferencial de alcance dos membros superiores e inferiores.	13, 15,
B	Zona de alcance máximo dos membros superiores e inferiores.	4, 12, 21
C	Zona excluída dos alcances de A e B.	1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29

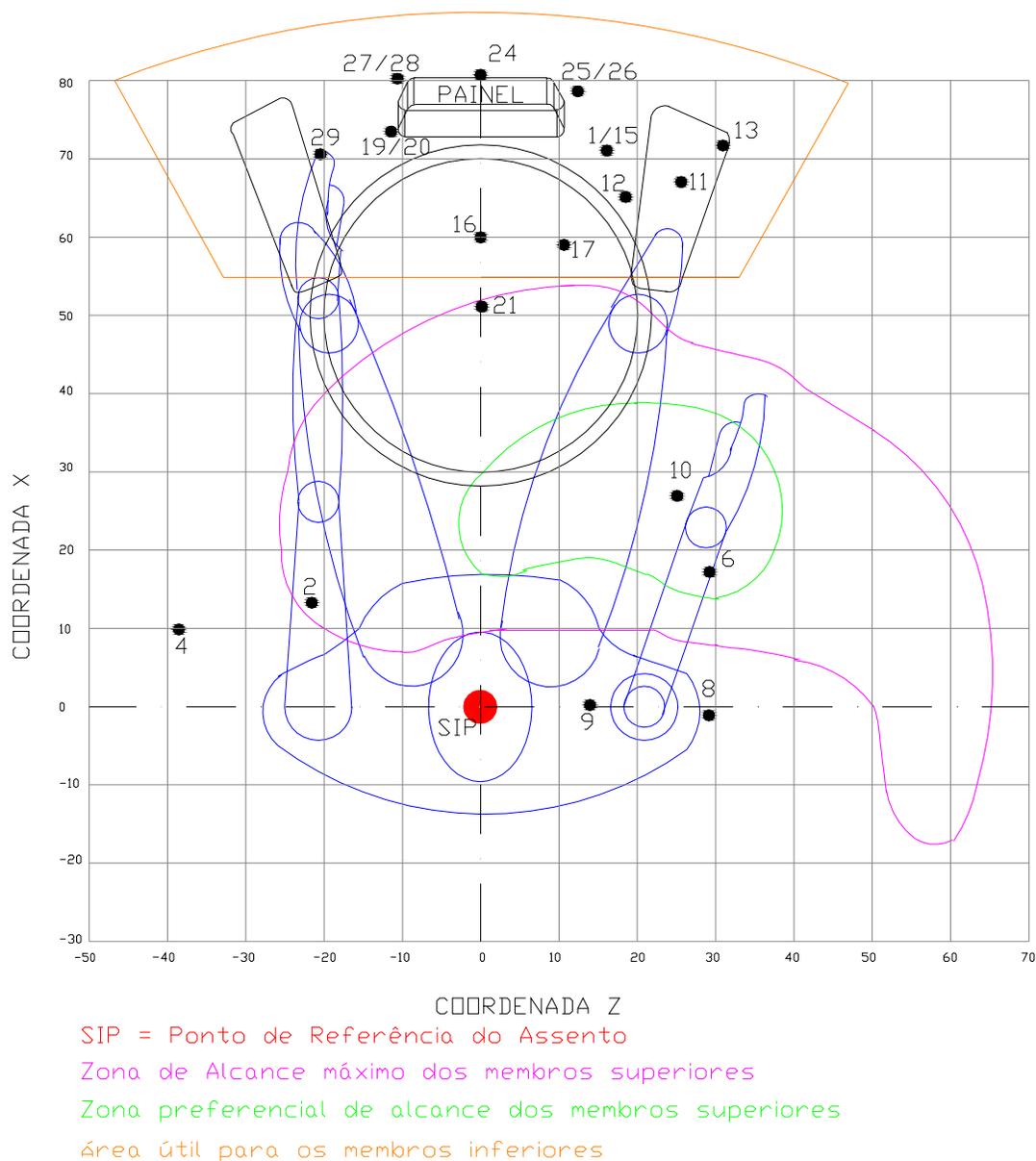


Figura 39 - Referência das coordenadas x / z do trator MF 296.

Quadro 7 – Localização das coordenadas x e z do trator MF 296.

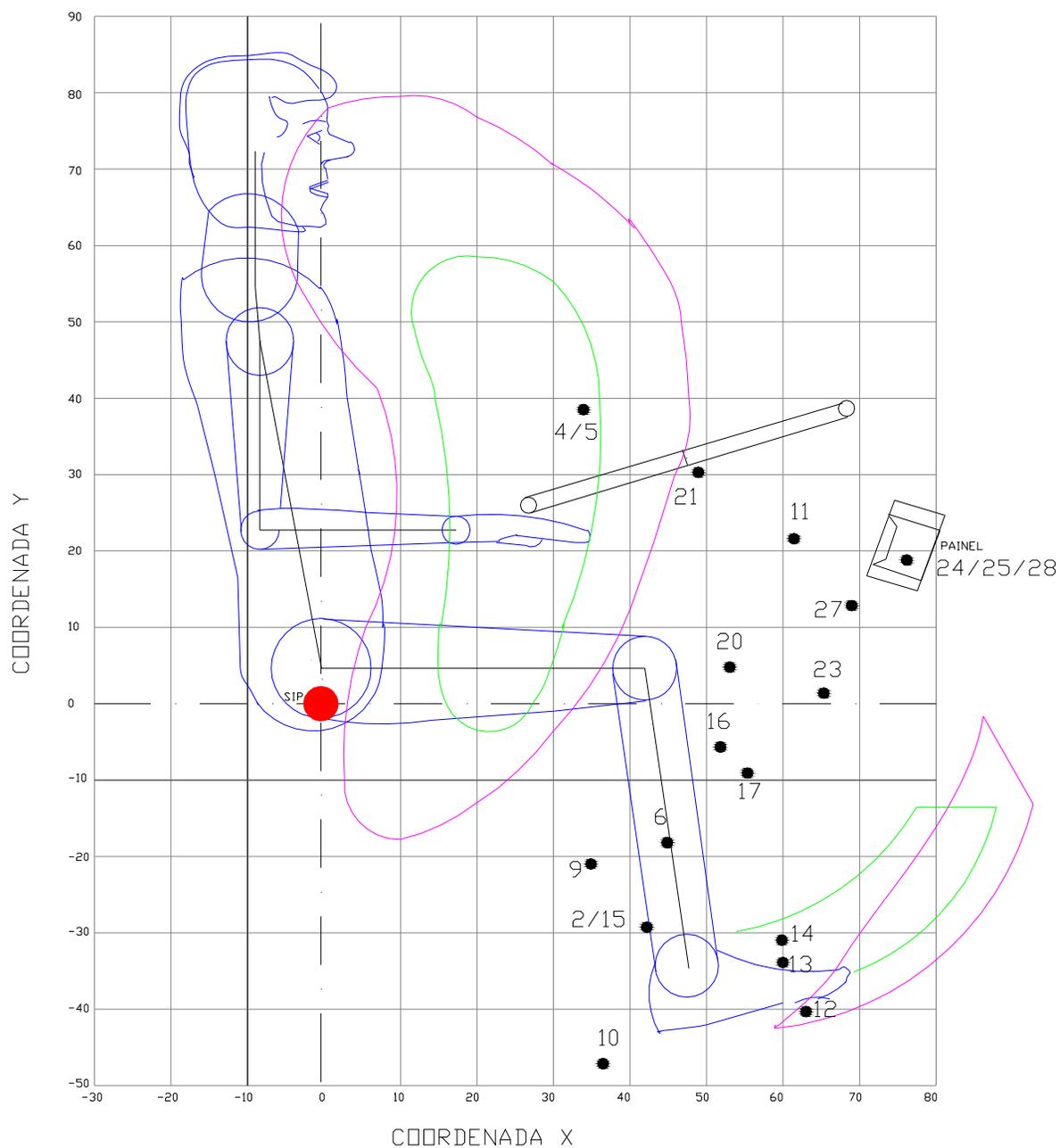
Letras	Zonas de Localização das Coordenadas	Número dos Controles e Manejos
A	Zona preferencial de alcance dos membros superiores.	6, 10
B	Zona de alcance máximo dos membros superiores.	2, 21
C	Área útil para os membros inferiores.	12, 13, 15
D	Zona excluída dos alcances de A, B e C.	1, 4, 8, 9, 11, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29.

6.2.3 Posições dos controles e manejos do trator agrícola NH 3030

As coordenadas x / y do trator NH 3030 apresentaram-se para a zona preferencial de alcance dos membros superiores e inferiores os itens: “controle remoto 1”, “controle remoto 2”, “freio” e “embreagem”. Para a zona de alcance máximo dos membros superiores e inferiores somente o item: “acelerador do pé” é específico para os membros inferiores. As zonas excluídas dos alcances apresentaram-se com quinze itens, sendo que o item: “bloqueio do diferencial” está posicionado abaixo da linha horizontal dos pés do operador.

As coordenadas x /z do trator NH 3030 apresentaram-se para a zona preferencial de alcance dos membros superiores os itens: “velocidade de decida do implemento” e “bloqueio do diferencial”. Para a zona de alcance máximo dos membros superiores os itens: “tomada de força TDP / TDF”, “alavanca de profundidade”, “alavanca de mudança / câmbio”, “alavanca alta e baixa / grupos”. Para a área útil dos membros inferiores apresentaram-se os itens: “embreagem” e “freios”. O item: “freio de estacionamento” está posicionado logo abaixo do assento do operador, sendo que deveria estar posicionado próximo aos pés do operador.

Os resultados podem ser visualizados nas Figuras 40 e 41, juntamente com os Quadros 8 e 9.



SIP = Ponto de Referência do Assento

Zona de Alcance máxima dos membros superiores e inferiores

Zona preferencial de alcance dos membros superiores e inferiores

Figura 40 – Referência das coordenadas x / y do trator NH 3030.

Quadro 8 – Localização das coordenadas x e y do trator NH 3030.

Letras	Zonas de Localização das Coordenadas	Número dos Controles e Manejos
A	Zona preferencial de alcance dos membros superiores e inferiores.	4, 5, 13, 14
B	Zona de alcance máximo dos membros superiores e inferiores.	12
C	Zona excluída dos alcances de A e B.	2, 6, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 28

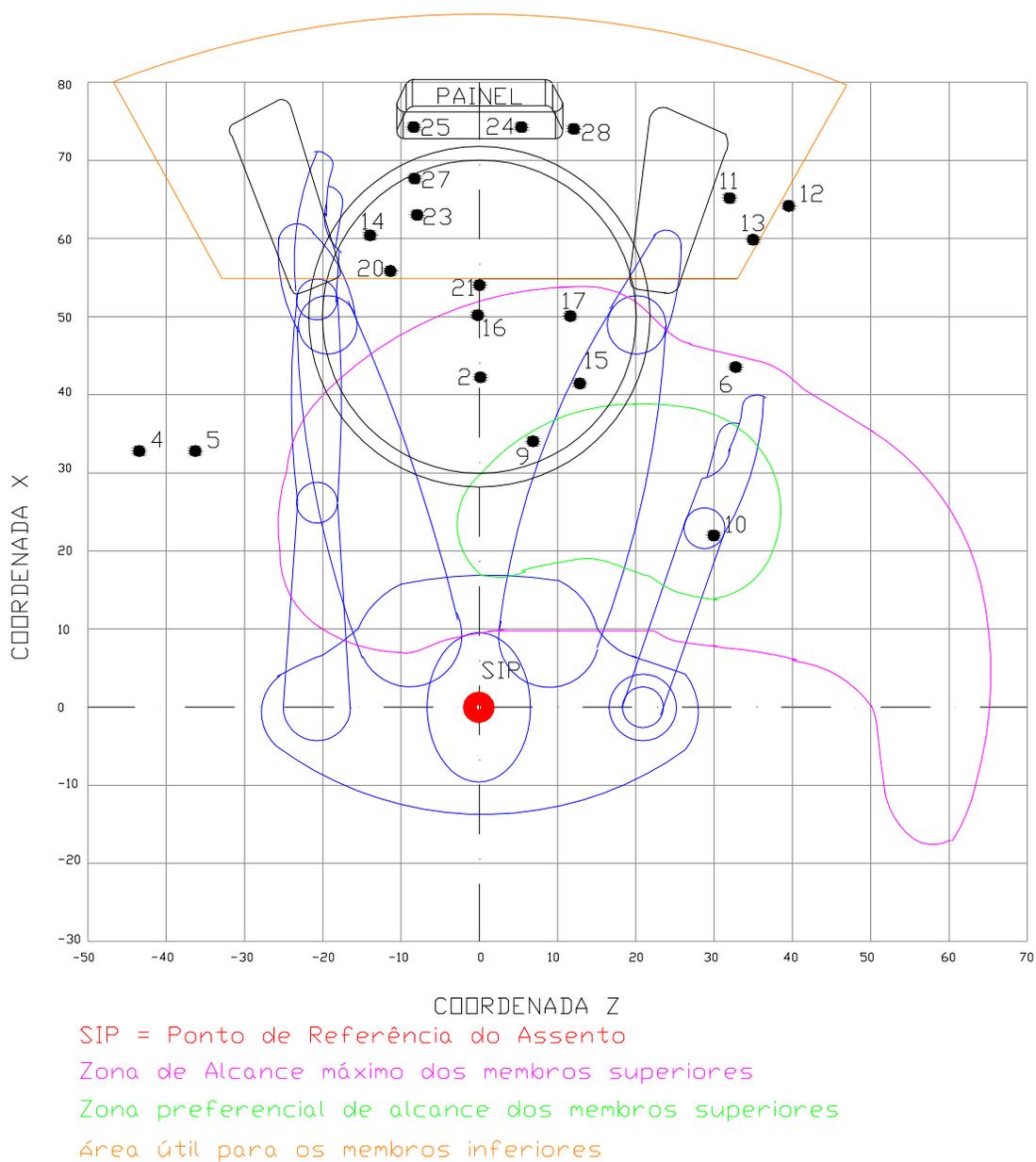


Figura 41 – Referência das coordenadas x / z do trator NH 3030.

Quadro 9 – Localização das coordenadas x e z do trator NH 3030.

Letras	Zonas de Localização das Coordenadas	Número dos Controles e Manejos
A	Zona preferencial de alcance dos membros superiores.	9, 10
B	Zona de alcance máximo dos membros superiores.	2, 6, 16, 17
C	Área útil para os membros inferiores.	13, 14,
D	Zona excluída dos alcances de A, B e C.	4, 5, 11, 12, 15, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 28.

As alavancas de câmbio dos tratores MF 296 e NH 3030 estão no centro dos comandos, ou seja, entre as pernas do operador, dificultando o acesso ao entrar, sentar e sair. No posto de trabalho das três máquinas analisadas nenhuma apresentam volante com regulagens para cima e para baixo, sendo que o volante escamoteado pode facilitar a adaptação deste quanto ao biotipo do operador. Estudos de Debiasi *et al* (2004), apresentaram que as máquinas agrícolas analisadas, 69,7% caracterizaram-se por possuir alavancas de câmbio posicionadas no centro do posto de operação, entre as pernas do operador e também apresentaram que 92,0% das máquinas agrícolas analisadas não são equipadas com regulagens no volante de direção.

Conforme Iida (2005), para que os controles de acionamento frequentes (sistema hidráulico, controle remoto) possam ser considerados bem localizados no sentido horizontal, devem estar posicionados dentro da área de alcance normal, que é limitada pelo semicírculo de raio igual ao alcance das mãos. Os controles solicitados esporadicamente devem estar dentro do alcance mínimo. Esta é delimitada pelo semicírculo de raio igual ao alcance do braço. O posicionamento vertical dos comandos é definido também em função do comprimento do braço. Eles devem estar localizados de modo que o operador consiga alcançá-los sem sair de sua posição normal. Para as pernas, a zona de trabalho dos pés é importante para a disposição de todos os tipos de pedais, sendo que após análise foram todos as três máquinas aprovadas em relação aos pedais de aceleração nas distâncias consideradas dentro da área ótima. Estes fatores apresentados fazem com que após a análise das três máquinas nos eixos x / y e x / z em relação aos controles e manejos dos membros superiores, os operadores de tratores e colhedoras agrícolas estão sujeitos à fadiga física, conforme Iida (2005) apresenta quando analisa o tema biomecânica.

6.3 Conforto – assentos e suas conformidades

6.3.1 Questionário - conforto dos assentos

Foram aplicados aos oito operadores o questionário com as nove perguntas sobre conforto de assento em oito tratores e duas colhedoras agrícolas, sendo que os resultados estão apresentados desde o Quadro 10 até o Quadro 19:

Quadro 10 – Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator MF 65X.

Perguntas	Operadores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O assento é confortável?	S	S	S	S	S	S	N	S
O assento tem revestimento macio?	N	S	S	S	S	S	N	S
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?	S	N	N	N	S	N	S	S
O encosto do assento durante o trabalho é usado?	S	S	S	S	S	S	S	S
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?	N	N	N	S	N	S	N	N
*O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?	--	--	--	--	--	--	--	--
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?	S	N	N	N	S	N	S	S
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?	S cabeça	N --	N --	N --	S ombro	N --	N --	S ombro
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?	S costas	N --	N --	N --	N --	N --	S costas	N --

*Pergunta sem respostas, pois esta máquina o assento não tem braços.



Figura 42 - Assento do trator agrícola MF 65X.

Quadro 11 – Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator MF 178.

Perguntas	Operadores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O assento é confortável?	S	S	S	S	S	S	S	S
O assento tem revestimento macio?	S	S	S	S	S	S	N	S
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?	S	N	N	N	S	N	S	S
O encosto do assento durante o trabalho é usado?	S	S	S	S	S	S	S	S
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?	S	S	S	S	N	S	N	N
*O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?	--	--	--	--	--	--	--	--
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?	N	N	N	N	S	N	S	S
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?	S cabeça	N --	N --	N --	S ombro	N --	N --	S ombro
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?	S costas	N --	N --	N --	N --	N --	S costas	N --

*Pergunta sem respostas, pois esta máquina o assento não tem braços.



Figura 43 - Assento do trator agrícola MF 178.

Quadro 12 – Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator MF 235.

Perguntas	Operadores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O assento é confortável?	N	S	S	S	N	S	N	N
O assento tem revestimento macio?	N	N	N	N	N	N	N	N
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?	S	N	N	S	S	N	S	S
O encosto do assento durante o trabalho é usado?	S	S	S	S	S	S	N	S
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?	N	S	S	N	N	S	N	N
*O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?	--	--	--	--	--	--	--	--
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?	S	N	N	S	S	N	S	S
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?	S	N	N	N	S	N	S	S
	pernas	--	--	--	ombro	--	quadril	ombro
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?	S	N	N	N	N	N	S	N
	costas	--	--	--	--	--	costas	--

*Pergunta sem respostas, pois esta máquina o assento não tem braços.



Figura 44 - Assento do trator agrícola MF 235.

Quadro 13 – Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator MF 265E.

Perguntas	Operadores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O assento é confortável?	S	S	S	S	S	S	N	N
O assento tem revestimento macio?	S	S	S	S	S	S	S	S
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?	S	N	N	S	S	N	S	S
O encosto do assento durante o trabalho é usado?	S	S	S	S	S	S	S	S
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?	S	S	S	N	S	S	N	S
*O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?	--	--	--	--	--	--	--	--
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?	N	N	N	N	N	N	S	S
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?	N	N	N	N	S	N	S	S
	--	--	--	--	ombro	--	quadril	ombro
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?	N	N	N	N	N	N	S	S
	--	--	--	--	--	--	costas	ombro

*Pergunta sem respostas, pois esta máquina o assento não tem braços.



Figura 45 - Assento do trator agrícola MF 265E.

Quadro 14 – Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator MF 283E.

Perguntas	Operadores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O assento é confortável?	S	S	S	S	S	S	N	N
O assento tem revestimento macio?	S	S	S	S	S	S	S	S
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?	S	N	N	S	S	N	S	S
O encosto do assento durante o trabalho é usado?	S	S	S	S	S	S	S	S
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?	S	S	S	N	S	S	N	S
*O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?	--	--	--	--	--	--	--	--
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?	N	N	N	N	N	N	S	S
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?	N	N	N	N	S	N	S	S
	--	--	--	--	ombro	--	quadril	ombro
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?	N	N	N	N	N	N	S	S
	--	--	--	--	--	--	costas	ombro

*Pergunta sem respostas, pois esta máquina o assento não tem braços.



Figura 46 - Assento do trator agrícola MF 283E.

Quadro 15 – Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator MF 296.

Perguntas	Operadores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O assento é confortável?	N	S	S	S	N	N	N	N
O assento tem revestimento macio?	N	S	S	N	N	N	N	N
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?	S	N	N	S	S	S	S	S
O encosto do assento durante o trabalho é usado?	N	N	S	N	N	N	N	N
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?	S	S	S	N	N	N	N	N
O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?	N	S	S	S	S	S	N	N
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?	S	N	N	N	S	S	S	S
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?	S	N	N	N	S	N	S	S
	pernas	--	--	--	ombro	--	quadril	pernas
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?	S	N	N	N	N	N	S	S
	quadril	--	--	--	--	--	pernas	pernas



Figura 47 - Assento do trator agrícola MF 296.

Quadro 16 – Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator MF 299E.

Perguntas	Operadores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O assento é confortável?	N	S	S	N	N	N	N	N
O assento tem revestimento macio?	N	S	S	N	N	N	N	N
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?	S	N	N	N	N	S	S	S
O encosto do assento durante o trabalho é usado?	S	S	S	S	N	N	N	S
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?	S	S	S	S	N	N	N	S
O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?	N	S	S	S	S	S	N	N
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?	S	N	N	S	S	S	S	S
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?	S cabeça	N --	N --	N --	S ombro	N --	S quadril	S pernas
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?	S ombro	N --	N --	N --	N --	N --	S pernas	S pernas



Figura 48 - Assento do trator agrícola MF 299E.

Quadro 17 – Respostas dos operadores quanto às questões referentes à colhedora MF 1630.

Perguntas	Operadores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O assento é confortável?	S	S	S	S	N	N	N	N
O assento tem revestimento macio?	S	S	S	S	N	N	N	N
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?	S	N	N	S	N	S	S	S
O encosto do assento durante o trabalho é usado?	S	S	S	S	S	S	S	S
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?	S	S	S	S	N	S	N	S
*O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?	--	--	--	--	--	--	--	--
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?	N	N	N	N	S	S	S	S
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?	N	N	N	N	S	N	S	N
	--	--	--	--	ombro	--	quadril	
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?	N	N	N	N	S	N	S	N
	--	--	--	--	pernas	--	pernas	--

*Pergunta sem respostas, pois esta máquina o assento não tem braços.



Figura 49 - Assento da colhedora agrícola MF 1630.

Quadro 18 – Respostas dos operadores quanto às questões referentes à colhedora MF 3640.

Perguntas	Operadores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O assento é confortável?	S	S	S	S	S	S	N	N
O assento tem revestimento macio?	S	S	S	S	S	S	N	N
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?	N	N	N	N	N	S	S	S
O encosto do assento durante o trabalho é usado?	S	S	S	S	S	S	S	S
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?	S	S	S	S	S	S	N	S
O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?	S	S	S	S	S	S	S	S
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?	N	N	N	N	N	N	S	S
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?	N	N	N	N	S	N	S	N
	--	--	--	--	cabeça	--	quadril	--
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?	N	N	N	N	S	N	S	N
	--	--	--	--	cabeça	--	ombro	--



Figura 50 - Assento da colhedora agrícola MF 3640.

Quadro 19 – Respostas dos operadores quanto às questões referentes ao trator NH 3030.

Perguntas	Operadores							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O assento é confortável?	S	S	S	S	S	S	N	N
O assento tem revestimento macio?	S	S	S	S	S	S	N	N
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?	N	N	N	S	N	S	S	S
O encosto do assento durante o trabalho é usado?	S	S	S	S	S	S	S	S
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?	S	S	S	S	S	S	N	S
O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?	S	S	S	S	S	S	S	S
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?	N	N	N	N	N	N	S	S
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?	S quadril	N --	N --	N --	S cabeça	N --	S quadril	N --
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?	N --	N --	N --	N --	S cabeça	N --	S ombro	N --



Figura 51 - Assento do trator agrícola MF 3030.

As respostas dos operadores às nove questões foram:

a) Questão 1: O assento é confortável?

Em oito máquinas os operadores afirmaram confortáveis os assentos, sendo que os tratores MF 296 e MF 299 os operadores afirmaram que os assentos não eram confortáveis.

b) Questão 2: O assento tem revestimento macio?

Em oito máquinas os operadores afirmaram que os assentos têm revestimentos macios. Os tratores MF 296 e MF 299 foram citados, na qual apresentaram assentos com revestimentos duros. E ainda, alguns assentos sem manutenção quando são danificados por rasgos e mesmo pelo tempo de uso.

- c) Questão 3: O assento transmite calor para as nádegas e pernas?

Os operadores afirmaram que em cinco máquinas os assentos transmitem calor, sendo: os tratores MF 235, MF265, MF 283, MF 296 e a colhedora MF 1630

- d) Questão 4: O encosto do assento durante o trabalho é usado?

Os operadores afirmaram que não usam o encosto do assento, somente no trator MF 296, pois este é muito inclinado para trás.

- e) Questão 5: O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?

Os operadores afirmaram que nos tratores MF 65X, MF 235 e MF 296 não usam as regulagens dos assentos, devido que as regulagens dos assentos destas três máquinas estarem com o funcionamento danificados.

- f) Questão 6: O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?

Entre as dez máquinas analisadas, apresentaram-se somente quatro máquinas com braços, sendo: os tratores MF 296, MF 299, NH 3030 e a colhedora MF 3640. Somente três operadores afirmaram que não usam os braços dos assentos nos tratores MF 296 e MF 299

- g) Questão 7: Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?

As respostas de seis operadores foram que não sentem desconforto nos assentos das máquinas, entretanto dois operadores afirmaram que sentem desconforto nos assentos das dez máquinas analisadas

- h) Questão 8: Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?

Os operadores afirmaram em sua maioria que não sentem dores durante o trabalho. Nas dez máquinas os operadores apresentaram manifestações de dores que algumas vezes se repetiam no mesmo operador, sendo: treze afirmaram sentir dores nos ombros, nove afirmaram sentir dores nos quadris, cinco afirmaram sentir dores de cabeça e quatro afirmaram sentir dores nas pernas.

- i) Questão 9: Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, qual o local?

Os operadores afirmaram, em sua maioria que não sentem dores após o trabalho, porém nas dez máquinas os operadores apresentaram manifestações de dores que algumas vezes se

repetiam no mesmo operador, sendo: oito afirmaram sentir dores nas costas, cinco afirmaram sentir dores nos ombros, seis afirmaram sentir dores nas pernas e um afirmou sentir dores no quadril.

Em discussão destas nove questões pode-se dizer que os operadores dos oito tratores e das duas colhedoras analisadas mantêm-se quase todo o tempo de sua atividade na posição sentada, conforme Iida (2005). Sendo que para os acionamentos pouco esforço físico é solicitado, porém dinâmico.

As dores são pertinentes em trabalhos na posição sentada, conforme Grandjean (1998). No questionário que pode ser comparado com os resultados das manifestações de Grandjean (1998), as dores são minoria entre os operadores, mas podem ser freqüentes e se tornarem uma grande complicação no futuro. Sendo que, o motivo mais freqüente são as doenças nos discos intervertebrais (dores nas costas).

6.3.2 Coleta de medidas dos dez assentos de máquinas agrícolas

No Quadro 20 estão apresentados os valores obtidos para as variáveis dos assentos na posição sentada e ereta para serem confrontadas com as variáveis da Figura 28 e Tabela 7, conforme Iida (2005).

Quadro 20 - Variáveis dos assentos das máquinas Massey Ferguson e New Holland.

Variáveis	Tratores e Colhedoras									
	65X	178	235	265E	283E	296	299E	1630	3640	3030
a- altura do assento	32	48	46	46	48	52	41	56	58	50
b- largura do assento	50	49	50	47	48	45	52	52	51	45
c- comprimento do assento	36	41	36	40	40	40	35	35	37	33
d- espaço livre assento-encosto	--	--	--	--	--	--	--	--	10	10
e- altura máxima do encosto	36	40	34	40	40	40	34	40	35	24
f- largura do encosto	40	40	40	43	42	45	36	38	37	34
g- altura dos braços	--	--	--	--	--	17	17	--	17	18

Medidas em centímetros. As variáveis “d” e “g” em algumas máquinas estão sem respostas, pois nestas não tem espaços livres do assento ao encosto e não tem braços nos assentos.

Observou-se no Quadro 20 que:

a) altura do assento:

Somente o assento do trator MF 299E está com a medida correta e os demais assentos estão com medidas menores ou maiores.

b) largura do assento:

Os assentos dos tratores MF 296 e NH 3030 estão com medidas corretas e os demais assentos estão com medidas incorretas.

c) comprimento do assento:

Os assentos dos tratores MF 178 e NH 3030 estão com medidas incorretas e os demais assentos estão com medidas corretas.

d) espaço livre assento-encosto:

A colhedora MF 3640 e o trator NH 3030 estão com as medidas dos assentos incorretos para menos.

e) altura máxima do encosto:

Todas as dez máquinas estão com medidas corretas, porém o trator NH 3030 apesar de estar com a medida correta, apresenta uma medida muito inferior em relação a demais máquinas.

f) largura do encosto:

O trator NH 3030 está com medida incorreta e os demais assentos estão corretos.

g) altura dos braços:

Entre as dez máquinas somente quatro têm braços. Assim sendo, os três tratores MF 296, MF 299E, NH 3030 e a colhedora MF3640 estão com as medidas incorretas.

O apoio do assento influencia ao definir o comprimento do assento, na qual temos duas máquinas com medidas maiores. Este comprimento deve ser satisfatório para que possa o operador acionar os pedais. Conforme Dul & Weerdmeester (2004), esta relação do apoio do assento em que os pedais têm de ser de tal forma que não proporcione esforço sem sair de sua posição. Algumas distâncias das sete variáveis entre o assento e as medidas do ser humano são necessárias para que se possa analisar.

6.3.3 Análise de postura - método OWAS

Após análise das posturas nas três combinações: dorso, braços e pernas, conforme Iida (2005), na qual gerou as posições (códigos), conforme mostra o Quadro 21 os resultados das combinações de posturas, nas posições assumidas pelo operador de trator agrícola MF 283E em atividade de roçagem no tempo de quatro horas. O Quadro 21 deve ser confrontado com a Figura 52.

Quadro 21 - Resultados das combinações de posturas nas posições e tempo.

Combinações	Posições e Tempo (minutos)			
	Reto	Inclinado	Reto e Torcido	Inclinado e Torcido
Dorso	130	40	60	10
Braços	Dois braços na direção	Um braço na direção	Um braço na direção e outro no câmbio	—
	210	20	10	
Pernas	Duas pernas retas	Uma perna reta	Uma perna flexionada	—
	80	100	60	



Figura 52 –Códigos de observação do método OWAS.

Aplicou-se a Tabela 6, conforme Iida (2005), sendo o tempo transformado em porcentagem.

- a) classe 1 (postura normal, que dispensam cuidados): as durações de 130 a 210 minutos apresentam-se com a porcentagem de 25%.
- b) classe 2 (postura que deve pertencer à próxima revisão dos métodos de trabalho): as durações de 80 a 100 minutos apresentam-se com a porcentagem de 50%.
- c) classe 3 (postura que deve solicitar atenção em curto prazo): as durações de 40 a 60 minutos apresentam-se com a porcentagem de 75%.
- d) classe 4 (postura que deve solicitar atenção imediata): as durações de 10 a 20 minutos apresentam-se com a porcentagem de 100%.

Estas durações em tempo são apresentadas no Quadro 22.

Quadro 22 – Sistema OWAS: classificação das posturas de acordo com a duração em porcentagem das posturas.

Duração Máxima (porcentagem da jornada de trabalho)		25%	50%	75%	100%
Dorso	1 Dorso reto	1	2	3	4
	2 Dorso inclinado	1	2	3	4
	3 Dorso reto e torcido	1	2	3	4
	4 Inclinado e torcido	1	2	3	4
Braços	1 Dois braços na direção	1	2	3	4
	2 Um braço na direção	1	2	3	4
	3 Um braço na direção e outro no câmbio	1	2	3	4
Pernas	1 Duas pernas retas	1	2	3	4
	2 Uma perna reta	1	2	3	4
	3 Uma perna flexionada	1	2	3	4

Conforme os Quadros 21 e 22, as três posições do operador no trator agrícola MF 283E, na operação de roçagem podem apresentar riscos à saúde do operador.

No que se refere à combinação dorso apresenta-se a classe 3 para as posições “dorso inclinado” e a outra, “dorso reto e torcido”. Já para a posição “dorso inclinado e torcido” apresenta-se a classe 4. Estas posturas na combinação dorso têm duas classes

preocupantes, pois solicitam atenção em curto prazo para a classe 3 e em imediato para a classe 4.

No que se refere à combinação braços apresenta-se à classe 1 para a posição “dois braços na direção”, na qual não solicita preocupação. Já para as posições “um braço na direção” e outra “um braço na direção e outro no câmbio” apresentaram a classe 4. Estas duas posições devem ter uma atenção imediata.

No que se refere à combinação pernas apresenta-se à classe 2 para as posições “duas pernas retas” e outra “uma perna reta”, na qual para a próxima averiguação solicita atenção. Já para a posição “uma perna flexionada” apresentou-se a classe 3. Estas posições das pernas são preocupantes para a posição “uma perna flexionada”, pois solicita atenção e cuidados em curto prazo.

Devem ser executadas as manutenções periódicas nos assentos das máquinas agrícolas, pois seu uso provoca danos no revestimento. Estudos apresentados por Iida (2005), afirmam que o estofamento duro nos assentos é o mais recomendável, visto que, os estofamentos macios não proporcionam um bom suporte e, além disso, a pressão se distribui para outras regiões das nádegas e das pernas que não são adequadas para suportar as pressões do peso do corpo, em que causa estrangulamento na circulação sanguínea dos capilares provocando dores e fadiga.

6.4 Ruído

Os resultados são demonstrados conforme tabelas das três condições dos motores em oito tratores e duas colhedoras agrícolas, sendo: o motor em baixa rotação (800 RPM), o motor em média rotação (1200 RPM) e o motor em rotação de serviço (1700 RPM) em movimento. Seguem-se então as comparações com a Norma NR - 15 com limite de tolerância para oito horas diárias de exposição máxima de 85dB (A).

6.4.1 Ruído com o motor em baixa rotação

Quadro 23 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em baixa rotação (800 RPM).

Tratores e Colhedoras	Níveis de Ruído dB (A)		
	790mm acima em relação ao PRA	150mm à frente em relação ao PRA	200mm na lateral em relação ao PRA
MF 65X	76	78	78
MF 178	77	79	78
MF 235	77	78	78
MF 265	79	81	80
MF 283	80	81	80
MF 296	79	80	80
MF 299	77	79	79
MF 1630	75	77	77
MF 3640	78	79	79
NH 3030	84	85	85

Conforme Quadro 23, a única máquina que se aproxima do nível de 85dB é o trator NH 3030. Em análise de variância, conforme Gomes (1997), pode-se dizer que para o nível de 5% de probabilidade de erro, o ruído nas três posições (790mm acima, 150mm frente e 200mm lateral) em relação ao PRA, não são superiores ao limite de tolerância máxima de 85dB (A) determinada pela NR-15 para oito horas de exposição. Portanto não apresentaram interferências de ruído ao operador das dez máquinas analisadas.

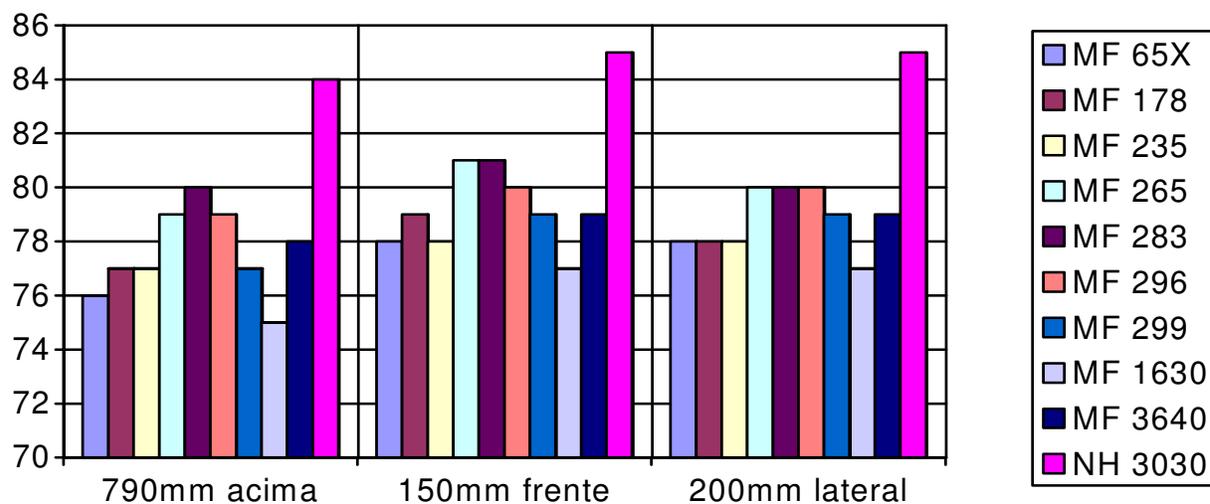


Figura 53 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em baixa rotação.

6.4.2 Ruído com o motor em média rotação

Quadro 24 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em média rotação (1200 RPM).

Tratores e Colhedoras	Níveis de Ruído dB (A)		
	790mm acima em relação ao PRA	150mm à frente em relação ao PRA	200mm na lateral em relação ao PRA
MF 65X	92	94	94
MF 178	90	92	92
MF 235	90	92	91
MF 265	90	92	92
MF 283	93	94	94
MF 296	88	89	89
MF 299	91	93	92
MF 1630	79	80	80
MF 3640	80	81	81
NH 3030	92	94	93

Conforme Quadro 24, as colhedoras agrícolas MF 1630 e MF 3640 apresentaram nas três medidas em relação ao PRA níveis determinados pela norma NR-15, ou seja, todas as medidas estão até 85dB (A). Os outros oito tratores apresentaram nas três medidas em relação ao PRA níveis maiores que os aceitáveis pela norma NR-15, ou seja, maiores que limite de tolerância máxima de 85dB (A). Ressaltou-se ainda que, os tratores MF 65X e MF 283 apresentaram nas medidas de 150mm à frente e 200mm na lateral, níveis de 94dB (A), ou seja, maiores que os determinados pela norma NR-15. Segundo Iida (2005), os ruídos acima de 90dB (A) começam a provocar reações fisiológicas prejudiciais ao organismo, aumentando o estresse e a fadiga e que tendem a piorar após duas horas de exposição.

Em análise de variância, conforme Gomes (1997), pode-se dizer que para o nível de 5% de probabilidade de erro, o ruído nas três posições (790mm acima, 150mm frente e 200mm lateral) em relação ao PRA, são significativamente superiores ao limite de tolerância máxima de 85dB determinado pela NR-15 para oito horas de exposição.

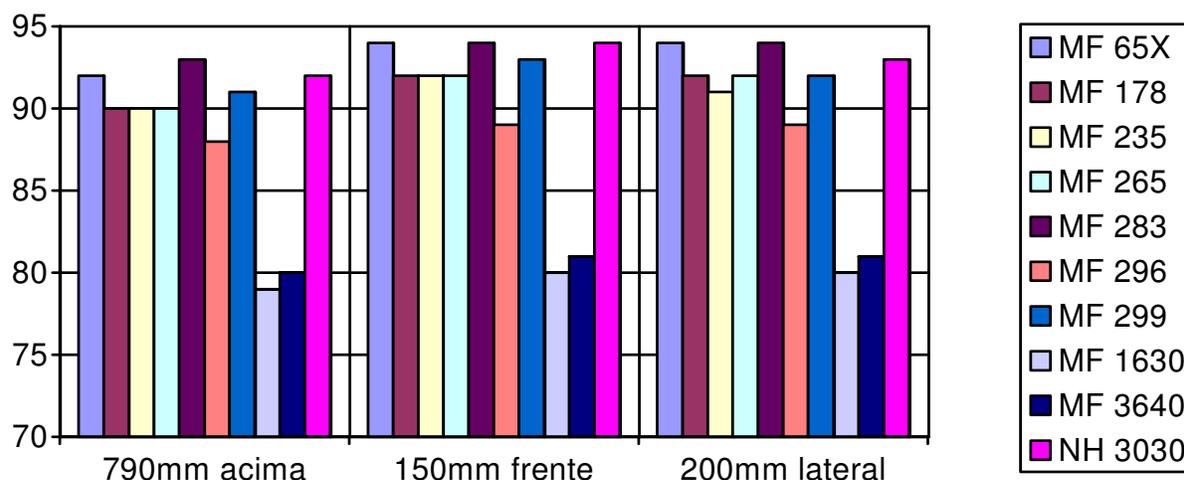


Figura 54 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em média rotação.

6.4.3 Ruído com o motor em rotação de serviço em movimento

Quadro 25 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em rotação de serviço em movimento (1700 RPM).

Tratores e Colhedoras	Níveis de Ruído dB (A)		
	790mm acima em relação ao PRA	150mm à frente em relação ao PRA	200mm na lateral em relação ao PRA
MF 65X	95	96	96
MF 178	94	94	94
MF 235	94	94	94
MF 265	98	99	99
MF 283	95	96	96
MF 296	98	98	98
MF 299	94	95	95
MF 1630	92	93	93
MF 3640	94	94	94
Ford 3030	95	96	96

Conforme Quadro 25 nas dez máquinas analisadas estão todas com níveis de ruído maiores que o limite de tolerância máxima de 85dB (A), conforme determinados pela norma NR-15. Em destaque apresentaram-se os tratores MF 265 e MF 296 estão nas três medições em relação ao PRA com 99dB (A) e 98dB (A).

Em análise de variância, conforme Gomes (1997), pode-se dizer que para o nível de 5% de probabilidade de erro, o ruído nas três posições (790mm acima, 150mm

frente e 200mm lateral) em relação ao PRA, são significativamente superiores ao limite de tolerância máxima de 85dB (A) determinado pela NR-15 para oito horas de exposição.

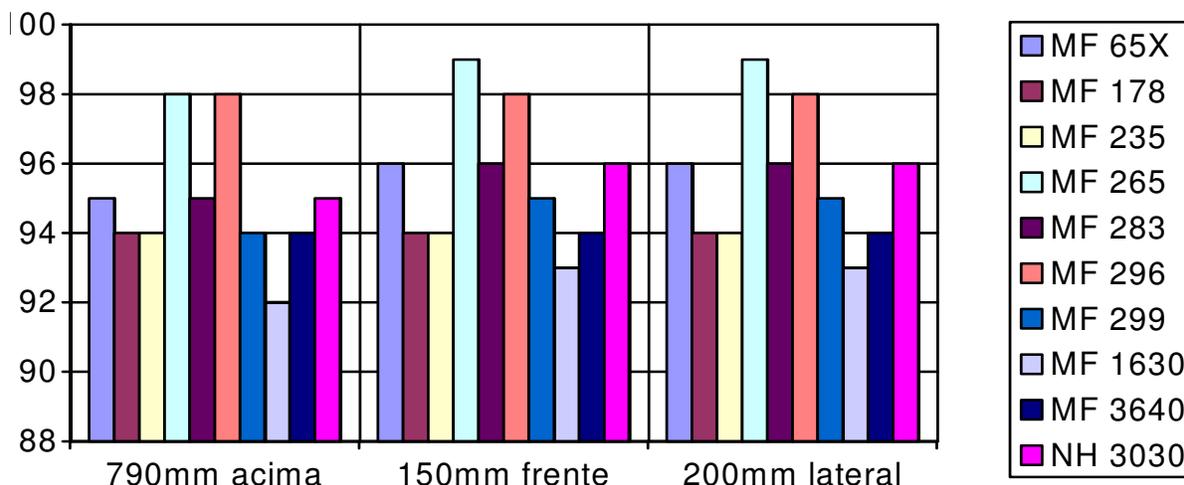


Figura 55 - Valores de níveis de ruído obtidos com o motor em rotação de serviço.

Percebeu-se também que, em análise geral, na comparação com as três medições (790mm acima, 150mm à frente e 200mm na lateral) em relação ao PRA, para as três condições (motor em baixa rotação, motor em média rotação e motor em rotação de serviço em movimento), a medição de 790mm acima apresentou menores níveis de ruídos.

Observou-se que, para o motor em rotação de serviço em movimento apresentou-se com níveis de ruídos bem além do permitido pela NR - 15. Este resultado também foi observado nos estudos de Fernandes (1991), em que foram avaliados 198 tratores agrícolas e concluiu-se que todos estavam acima do limite de tolerância máxima de 85dB (A) para turnos de oito horas de exposição, na qual apresentaram-se valores entre 90 a 110dB (A).

7. CONCLUSÃO

A presente pesquisa foi definida por meios de análises científicas das atividades do ser humano em operação de máquinas agrícolas. Portanto, deve-se frisar que o ser humano em atividade e em desempenho de tarefas é considerado o ponto central desta pesquisa, na qual as representações que os seres humanos elaboram cientificamente por meio de idéias, conhecimentos cognitivos e decisões comparativas.

A análise de quatro abordagens (antropometria, biomecânica – controle e manejo, conforto – assentos e suas conformidades e ruído) pertencentes ao método do AET, são as que apresentaram resultados favoráveis ao desenvolvimento projetual de máquinas agrícolas e a receptividade das chamadas novas tecnologias.

Em análise do biotipo afirmou-se que os oito operadores de máquinas agrícolas estão aptos quanto à estrutura física. A análise das quatorze partes do corpo humano dos oito operadores de oito tratores e duas colhedoras agrícolas mostrou que estas medidas são inferiores as medidas antropométricas do homem alemão. Isto deve servir como referência aos projetos de máquinas agrícolas, na qual são importados de países desenvolvidos e que para o operador no Brasil pode não ser viável nas questões dimensionais destas máquinas.

A abordagem da biomecânica mostrou que os postos de trabalhos com três máquinas agrícolas são inadequados por provocar malefícios, como tensões, dores

musculares e fadiga ao operador. Os controles e manejos das três máquinas estudadas podem-se visualizar a má adequação e posicionamentos dos botões, luzes e manivelas junto ao painel das máquinas para os desempenhos das atividades. As alavancas de câmbio nos tratores MF 296 e NH 3030 estão no centro dos comandos, ou seja, entre as pernas do operador, sendo inadequadas para o acesso ao entrar, sair e sentar na máquina e podem ocasionar acidentes de queda. E que, nenhuma das três máquinas estudadas apresentaram volantes escamoteados. Os alcances dos braços e das mãos nas três máquinas analisadas apresentaram-se uma média de quatorze itens dos controles e manejos, totalmente fora da zona de alcance máximo e da zona de alcance preferencial. As três máquinas foram aprovadas em relação aos pedais de aceleração nas distâncias consideradas dentro da zona preferencial. Recomenda-se para futuras pesquisas uma abordagem em que seja analisado o modelo, a forma dos controles e dos manejos, bem como suas vantagens e desvantagens.

O conforto em relação aos assentos dos oito tratores e das duas colhedoras analisadas apresentou que, em cinco máquinas, os assentos transmitem calor para as nádegas e para as pernas. Quanto às dores durante o trabalho apresentaram treze manifestações de dores nos ombros, quanto manifestações de dores após o trabalho e oito manifestações de dores nas costas.

Quanto às medidas dos assentos, em que os itens “altura do assento”, “largura do assento” e “altura dos braços” apresentaram com as medidas inadequadas quando comparadas com a Figura 28, conforme Iida (2005).

A análise de posturas assumidas do operador em um trator agrícola com roçadora considerando-se o método do sistema OWAS conforme Iida (2005). Para a atividade num turno de quatro horas, o que solicita maiores cuidados são as posições assumidas das classes 3 e 4, na qual se apresentaram propostas de mudanças imediatas no projeto de máquinas em relação às posturas inadequadas. Recomenda-se que as características do campo visual do operador de máquinas agrícolas devem ser pesquisadas futuramente para contribuir nas posturas do operador.

Na abordagem da questão sob ruído, na qual foram analisadas em oito tratores e duas colhedoras agrícolas em três condições dos motores. A comparação entre as três medições (790mm acima, 150mm à frente e 200mm na lateral) em relação ao PRA para as três condições avaliadas, a medição de 790mm acima apresentou menores níveis de ruídos.

Observou-se que, o motor em rotação de serviço apresentou-se com níveis de ruídos além do permitido pela NR - 15, chegando até 99dB (A).

Considerando algumas recomendações finais destaca-se que para projetos de tratores e colhedoras agrícolas, algumas condições são necessárias, como a qualidade do produto a ser produzido; prever e ficar atentos às mudanças de tarefas prévias, sendo os comandos e os controles os mais notórios; considerar as normas existentes principalmente as relacionadas com segurança; as propriedades fisiológicas e psicológicas com as percepções e os limites do corpo humano (antropometria); e por fim possibilitar ao operador condições de evolução dentro das atividades que ele desempenha. A mobilização institucional voltada na criação de recursos alternativos quanto à saúde e à segurança do trabalhador em máquinas agrícolas deverá futuramente proporcionar a sociedade brasileira os meios efetivos de garantir as melhores condições de trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, R. F. ; TERESO, M. J. A. **Ergonomia e agricultura**. (S.1 : s.n.), 2004.
Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/unicamp/Ergonomia_e_Agricultura.pdf>.
Acesso em: 12 nov. 2006.
- ANFAVEA. Anuário da indústria automobilística brasileira. Máquinas agrícolas automotrizes. **Banco de Pesquisa**, São Paulo, 2005. p.135. Disponível em:
<<http://www.anfavea.com.br/anuario2006.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2006.
- ANFAVEA. Assessoria de planejamento econômico e estatístico. Indústria Automobilística Brasileira. **Estatísticas**. São Paulo, 2006. Disponível em:
<<http://www.anfavea.com.br/tabelas/tratores/TTAB1PRO.doc>>. Acesso em: 10 ago. 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4252**: tratores agrícolas: local de trabalho do operador, acesso e saída: dimensões. Rio de Janeiro, 2000. 6p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NT 4253**: tratores agrícolas: acomodação do assento do operador: dimensões. Rio de Janeiro, 1999. 6p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.152 (NB-95)**: níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987. 4p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151**: avaliação do ruído em área habitadas, visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000. 4p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13962**: móveis para escritório: cadeiras. Rio de Janeiro, 2002. 6p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9405**: determinação do P.R.A. de tratores e máquinas agrícolas autopropelidas: procedimento. Rio de Janeiro, 1985. 2p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9999**: medições do nível de ruído, no posto de operação de tratores e máquinas agrícolas. Rio de Janeiro, 1987. 21p.
- BARROS, I. F. R. **Fatores antropométricos e biomecânicos da segurança no trabalho**: uma contribuição à análise de sistemas -máquina, sob o ponto de vista da ergonomia. 1996. 122 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Universidade do Amazonas, Manaus, 1996.
- BONSIEPE, G. **Design**: do material ao digital. Florianópolis: LBDI, 1997. 192p.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Brasil em Síntese**: síntese das informações disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, 2004a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/brasil_em_sintese/default.htm>. Acesso em: 22 set. 2005.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Política nacional de segurança e saúde do trabalhador: proposta para consulta pública. In: _____. **Segurança e saúde no trabalho**. Brasília, 2004b. Disponível em:

<<http://www.tem.gov.br/Empregador/segsau/Conteudo/7307.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2005.

BRASIL. Poder Judiciário. Justiça do Trabalho. Tribunal Regional do Trabalho da 2ª Região. NR15: atividades e operações insalubres. In: _____. **Consolidação das Leis do Trabalho** [recurso eletrônico]: CLT dinâmica. São Paulo: Serviço de Jurisprudência e Divulgação, 2005a. Disponível em: <http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/legis/CLT/NR_Ind.html>. Acesso em: 01 fev. 2006.

BRASIL. Poder Judiciário. Justiça do Trabalho. Tribunal Regional do Trabalho da 2ª Região. NR17: ergonomia. In: _____. **Consolidação das Leis do Trabalho** [recurso eletrônico]: CLT dinâmica. São Paulo: Serviço de Jurisprudência e Divulgação, 2005b. Disponível em: <http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/legis/CLT/NR_Ind.html>. Acesso em: 12 fev. 2005.

BULLOCK, D. S. ; BULLOCK, D. G. From agronomic research to farm management guidelines: a primer on the economics of information and precision technology. **Journal Precision Agriculture**, Saint Paul, v. 2, n.1, p. 91-101, 2004. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content>>. Acesso em: 29 ago. 2006.

CAMPANA, C. L. Insalubridade residual por ruído em tratores cabinados. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 12, n. 47, p.50-53, 1984.

CASTRO, E. B. P. **Antroprojeto**: software para estimativa antropométrica. Juiz de Fora, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2003. Disponível em: <http://www.engprod.ufjf.br/epd_ergonomia/software.htm>. Acesso em: 12 jan. 2005.

CORLET, E. M. Aspects of the evaluation of industrial seating. **Ergonomics**, London, v. 32, n.3, p. 257 – 269, 1989.

DANIELLOU, F. Entre a experimentação regulada e a experiência vivida: as dimensões subjetivas da atividade do ergônomo em intervenção. **Laboreal**, Bordeaux, v. 2, n. 1, p.64-72, 2006. Disponível em: <<http://laboreal.up.pt/media/artigos/53>> Acesso em: 01 set. 2006.

- DEBIASI, H. ; SCHLOSSER, J. F. ; PINHEIRO, E. D. Características ergonômicas dos tratores agrícolas utilizados na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n. 6, p. 1807- 1811, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br>> Acesso em: 27 mar. 2006.
- DEJOURS, C. **O fator humano**. Rio de Janeiro: EFGV, 2005. 102 p.
- DUL, J. ; WEERDMEEESTER, B. **Ergonomia Prática**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. 137 p.
- FALZON, P. Os objetivos da ergonomia. In: DANIELLOU, F. (Org.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 229-239.
- FERNANDES, J. C. **Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador**. 1991. 172 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.
- FERREIRA, D. M P. **Pesquisa antropométrica e biomecânica dos operadores da indústria de transformação - RJ**. Rio de Janeiro: INT, 1988. 128 p.
- FIALHO, F. ; SANTOS, N. **Manual de análise ergonômica no trabalho**. Curitiba: Gêneseis, 1997. 318 p.
- FONSECA, J. S. ; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. São Paulo: Atlas, 1981. 188p.
- FURLANI, C. E. A. et al. Avaliação do nível de ruído em colhedoras combinadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2004, São Pedro. **Anais eletrônicos...** São Pedro: SBEA / FEAGRI, 2004. Disponível em: <<http://www.sbea.org.br>>. Acesso em: 20 jan. 2006.
- GARROW, J. S. **Treat obesity seriously: a clinical manual**. Edinburg: Churchil Livingstone, 1981. 365 p.
- GERGES, S. N. Y. **Ruído: fenômenos e controle**. Florianópolis: UFSC, 1992. 660p.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1997. 32p.
- GOMES, C. Z. ; SANTOS, J. E. G. ; FERNANDES, J. C. Usuário x a interface tecnológica dos produtos agrícolas: fatores sócio culturais e ambientais que interferem na atividade. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM DESIGN, 3., 2005, Rio de Janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro: ESDI, 2005. 1 CD-ROM.

- GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia:** adaptando o trabalho ao . Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 338 p.
- GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo.** São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 198 p.
- HILBERT, J. A. Niveles de ruido en el puesto de conducción de maquinas agrícolas autopropulsoras en Argentina. **Ingeniería Rural:** mecanización agraria en al ámbito latinoamericano, La Plata: Nieves, 1998.
- IIDA, I. **Ergonomia:** projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 614p.
- INSTITUTO ESPAÑOL DE RACIONALIZACION Y NORMALIZACIÓN. **UNE 68-046-83:** tractors agrícolas: accesos, salidas y puesto del conductor: medidas. Madrid, 1983. 14p.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 651:** sound level meters. Genebra, 1979. não paginado.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1999:** acoustics: assessment of occupational noise exposure for hearing conservation purposes. St. Joseph, 1975. não paginado.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 3462:** agricultural tractors and machinery: seat reference point - method of determination. Genève, 1979. 21p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 4253-1977:** agricultural tractors: operator's seating accommodation: dimensions. Genève, 1977. 17p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 5131:** acoustics: tractors and machinery for agriculture and forestry: measurement of noise at the operator's position. St. Joseph, 1982. 8p.
- KARHU, O.; KANSI, P.; KUORINKA, I. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. **Ergonomics**, London, v.8, n.4, p. 199 – 201, 1977.
- KAZLEV, A. M. **Dr William Sheldon's Somatotypes.** (S.l. : s.n.), 2004. Disponível em: <<http://www.kheper.net/topics/typology/somatotypes.html>>. Acesso em: 23 nov. 2006.
- LAVILLE, A. **Ergonomia.** São Paulo: EDUSP, 1977. 101p.
- LEPLAT, J. Aspectos de complexidade em ergonomia. In: DANIELLOU, F. (Org.). **A ergonomia em busca de seus princípios:** debates epistemológicos. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 79-104.

- MÁRQUEZ, L. Solo tractor. **Ergonomia y seguridad en los tractores**, Madrid, n. 9, p.143-207, 1990.
- McCORMICK, E. J. ; SANDERS, M. **Human factors engineering and design**. New York: McGraw-Hill, 1993. 704p.
- McCORMICK, E. J. **Ergonomia**. Barcelona: Gustavo Gilli, 1980. 462 p.
- MENEZES, J. F. ; MAZIERO, J. V. ; YAMASHITA, R. Y. **Avaliação de características de visibilidade apresentadas por um grupo de tratores de rodas**. Campinas: IAC, 1985. 17p.
- METHA, C. R. ; TEWARI, V. K. Real time characteristics of tractor seat cushion materials. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, p. 235-243, 2001.
- MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722 p.
- MINETTE, J. L. **Análise de fatores operacionais e ergonômicos na operação de corte florestal com motosserra**. 1996. 211p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- NEVEIRO, D. M. et al. **Ergokit**. Rio de Janeiro: IPT, 1998. 89 p.
- NORDIN, M. ; FRANKEL, V. H. **Biomecânica do sistema musculoesquelético**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 428p.
- NORGAN, N. G. Body mass index and body energy stores in developing countries. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 44, n.8, p.79-82, 1990.
- PEVSNER, N. **Os pioneiros do desenho moderno: de William Morris a Walter Gropius**. São Paulo: Martins Fontes, 1995. 242p.
- PHEASANT, S. **Bodyspace: anthropometry, ergonomics and the design of work**. London: Taylor and Fancis, 1996, 260p.
- RNUR. **Aide-mémoire d'ergonomie- conception et réception des postes de travail**. Issy Les Monlineaux: Sirtes, 1983. 56 p.
- ROBIN, P. **Segurança e ergonomia em maquinaria agrícola: tratores agrícolas**. São Paulo: IPT, 1987. 22 p. Relatório técnico.
- ROSSI, M. A **A contribuição da ergonomia nas lesões por esforços repetitivos: a tenossinovite na linha de produção em indústrias gráficas**. 1997. 112p. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 1997.

- ROSSI, M. A. ; SANTOS, J. E. G. Ações ergonômicas em máquinas e equipamentos agrícolas. In: JORNADA DE ERGONOMIA, 2., 2005, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2005. p. 45 - 48.
- SANTANA, A M. C. **Abordagem ergonômica como proposta para melhoria do trabalho e produtividade em serviços de alimentação.** 1996. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.
- SANTOS, N. et al. **Antropotecnologia: a ergonomia dos sistemas de produção.** Curitiba: Gênese, 1997. 353p.
- SCHLOSSER, J. F. et al. Antropometria aplicada aos operadores de tratores agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p.983-988, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 15 jan. 2006.
- SILVA, L. B. ; CARTAXO, C. Ergonomia: uma revisão histórica e sua importância no processo de globalização da economia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2., 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.
- SILVA, E. M. **Avaliação da preferência de cadeiras para diferentes tipos de trabalhos de escritório.** 2003. 165p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- SILVEIRA, G. M. et al. Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo de solo, semeadura e cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 220-224, fev. 2006. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br>>. Acesso em: 02 set. 2006.
- TERSAC, G. ; MAGGI, B. O trabalho e a abordagem ergonômica. In: DANIELLOU, F. (Org.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos.** São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 79-104.
- TILLEY, A. R. ; DREYFUSS, H. **The measure of man and woman, human factors in design.** New York: Edition Cloth, 2001. 104p.
- VERDUSSEN, R. **Ergonomia: a racionalização humanizada do trabalho.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. 161p.
- VIDAL, M. C. (Org.). **Introdução à ergonomia.** Rio de Janeiro: Coserg, 1998. UFRJ.
- WISNER, A. **A inteligência no trabalho.** São Paulo: Fundacentro, 1994. 191p.

WISNER, A. Antropotecnologia, ferramenta ou engodo? **Ação Ergonômica**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.7-35, 2000.

WISNER, A. Questões epistemológicas em ergonomia e em análise do trabalho. In: DANIELLOU, F. (Org.). **A ergonomia em busca de seus princípios**: debates epistemológicos. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 29-55..

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

ZAMBERLAN, M. C. P. ; FERREIRA, D. M. P. ; ALMEIDA, A G. **Avaliação ergonômica de tratores agrícolas**. Rio de Janeiro: INT, 1988. 138p.

ZAMBERLAN, M. C. P. Cientistas usam scanner tridimensional para descobrir e disponibilizar as verdadeiras medidas da população brasileira. In: **Banco de pesquisa**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006. Disponível em: <<http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisas>>. Acesso em: 24 mar. 2006.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ANDRIANI, C. S. **Gestão sistêmica com base nos valores humanos**. Campinas: Dialivros, 2003, 184p.
- BARNES, R. M. **Estudos de movimentos e tempos: projeto e medida de trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 648p.
- COSTÁBILE, A. Globalização e igualdade social. **Revista Diga-lá**, São Paulo, v. 6, n. 20, p. 22 – 9, 2001.
- D'AMBRÓSIO, U. **Transdisciplinaridade**. São Paulo: Palas Athenas, 2001. 176p.
- DEBIASI, H. ; SCHLLOSSER, J. F. ; WILLES, J. A. Acidentes de trabalho envolvendo conjuntos tratorizados em propriedades rurais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 779-784, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br.>>. Acesso em: 28 jan. 2006.
- DORFLES, G. **O design industrial e a sua estética**. São Paulo: Martins Fontes, 1984. 145p.
- DUARTE, F. ; FIGUEIREDO, M. G. ; TELLES, A. L. C. A ergonomia no projeto do produto. **Estudos em design**, Rio de Janeiro, v.2, n.2, p.11-8, 1994.
- GADANHA JUNIOR, C. D. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo: IPT, 1991. 468 p.
- GUILLEVIC, C. **Psychologie du travail**. Paris: Nathan, 1991. 255p.
- ROZIN, D. **Conformidade do posto de operação de tratores agrícolas nacionais com normas de ergonomia e segurança**. 2004. 187p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- SCHLOSSER, J. F. **Tratores agrícolas**. Santa Maria: UFSM, 1998. 64 p.
- SCHLOSSER, J. F. ; DEBIASI, H. ; PARCIANELLO, G. Caracterização dos acidentes com tratores agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 977-981, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br.>>. Acesso em: 25 jan. 2006.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 335 p.
- TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 1990. 112 p.

TEIXEIRA, M. P. ; FREITAS, R. M. V. Acidentes de trabalho rural no interior paulista. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 17, n. 2, p.81-90, 2003. Disponível em:

<<http://www.seade.gov.br/produtos>>. Acesso em: 25 jun. 2005.

WISNER, A. Ergonomics in developing countries. **Ergonomics: human factors in work, machine control and equipment design**, London, v. 28, n. 7, p.1213-1224, 1985.

YANAI, K. et al. Desempenho operacional de trator com e sem o acionamento de tração dianteira auxiliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 8, p. 1427-1434, 1999.

C) Indicadores do Sistema Produtivo (entrevista, desenhos, consulta dados da empresa)

1. Existem absenteísmos? Faltas.
2. Nesta produção (função) qual o tempo de emprego?
3. Teve no decorrer do tempo em que vc executa esta função uma evolução da produção ou da produtividade, por que?
4. Quais os turnos?

D) Estudo dos Fatores de Produção (entrevistas, computação gráfica)

1. Quais os produtos gerados (o que resulta este trabalho)?
2. Quais as tecnologias usadas?
3. Existe uma organização de trabalho? Qual?
4. Existe um planejamento da produção? Qual?
5. Existem postos de trabalho? Quais?
6. Existe uma metodologia de trabalho? Qual?

Questionário elaborado com o objetivo de investigar os operadores quanto à relação dos assentos e o conforto das máquinas agrícolas.

Perguntas	(S) = sim	(N) = não
O assento é confortável?		
O assento tem revestimento macio?		
O assento transmite calor para as nádegas e pernas?		
O encosto do assento durante o trabalho é usado?		
O senhor usa as regulagens, quando tem, do assento e do encosto?		
O senhor apóia os braços nos braços do assento durante o trabalho?		
Durante o trabalho o senhor sente algum tipo de desconforto no assento?		
Durante o trabalho sente alguma dor? Se sim, em que local?		
Após o trabalho o senhor sente algum tipo de dor? Se sim, em qual local?		

APÊNDICE 2

Tabela do cálculo estatístico do “teste t” com as medidas antropométricas dos oito operadores de oito tratores e duas colhedoras agrícolas.

Partes do Corpo	Alemão	Operadores	Desvio Padrão	“t” calculado
1. Estatura (em centímetros)	174	172,12	7,04	-0,76
8. Altura do alto da cabeça (sujeito sentado)	920	900,25	36,87	-1,52
9. Altura dos olhos (sujeito sentado)	800	781,37	32,22	-1,64
11. Altura dos cotovelos (sujeito sentado)	235	223,62	9,42	-3,42
12. Espessura das coxas	150	148,00	6,26	-0,90
13. Comprimento das nádegas - joelhos	600	588,50	23,96	-1,36
14. Comprimento das nádegas - dobra interna do joelho	495	482,00	19,75	-1,86
15. Altura dos joelhos	545	535,25	21,89	-1,26
16. Altura da dobra interna do joelho	455	428,50	17,65	-4,25
17. Largura dos ombros (deltóide)	465	440,50	17,99	-3,85
18. Largura dos ombros (crista da omoplata)	400	394,12	16,26	-1,02
19. Largura dos quadris	350	349,25	14,08	-0,15
24. Comprimento dos braços	785	792,75	32,71	0,67
35. Altura de pega (sentado)	125	125,62	4,90	0,36

Tabela do cálculo estatístico do teste “t” para ruídos produzidos com o motor em baixa rotação.

Posição	Média	Desvio Padrão	“t” calculado
790mm acima em relação ao PRA	78,20	2,53	-8,49
150mm à frente em relação ao PRA	79,70	2,26	-7,41
200mm na lateral em relação ao PRA	79,40	2,22	-7,97

Tabela do cálculo estatístico do teste “t” para ruídos produzidos com o motor em média rotação.

Posição	Média	Desvio Padrão	“t” calculado
790mm acima em relação ao PRA	88,50	4,95	2,23
150mm à frente em relação ao PRA	90,10	5,28	3,05
200mm na lateral em relação ao PRA	89,80	5,12	2,96

Tabela do cálculo estatístico do teste “t” para ruídos produzidos com o motor em rotação de serviço em movimento.

Posição	Média	Desvio padrão	“t” calculado
790mm acima em relação ao PRA	94,90	1,85	16,91
150mm à frente em relação ao PRA	95,50	1,90	17,46
200mm na lateral em relação ao PRA	95,50	1,90	17,46

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)