

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

**“AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DOS CONTROLES E MOSTRADORES
DO POSTO DE TRABALHO DO OPERADOR DE TRATORES”**

ANDRÉ LUIS DA SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP

Janeiro – 2006

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

**“AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DOS CONTROLES E MOSTRADORES
DO POSTO DE TRABALHO DO OPERADOR DE TRATORES”**

ANDRÉ LUIS DA SILVA

Orientador: PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

Co-Orientador: PROF. DR. MÁRIO MORIO ISA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP

Janeiro – 2006

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

Silva, André Luis da, 1973-
S586a Avaliação ergonômica dos controles e mostradores do posto de trabalho do
operador de tratores / André Luis da Silva. - Botucatu, [s.n.], 2006.
xvi, 137 f. : il. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade
de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2005

Orientador: João Eduardo Guarnetti dos Santos

Co-Orientador: Mário Morio Isa

Inclui bibliografia

1. Ergonomia. 2. Tratores agrícolas. 3. Máquinas agrícola-las. 4. Trabalho. I.
Santos, José Eduardo Guarnetti dos. II. Isa, Mário Morio. III. Universidade
Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade
de Ciências Agronômicas. IV. Título.

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

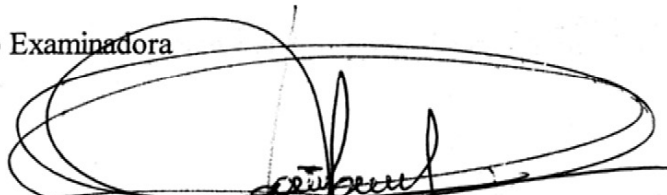
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DOS CONTROLES E MOSTRADORES DO
POSTO DE TRABALHO DO OPERADOR DE TRATORES"**

ALUNO: ANDRÉ LUIS DA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

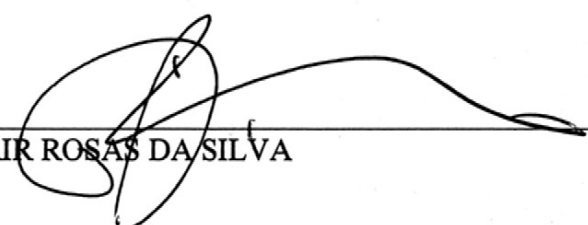
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS



PROF. DR. JOÃO CÂNDIDO FERNANDES



DR. JAIR ROSAS DA SILVA

Data da Realização: 25 de janeiro de 2006.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus,
À minha família, aos meus
pais Silvério da Silva e
Maria Salete da Silva, e
minha esposa Alexandra Oliveira
por terem me apoiado em
todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A minha esposa Alexsandra, pela paciência, amor e colaboração nos momentos mais difíceis desta trajetória.

Aos meus pais, Silvério e Salete por acreditarem em mim, e sempre me apoiarem tanto financeiramente como moralmente, me instruindo no caminho correto a seguir.

Aos meus irmãos Ana Paula, Ana Carolina e Adolfo, minha cunhada Marizana e minha sobrinha Amanda, por me agüentar nos momentos de empolgação e por me apoiarem nos momentos de dificuldade.

A grande família Oliveira que me acolheu como um filho em sua casa, não só na alimentação, mas com o apoio que precisei, ao Sr. Ariovaldo meu sogro, Dna. Zilda minha sogra, meus cunhados Kátia e Júnior.

A Cristiane Affonso e Davi, pela amizade, apoio e pelos bons momentos nas viagens.

A Rejane e Maria Tereza, Dani, Cibele e Flávia, super amigas, que me apoiaram desde o início desta jornada e me auxiliaram nos momentos difíceis.

Aos professores do Departamento de Design, pelo apoio e compreensão neste período.

Aos amigos da Secretaria do CECA e Dna. Graça, que me auxiliaram na realização deste trabalho.

Ao amigo Prof. Dr. Otávio Jorge Grigoli Abi-Saab e aos alunos e funcionários da UEL, que me auxiliaram na pesquisa.

Ao meu amigo Ademilson Coneglian (Macatuba), pelos bons momentos, pelas pizzas na janta e pelo apoio.

Ao meus orientadores e amigos, Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos e Prof. Dr. Mário Morio Isa, pela orientação e por acreditar em mim e neste trabalho.

Aos membros da banca, Prof. Dr. João Cândido Fernandes, Prof. Dr. Marcos Roberto Bormio e Dr. Jair Rosas da Silva, pelas sugestões que enriqueceram este trabalho.

A todos da FCA - Unesp de Botucatu, pela colaboração e a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO.....	1
2 INTRODUÇÃO	3
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3.1 Histórico do trator.....	6
3.2 Energia humana	8
3.3 Ergonomia	10
3.4 Posto de trabalho	16
3.5 Antropometria.....	27
3.6 Biomecânica	30
3.7 Controles e manejos	39
3.8 Dispositivos de informação	52
3.8.1 Cores e contrastes	54
3.9 Sistema CAD	56
3.10 Normas	60
4 MATERIAL E MÉTODOS	63
4.1 Material.....	63
4.1.1 Tratores utilizados para avaliação	63
4.1.2 Operadores.....	66
4.1.3 Ambiente de coleta de dados para a pesquisa.....	67
4.1.4 Equipamentos	67
4.2 Métodos	67
4.2.1 Metodologia para a avaliação do posto de trabalho.	67
4.2.2 Levantamento de dados	69
4.2.2.1. Obtenção das Medidas do Posicionamento dos Controles e Mostradores do Posto de Trabalho.....	70
4.2.3 Avaliação Ergonômica	71
4.2.4 Pesquisa de opinião	72
4.2.4.1. Introdução à pesquisa.....	72

4.2.5 Análise estatística dos dados da pesquisa com o operador.....	73
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
5.1.1 Trator modelo New Holland 7630.....	75
5.1.2 Trator modelo Massey Ferguson 292	79
5.1.3 Trator modelo Valtra BM 100.....	83
5.1.4 Trator modelo John Deere 6405	87
5.2 Controles.....	91
5.2.1 Avaliação do controle do interruptor de partida.....	91
5.2.2 Avaliação do controle da partida a frio	91
5.2.3 Avaliação do controle de tração	92
5.2.4 Avaliação do controle de redução de marcha.....	93
5.2.5 Avaliação do controle da tomada de força.	94
5.2.6 Avaliação do controle da velocidade da tomada de força	96
5.2.7 Avaliação do controle do controle remoto 1	96
5.2.8 Avaliação do controle do controle remoto 2	97
5.2.9 Avaliação do controle da alavanca de profundidade	98
5.2.10 Avaliação do controle de levantar e abaixar o implemento agrícola.....	99
5.2.11 Avaliação do controle do limitador de altura	100
5.2.12 Avaliação do controle da velocidade de descida do implemento	101
5.2.13 Avaliação do controle do limitador de curso.....	102
5.2.14 Avaliação do controle do seletor de sensibilidade.....	102
5.2.15 Avaliação do controle do bloqueio do diferencial.....	103
5.2.16 Avaliação do controle do acelerador manual	104
5.2.17 Avaliação do controle do acelerador de pé.....	104
5.2.18 Avaliação do controle do freio	105
5.2.19 Avaliação do controle da embreagem	106
5.2.20 Avaliação do controle do freio de estacionamento.....	106
5.2.21 Avaliação do controle da alavanca de mudança/câmbio	108
5.2.22 Avaliação do controle da alavanca alta e baixa/grupos.....	109
5.2.23 Avaliação do controle da alavanca de regime ou reversor	109
5.2.24 Avaliação do controle da luzes/farol	110

5.2.25 Avaliação do controle da luzes/farol – alta e baixa	111
5.2.26 Avaliação do controle do volante	111
5.2.27 Avaliação do controle do botão de alerta	112
5.2.28 Avaliação do controle da alavanca de seta	112
5.2.29 Avaliação do controle da buzina	113
5.2.30 Avaliação do controle da regulagem da inclinação do volante	113
5.3 Mostradores	114
5.3.1 Avaliação do mostrador do conta-giros	114
5.3.2 Avaliação do mostrador do marcador de combustível	115
5.3.3 Avaliação do mostrador do horímetro	116
5.3.4 Avaliação do mostrador da temperatura da água	116
5.3.5 Avaliação do mostrador de pressão de óleo	117
5.3.6 Avaliação do mostrador da carga do alternador	118
5.3.7 Avaliação do mostrador do indicador do bloqueio do diferencial	119
5.3.8 Avaliação do mostrador do indicador de obstrução do filtro de ar	119
5.3.9 Avaliação do mostrador do indicador da tomada de força ligada	120
5.4 Resultado da Pesquisa	120
5.4.1 Pergunta 1	120
5.4.2 Pergunta 2	121
5.4.3 Pergunta 3	122
5.4.4 Pergunta 4	122
5.4.5 Pergunta 5	123
5.4.6 Pergunta 6	124
5.4.7 Pergunta 7	125
5.4.8 Pergunta 8	125
5.4.9 Pergunta 9	126
5.4.10 Pergunta 10	127
5.4.11 Pergunta 11	128
5.4.12 Pergunta 12	128
5.4.13 Pergunta 13	129
5.4.14 Pergunta 14	130

5.5 Análise dos resultados	131
6 CONCLUSÃO.....	132
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Máquina a vapor ano 1869.	7
Figura 2 - Auto-arado de Hackney ano 1912.	7
Figura 3 - Representação esquemática das principais funções do metabolismo humano.	9
Figura 4 - Exemplos de gastos energéticos (kcal/min) em algumas tarefas típicas.	10
Figura 5 - Quadro correspondente aos procedimentos de pesquisa em ergonomia e as etapas da análise ergonômica de uma situação de trabalho.	16
Figura 6 - Diagrama homem-máquina.....	17
Figura 7 - Redesign do posto de trabalho.....	18
Figura 8 - Substituição do arado de tração animal, pelo trator.....	19
Figura 9 - Tratorista ideal.....	20
Figura 10 - Dimensões recomendadas para o posto de trabalho sentado.....	21
Figura 11 - Zonas de alcances preferenciais e máximos para a posição sentado.....	22
Figura 12 - Espaço de apreensão horizontal no plano sagital.....	22
Figura 13 - Alcances verticais máximos, abrangendo 99% da população dos Estados Unidos, referente ao homem.....	23
Figura 13 - Alcances horizontais máximos, abrangendo 99% da população dos Estados Unidos, referente ao homem.....	24
Figura 14 - Área ótima e máxima para controles ativados com os pés.....	25
Figura 14 - Postura das mãos e cotovelos em relação ao corpo.....	26
Figura 15 - Postura das mãos e cotovelos em relação ao ombro.....	26
Figura 16 - Linha normal de visão.....	27
Figura 17 - Os músculos opera em condições desfavoráveis de irrigação sanguínea durante o trabalho estático, com a demanda superando o suprimento, enquanto há equilíbrio entre a demanda e o suprimento durante o repouso e o trabalho dinâmico.....	32
Figura 18 - Estrutura dos ossos da bacia – visão da tuberosidade isquiática.....	33
Figura 19 - Os músculos funcionam sempre em pares, de modo que, quando um deles se contrai, o seu antagonista se distende. Esse mecanismo torna possível realizar movimentos musculares suaves.....	34
Figura 20 - Representação dos principais movimentos relacionados ao antebraço e mão.....	34

Figura 21 - Representação dos principais movimentos relacionados à mão	35
Figura 22 - Movimento de circundução	35
Figura 23 - Movimentos de flexão, extensão e hiperextensão.	36
Figura 24 - Movimentos de dorsiflexão e flexão plantar.....	37
Figura 25 - Movimentos de abdução e adução.....	37
Figura 26 - Movimentos de eversão e inversão.....	38
Figura 27 - Movimentos de rotação da perna.	38
Figura 28 - Figura dos princípios da associação dos movimentos de mostradores com os dos controles.....	41
Figura 29 - Exemplos de botões de pressão.	44
Figura 30 - Interruptor de alavanca.	45
Figura 31 - Exemplos de alavancas.	46
Figura 32 - Exemplos de botões rotativos, “track ball”, empunhadura e “joystick”.....	47
Figura 33 - Exemplos de manivelas, volantes e roda cruz.	47
Figura 34 - Exemplos de pedais.	48
Figura 35 - Exemplos para prevenção de acidentes no uso de controles.	49
Figura 36 – Exemplos de manejo fino e grosseiro.	50
Figura 37 - Forma adequada de pega.	51
Figura 38 - Exemplos de mostradores quantitativos.	52
Figura 39 - Exemplos de mostradores qualitativos.	53
Figura 40 - Etapas do sistema CAD.	58
Figura 41 - Projeto de trator fabricado pela AGCO.	59
Figura 42 - Acomodação do assento do operador, vista lateral.....	61
Figura 43 - Acomodação do assento do operador, vista superior.....	61
Figura 44 - Posição do pedal em relação ao SIP	62
Figura 45 - Trator New Holland 7630.....	64
Figura 46 - Trator Massey Ferguson 292.	65
Figura 49 - Exemplo da obtenção das coordenadas.	70
Figura 50 - Zona de alcance recomendada no plano sagital para os membros superiores e inferiores do operador no posto de trabalho do trator New Holland 7630, segundo McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).	75

Figura 51 - Espaço do plano sagital vertical para os membros superiores e linha normal de visão do operador no posto de trabalho do trator New Holland 7630, segundo Grandjean (1998).....76

Figura 52 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital horizontal e área útil para controles ativados com os pés do operador no posto de trabalho do trator New Holland 7630, segundo Iida (2000), McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).....77

Figura 53 - Zona de alcance para o plano sagital horizontal para membros superiores do operador no posto de trabalho do trator New Holland 7630, segundo Grandjean (1998).....78

Figura 54 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital para os membros superiores e inferiores do operador no posto de trabalho do trator Massey Ferguson 292, segundo McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).....79

Figura 55 - Espaço do plano sagital vertical para os membros superiores e linha normal de visão do operador no posto de trabalho do trator Massey Ferguson 292, segundo Grandjean (1998).....80

Figura 56 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital horizontal e área útil para controles ativados com os pés do operador no posto de trabalho do trator Massey Ferguson 292, segundo Iida (2000), McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).....81

Figura 57 - Zona de alcance plano sagital horizontal para membros superiores do operador no posto de trabalho do trator Massey Ferguson 292, segundo Grandjean (1998). ..82

Figura 58 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital para os membros superiores e inferiores do operador no posto de trabalho do trator Valtra BM 100, segundo McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).83

Figura 59 - Espaço do plano sagital vertical para os membros superiores e linha normal de visão do operador no posto de trabalho do trator Valtra BM 100, segundo Grandjean (1998).....84

Figura 60 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital horizontal e área útil para controles ativados com os pés do operador no posto de trabalho do trator Valtra BM 100, segundo Iida (2000), McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001)..85

Figura 61 - Zona de alcance para o plano sagital horizontal para membros superiores do operador no posto de trabalho do trator Valtra BM 100, segundo Grandjean (1998).....	86
Figura 62 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital para os membros superiores e inferiores do operador no posto de trabalho do trator John Deere 6405, segundo McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).	87
Figura 63 - Espaço do plano sagital vertical para os membros superiores e linha normal de visão do operador no posto de trabalho do trator John Deere 6405, segundo Grandjean (1998).....	88
Figura 64 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital horizontal e área útil para controles ativados com os pés do operador no posto de trabalho do trator John Deere 6405, segundo Iida (2000), McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).	89
Figura 65 - Zona de alcance para o plano sagital horizontal para membros superiores do operador no posto de trabalho do trator John Deere 6405, segundo Grandjean (1998).....	90

LISTA DE TABELAS**Página**

Tabela 1 - Variáveis antropométricas do posto de trabalho.	29
Tabela 2 – Distribuição percentual do peso de partes do corpo.	32
Tabela 3 - Localização das dores no corpo.....	33
Tabela 4 - Variáveis antropométricas da biomecânica.	39
Tabela 5 - Tabela dos princípios de economia de movimentos.....	39
Tabela 6 - Distâncias entre controles vizinhos.	42
Tabela 7 - Resistências dos controles.	43
Tabela 8 - Botões de pressão para dedos e mãos.....	44
Tabela 9 - Interruptores de alavanca.....	44
Tabela 10 - Alavanca de mão.	45
Tabela 11 - Botões e interruptores giratórios.	46
Tabela 12 - Pedais.	48
Tabela 12 - Dimensões mínimas de graduação.	54
Tabela 13 - Características do homem e do computador.	57
Tabela 14 - Variáveis utilizadas na pesquisa.....	69
Tabela 15 - Numeração dos comandos e mostradores.	71
Tabela 16 - Comando nº 1.Interruptor de partida.....	91
Tabela 17 - Comando nº 2.Partida a frio	91
Tabela 18 - Comando nº 3.Tração	92
Tabela 19 - Comando nº 4. Redução de marcha.....	93
Tabela 20 - Comando nº 5.Tomada de força (TDP/TDF)	94
Tabela 21 - Comando nº 6.Velocidade da tomada de força (TDP/TDF)	96
Tabela 22 - Comando nº 7.Controle remoto1 (para acionamento de implementos agrícolas) ..	96
Tabela 23 - Comando nº 8.Controle remoto2 (para acionamento de implementos agrícolas) ..	97
Tabela 24 - Comando nº 9.Alavanca de profundidade (descida de implementos agrícolas)	98
Tabela 25 - Comando nº 10.Controle de levantar e abaixar o implementos agrícolas.....	99
Tabela 26 - Comando nº 11.Limitador de altura (limita o implemento a determinada elevação)	100

Tabela 27 - Comando nº 12.Velocidade da descida do implemento (regula a velocidade que o implemento desce em relação ao solo).....	101
Tabela 28 - Comando nº 13.Limitador de curso (para manter sempre a mesma profundidade)	102
Tabela 29 - Comando nº 14.Seletor de sensibilidade (regula a profundidade do implemento em relação às condições do solo)	102
Tabela 30 - Comando nº 15.Bloqueio do diferencial (mantém as rodas traseiras na mesma velocidade).....	103
Tabela 31 - Comando nº 16.Acelerador manual.....	104
Tabela 32 - Comando nº 17.Acelerador de pé.....	104
Tabela 33 - Comando nº 18.Freio.....	105
Tabela 34 - Comando nº 19.Embreagem.....	106
Tabela 35 - Comando nº 20.Freio de estacionamento	106
Tabela 36 - Comando nº 21.Alavanca de mudança/câmbio.....	108
Tabela 37 - Comando nº 22.Alavanca alta e baixa/grupos.....	109
Tabela 38 - Comando nº 23.Alavanca de regime ou reversor.	109
Tabela 39 - Comando nº 24.Luzes/Farol	110
Tabela 40 - Comando nº 25.Luzes/Farol – alta e baixa.....	111
Tabela 41 - Comando nº 26.Volante	111
Tabela 42 - Comando nº 27.Botão do alerta.....	112
Tabela 43 - Comando nº 28.Alavanca de seta	112
Tabela 44 - Comando nº 29.Buzina.....	113
Tabela 45 - Comando nº 30.Regulagem da inclinação do volante.....	113
Tabela 46 - Mostrador nº 31.Conta-giros	114
Tabela 47 - Mostrador nº 32.Marcador de combustível	115
Tabela 48 - Mostrador nº 33.Horimetro	116
Tabela 49 - Mostrador nº 34.Temperatura da água	116
Tabela 50 - Mostrador nº 35.Pressão do óleo	117
Tabela 51 - Mostrador nº 36.Carga do alternador	118
Tabela 52 - Mostrador nº 37.Indicador do bloqueio do diferencial.....	119
Tabela 53 - Mostrador nº 38.Indicador de obstrução do filtro de ar.....	119

Tabela 54 - Mostrador nº 39. Indicador da tomada de força ligada.	120
Tabela 55 - Distribuição dos entrevistados, segundo trator utilizado no trabalho.	120
Tabela 56 - Pergunta 2. Quantas horas diárias você trabalha com o trator?.....	121
Tabela 57 - Pergunta 3. Já acionou algum comando acidentalmente?	122
Tabela 58 - Pergunta 4. Qual?	122
Tabela 59 - Pergunta 5. Você conhece todos comandos do trator?.....	123
Tabela 60 - Pergunta 6. Cite o comando que você utiliza com maior frequência?	124
Tabela 61 - Pergunta 7. A distância do comando selecionado acima, é adequada para o seu acionamento?	125
Tabela 62 - Pergunta 8. Você considera a pega de algum comando ruim?	125
Tabela 63 - Pergunta 9. Se a resposta for sim, qual o comando?	126
Tabela 64 - Pergunta 10. Existe dificuldade para a visualização do painel devido ao reflexo do sol?.....	127
Tabela 65 - Pergunta 11. A posição dos mostradores no painel é coerente com a sua importância?	128
Tabela 66 - Pergunta 12. É possível a visualização integral do painel?.....	128
Tabela 67 - Pergunta 13. Quais comandos que devem ser modificados?.....	129
Tabela 68 - Pergunta 14. Você teria alguma sugestão para melhorar o painel do trator utilizado?	130

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT -	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFAVEA -	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
AET -	Análise Ergonômica do Trabalho
AMN -	Associação Mercosul de Normalização
CAE -	Computer Aided Engineering
CAD -	Computer Aided Design
COPANT -	Comissão Pan-americana de Normas Técnicas
ISO -	International Standardization Organization
MT -	Ministério do Trabalho
NBR -	Norma Brasileira Regulamentadora
NR -	Norma Regulamentadora
TDP/TDF -	Tomada de força
SIP -	Ponto de Referência do Assento
CRM -	Company Resouce Management
N -	Newton
W -	Watt
cm -	Centímetro
kg -	Quilograma
kcal -	Quilocaloria
cv -	Cavalo-vapor

1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o posto de trabalho do operador de trator, utilizando dados antropométricos do perfil do trabalhador brasileiro para a análise dos controles e mostradores que os compõem. Como objeto da pesquisa, foram utilizados os tratores com potência média de 73.550 W. Foi realizado um levantamento do estado da arte em publicações pertinentes ao assunto, englobando o fator histórico do trator, a ergonomia, energia humana, posto de trabalho, antropometria, biomecânica, controles e manejos, dispositivos de informação, cores e contrastes, sistema CAD e as normas utilizadas pelas empresas. Utilizando a metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), foi executada uma avaliação dos controles e mostradores do posto de trabalho dos tratores, considerando-se seus diferenciais ergonômicos; com esta triagem foi possível detectar os pontos positivos e negativos. Em seguida, efetivou-se um estudo estatístico com perguntas aos operadores de tratores, para verificar sua real necessidade confrontando-se as análises estatísticas dos questionários com a avaliação ergonômica. Os resultados desta avaliação demonstram que alguns controles e mostradores dos tratores avaliados possuem erros em relação à ergonomia e aos dados antropométricos da população brasileira, podendo este trabalho ser de grande valia para oferecer conforto ao operador de trator.

ERGONOMIC EVALUATION OF CONTROLS AND DISPLAYS CASES OF THE WORKSTATION OF THE OPERATOR OF TRACTORS. Botucatu, 2006. 137p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ANDRÉ LUIS DA SILVA

Advisor: PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

Co-Advisor: PROF. DR. MÁRIO MORIO ISA

SUMMARY

The objective of this work is evaluating the workstation of the tractor operator, using given anthropometrics of the Brazilian worker's profile for the analysis of the controls and displays cases that compose them. As object of the research, the tractors were used with medium potency of 73.550 W. The rising of the state of the art was accomplished in pertinent publications to the subject, including the historical factor of the tractor, the ergonomics, human energy, workstation, anthropometric, biomechanics, controls and handlings, devices of information, colors and contrasts, CAD system and the norms used by the companies. Using the methodology of the Analysis Ergonomic of the Work (AET), it was executed an evaluation of the controls and displays cases of the workstation of the tractors, being considered their differential ergonomic ones; with this selection it was possible to detect the positive and negative points. Soon afterwards, a statistical study was executed with questions to the operators of tractors, to verify his/her real need being confronted the statistical analysis of the questionnaires with the ergonomic evaluation. The results of this evaluation demonstrate that some controls and displays cases of the appraised tractors possess mistakes in relation to the ergonomics and to the data antropométricos of the Brazilian population, being able to this work to be valuable to offer comfort to the tractor operator.

Keywords: Ergonomics, work, agricultural tractors and agricultural machines.

2 INTRODUÇÃO

Sendo o Brasil uma das grandes potências na agricultura mundial e tendo sua área de plantio como uma das mais extensas, o trabalho manual na agricultura vem sendo cada vez mais substituído pela máquina. Neste contexto o trator inclui-se como uma importante fonte de potência disponível.

Segundo o anuário estatístico da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2005), desde 1960 o Brasil já produziu 1.337.223 de tratores de rodas, sendo que em 2004 a produção foi de 52.768. Sendo de grande utilidade para o agricultor, não só no trabalho agrícola, mas também como transporte de produtos e do operador em estradas ou nas ruas em pequenas cidades, deve-se considerar a importância de um estudo que possa avaliar esse veículo usado diariamente pelo trabalhador rural.

Arar, gradear, semear, adubar e pulverizar constituem algumas das tarefas que operador de trator executa. Este, além de conduzir o veículo, deve atentar não somente para o que ocorre à sua frente, como necessita de uma visualização constante do implemento que está sendo rebocado atrás do trator, sendo que em alguns casos pode ter de acionar algum comando no processo. Esta interface que o operador tem com o trator se dá por meio de controles, mostradores ou sinais sonoros, justificando, portanto, a importância da aplicação da ergonomia no desenvolvimento de um produto.

A ergonomia tende a harmonizar o processo da execução de uma determinada tarefa, conciliando a máquina com o homem, utilizando aspectos como a antropometria, psicologia, ambiente, biomecânica e a fisiologia humana, respeitando as características do homem para seu benefício.

A pesquisa delimitou-se no estudo de tratores com potência média de motor de 73.550 W, pois, segundo informações cedidas por fábricas e concessionárias, estão entre os mais vendidos em âmbito nacional. Apresenta, especificamente, a análise ergonômica do posto de trabalho do operador de trator, delimitando a área de estudos nos controles e mostradores, examinando o posicionamento, manejo, acionamento, tipos de controles, legibilidade, concordância e informações dos mesmos.

A partir de uma prévia análise dos tratores, percebeu-se que alguns possuem problemas em seus controles e mostradores, referentes às condições ergonômicas recomendadas, dentre os quais destacam-se:

- comandos posicionados entre as pernas do operador;
- falta de informação nos comandos;
- comandos posicionados fora do alcance do operador;
- falha na seqüência operacional dos controles e mostradores;
- números e símbolos dos mostradores parcialmente encobertos pelo ponteiro;
- falta de informação em alguns comandos quando acionados;
- comandos posicionados atrás da linha do ombro do operador;
- uso de controles inadequados para certos comandos;
- controles de difícil acionamento;
- falta de conhecimento dos comandos e mostradores dos tratores;
- falta de proteção em alguns comandos.

Tendo em vista os problemas acima relacionados, tem-se por objetivo geral avaliar o posto de trabalho do operador de trator.

E, por objetivo específico analisar os controles e mostradores que compõem o posto de trabalho, empregando os dados antropométricos específicos para o perfil do trabalhador brasileiro, confrontando-os com a norma NBR/NM/ISO 5353, utilizadas pelas

empresas de acordo com os dados ergonômicos.

Para obtenção dos dados que norteiam o trabalho, utilizou-se o embasamento teórico da análise ergonômica do trabalho (AET).

Realizou-se uma pesquisa com os operadores de tratores, sendo um total de sessenta e seis, os quais utilizam os modelos de tratores citados, pertencentes à região norte do Paraná, entre pequenos agricultores, funcionários públicos e estudantes universitários. Para a entrevista com o tratorista foi elaborado um questionário estruturado com quatorze perguntas fechadas, de caráter qualitativo e natureza exploratória, como vistas a elucidar os controles e mostradores do trator.

As propostas e idéias apresentadas neste trabalho poderão ser aproveitadas para oferecer conforto e tornar esta função menos cansativa, adequando a máquina ao homem. Para tanto, a união do projetista com a engenharia pode trazer benefícios ao homem.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HISTÓRICO DO TRATOR

Segundo o Houaiss e Villar (2001), a palavra trator origina-se do inglês tractor proveniente esta de *tractum* do verbo *trahere* do latim que significa puxar, arrastar. Ferreira (1999) define-o como “veículo motorizado que, deslocando-se sobre rodas ou esteiras de aço, é capaz de rebocar cargas ou de operar rebocando ou empurrando, equipamentos agrícolas, de terraplenagem, etc”.

A substituição da força animal pela força mecânica contribuiu para o homem aumentar a produtividade e subseqüentemente os lucros (MIALHE, 1996).

Conforme Early (2002) demonstra na Figura 1, o precursor do trator moderno. Foi uma máquina de 8 cv usada para debulhar. Esta máquina a vapor era puxada por cavalo no local de trabalho.



Figura 1 - Máquina a vapor ano 1869.
Fonte: Historylink (2004).

Com a concepção do motor de combustão interna, utilizou-se a correia do debulhador nas rodas, assim foi possível arar os campos mais facilmente. Pode-se visualizar isso no modelo Hackney, conforma mostra a Figura 2.



Figura 2 - Auto-arado de Hackney ano 1912.
Fonte: Historylink (2004).

Segundo Wandel et al. (1985, apud MIALHE 1996) em 1908, em Winnipeg (Canadá), começaram a ser realizados os primeiros testes em tratores a vapor e a gasolina, em relação ao desempenho em aração e em tração.

Uma das primeiras empresas a produzir tratores em larga escala foi a

Fordson, começando em 1916. Seus tratores aravam a uma velocidade de 4,5 km/h. O combustível era querosene e tinha a capacidade de arar 3,23 hectares com um tanque de combustível (MIALHE, 1996).

Com a evolução da humanidade, essa máquina agrícola não poderia ficar estagnada, e foi através da busca de um melhor desempenho da máquina e visando o conforto dos usuários que as empresas atuais desenvolveram e continuam pesquisando novas tecnologias para o projeto dos tratores (MIALHE, 1996).

3.2 Energia humana

A energia humana, conforme McCormick (1980), é proveniente da alimentação. Parte desta alimentação destina-se à constituição de tecidos e outra atua como combustível para o funcionamento do organismo, podendo o excesso ser acumulado como gordura. O estudo dos aspectos energéticos do corpo humano define-se por metabolismo. Para comparação do consumo de energia do homem, a medida se refere à kcal (quilocalorias), em que 1 kcal é a quantidade de energia necessária para que 1 litro de água eleve sua temperatura de 14° C para 15° C.

Segundo Grandjean (1998), quando um trabalho é realizado, há aumento considerável do consumo de energia e, quanto maior for à solicitação da musculatura, maior é o consumo. O autor ainda indica que nos países industrializados, grande quantidade de pessoas, executa o trabalho assentado, levando em consideração o seu tempo de transporte para o local de trabalho. Ele afirma que “o homem do século XX está no melhor caminho para tornar-se um animal sentado”.

O conhecimento do metabolismo humano, representado na Figura 3, demonstra a importância da transformação dos alimentos em energia, que está sendo utilizada nos músculos lisos (órgãos com movimentos involuntários) e músculos estriados ou esqueléticos (sob o controle consciente do homem) (IIDA, 2000).

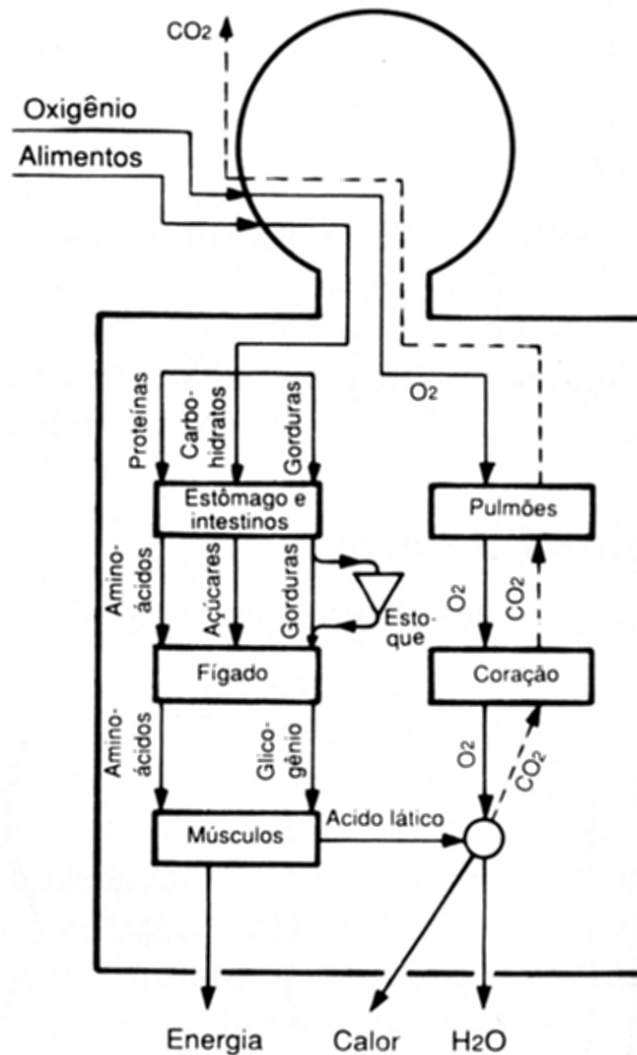


Figura 3 - Representação esquemática das principais funções do metabolismo humano.
Fonte: Iida (2000).

O corpo humano, mesmo em completo repouso, consome uma certa quantidade de energia denominada de metabolismo basal, a qual é o mínimo de energia para o corpo humano manter suas funções vitais. Essa energia é da ordem de 1.800 kcal/dia para homem e 1.600 kcal/dia para a mulher (IIDA, 2000).

Estudo feito por Passmore e Durin (1955) indica uma variação do consumo energético em relação ao sexo, massa corporal, idade e outros fatores, como o nível das atividades glandulares de cada indivíduo. Enquanto uma datilógrafa ou uma costureira consome 2300 kcal/dia, um estivador que transporta sacos consome cerca de 4.500 kcal/dia.

Em alguns casos esses gastos energéticos pode-se elevar para 5.000 kcal/dia ou até para 6.000 kcal/dia em um curto espaço de tempo, pois o organismo não é capaz de restituir tanta energia. Como demonstram na Figura 4, alguns trabalhos e seu consumo energético.

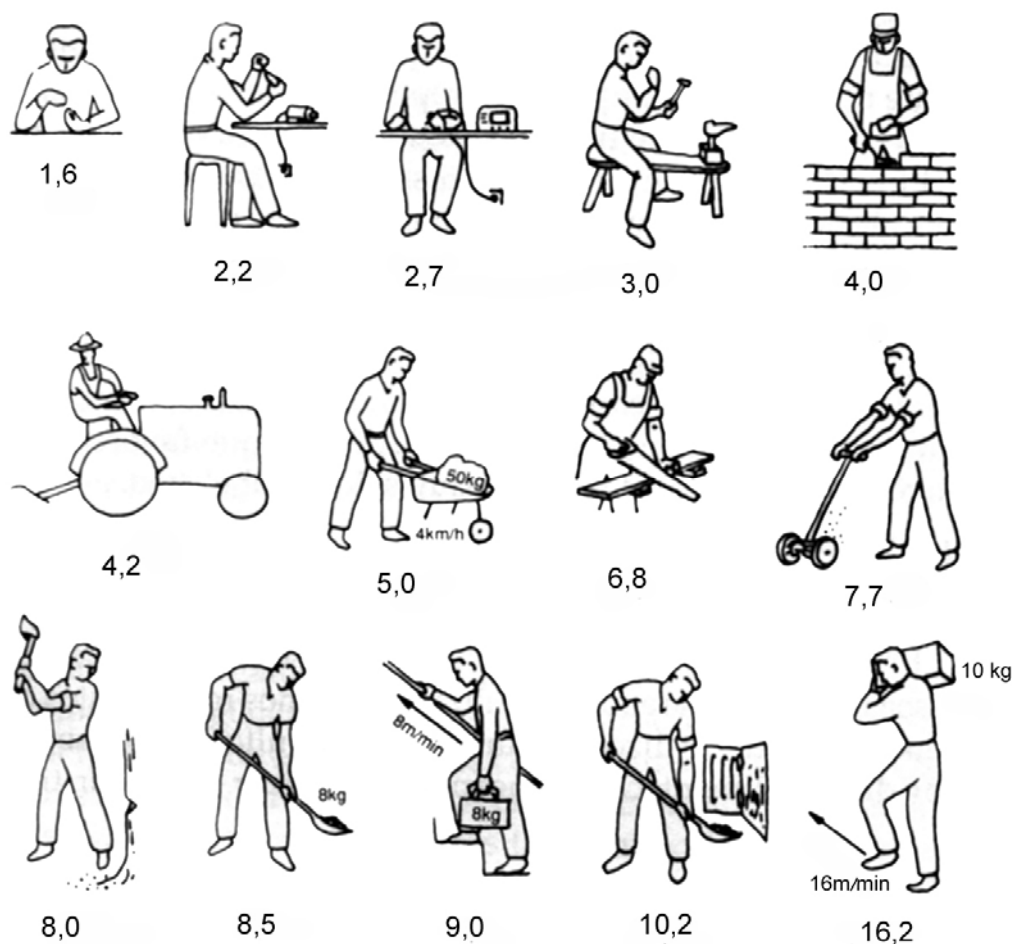


Figura 4 - Exemplos de gastos energéticos (kcal/min) em algumas tarefas típicas.
Fonte: Pasmore e Durin (1955).

3.3 Ergonomia

Segundo Dul e Weerdmeester (1995), a palavra ergonomia deriva-se do grego e tem como significado: ergon (trabalho) e nomos (leis), os Estados Unidos também se utiliza o termo *human factors* (fatores humanos).

A ergonomia, segundo Iida (2000), “... é o estudo da adaptação do

trabalho ao homem”. O termo trabalho tem um sentido um pouco mais amplo, não diz respeito só às máquinas e equipamentos, mas também entre a interação do homem com seu trabalho, sua interface com as máquinas e equipamentos, através de controles e mostradores.

De acordo com Pheasant (1997, apud MORAES e MONT’ ALVÃO, 2000), a “Ergonomia é a ciência que objetiva adaptar o trabalho ao trabalhador e o produto ao usuário”.

Segundo Vidal (2004), a prática da ergonomia visa alterar o sistema de trabalho ajustando a atividade existente às características, habilidades e restrições do homem em relação à execução, desempenho eficaz, cômodo e livre de perigo.

Para Dul e Weerdmeester (1995), a ergonomia tornou-se mais forte durante a Segunda Guerra Mundial, quando se iniciou a mobilização harmonizadora de várias tecnologias e ciências humanas, como a Fisiologia, Psicologia, Antropologia, Medicina e o esforço de engenheiros em prol do desenvolvimento bélico. A indústria aproveitou essa nova fusão de conhecimentos e de informações aplicando-os em sua linha de produção, que na seqüência trouxe conforto para a vida cotidiana.

Estando consolidada a ergonomia na indústria, nasce na Europa, em 1947, a *Ergonomics Research Society* e, dessa consolidação, surge a *Human Factors Engineering ou HFE*, que segue a prática da Ergonomia em uso civil, segundo relato de Vidal (2004).

Com a utilização da ergonomia na atividade civil, Iida (2000) comenta que essa nova ciência deve ter como objetivo, aspectos do comportamento humano e outros fatores como, por exemplo:

- homem: características físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais do trabalhador, influência de sexo, idade, treinamento e motivação.
- máquina: todas as ajudas materiais que o homem utiliza no seu trabalho, englobando equipamentos, ferramentas, mobiliário e instalações.
- ambiente: as características físicas que envolvem o homem durante o trabalho, como temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, gases e outros.

- informação: as comunicações existentes entre os elementos de um sistema, a transmissão de informações, o processamento e a tomada de decisões.
- organização: a conjunção dos elementos acima citados no sistema produtivo, incluindo-se aspectos como horários, turnos de trabalho e formação de equipes.
- conseqüências do trabalho: as questões de controle como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga e “strees”.

Para Leplat (1996), o propósito para a ergonomia é que um dos pontos principais é a gestão da complexidade que visa reduzir este fator no modo de trabalho, para que o trabalhador possa melhor predominar, sendo que para ele constitui dois fundamentos importantes na situação de trabalho, a alteração de tarefa ou a mudança do operador.

Em reunião, o International Ergonomics Association (2004) caracterizando uma abordagem física, cognitiva, social, organizacional, ambiental e outros aspectos, distingue a ergonomia em:

- ergonomia física: relacionada às características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação com a atividade física. São relevantes a postura no trabalho, o manuseio de materiais, os movimentos repetitivos, os distúrbios músculoesqueléticos relacionados ao trabalho, o projeto de postos de trabalho, a segurança e a saúde.
- ergonomia cognitiva: relacionada aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, conforme afetam interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Sendo relevantes a carga mental de trabalho, tomada de decisão, performance especializada, interação entre homem e computador, stress e treinamento conforme estes se relacionam aos projetos que envolvem seres humanos e sistemas.
- ergonomia organizacional: relacionada à otimização dos sistemas sócio-técnicos, com suas estruturas organizacionais, políticas e processos. Os tópicos relevantes incluem comunicações, gerenciamento de recursos de tripulações (CRM - domínio aeronáutico), projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto

participativo, ergonomia comunitária e trabalho cooperativo, novos paradigmas do trabalho, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade.

Santos (2004) entende que o ser humano é antropocêntrico na visão da ergonomia e que por isso deve executar mudanças no meio organizacional e produtivo em relação à qualidade do trabalho, requerendo-se a participação do trabalhador e a sua valorização. O mesmo autor afirma que a ergonomia se entende de três maneiras.

Quanto à abrangência:

- ergonomia de posto de trabalho: abordagem microergonômica;
- ergonomia de sistemas de produção: abordagem macroergonômica.

Quanto à contribuição:

- ergonomia de concepção: é a aplicação de normas e especificações ergonômicas em projeto de ferramentas e postos de trabalho, antes de sua implantação;
- ergonomia de correção: é a modificação de situações de trabalho já existentes. Portanto, o estudo ergonômico só é feito após a implantação do posto de trabalho;
- ergonomia de arranjo físico: é a melhoria de sequências e fluxos de produção, através da mudança de leiaute das plantas industriais (por exemplo: mudança de um leiaute por processo por outro de produto);
- ergonomia de conscientização: é a capacitação das pessoas nos métodos e técnicas de avaliação ergonômica do trabalho.

Quanto à interdisciplinaridade:

- engenharia: é o projeto e a produção ergonomicamente corretos, capazes de garantir a segurança, a saúde e a eficácia do ser humano no trabalho;
- design: é a aplicação das normas e especificações ergonômicas no projeto e design de produtos;
- psicologia: recrutamento, treinamento e motivação do pessoal;
- medicina e enfermagem no trabalho: é a prevenção de acidentes e de doenças no trabalho;
- administração: gestão de recursos humanos, projetos e mudanças organizacionais.

No que diz respeito à abrangência descrita por Santos (2004), Iida (2000) expõe as abrangências das contribuições ergonômicas para o sistema e o posto de trabalho, as quais são:

- análise de sistemas: preocupa-se com o conjunto de uma equipe de trabalho, sendo utilizada uma ou mais máquinas, iniciando em aspectos mais abrangentes, como a repartição de tarefas entre o homem e a máquina, o ato de mecanizar tarefas e assim por diante. Examina se determinada tarefa cabe ao homem ou à máquina, analisando-se custo, confiabilidade, segurança e outros. Esta análise, para o seu coapreendimento, tende-se em se elevar gradativamente até atingir o nível de cada um dos postos de trabalho do sistema.
- análise dos postos de trabalho: é o estudo de uma parte do sistema na qual um trabalhador exerce sua atividade. Essa abordagem ergonômica do posto de trabalho é a análise da tarefa, da postura e dos movimentos do trabalhador e das suas exigências físicas e psicológicas. Imaginando-se um posto mais simples, onde o homem opera apenas uma máquina, a análise deve partir do estudo da interface entre homem e máquina, ou seja, da ação conjunta do homem, máquina e ambiente.

No Brasil, o Ministério do Trabalho (BRASIL, 2004), estabelece normas para o posto de trabalho, citado na NR 17 - Ergonomia (2004). O empregador deve aplicar as seguintes recomendações, conforme os subitens abaixo:

- 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 à própria organização do trabalho;
- 17.3.1. Sempre que o trabalho puder ser executado na posição sentada, o posto de trabalho deve ser planejado ou adaptado para esta posição.
- 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.

Para Chapanis (1972), deve-se definir as funções e tarefas dos operadores e dos equipamentos, pois com isso tem-se um dos resultados da análise do

sistema. O mesmo autor afirma que, para a divisão das funções, é necessário:

- definir os objetivos do sistema e as limitações dentro das quais ele deve funcionar;
- analisar as funções existentes ou prováveis;
- propor e experimentar várias soluções, tornando válidas as soluções obtidas.

Fialho e Santos (1997) recomendam, em primeira instância, definir qual a situação de trabalho a ser analisada e qual o aspecto relacionado ao 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, etc...

Segundo os mesmos autores, a análise ergonômica do trabalho consta de três fases: análise da demanda, análise da tarefa e análise das atividades, as quais devem ser conduzidas em uma seqüência, enfatizando-se a fase de diagnóstico, e de acordo com esta, permite-se a inserção de um caderno de recomendações ergonômicas.

A metodologia pedagógica divide-se em três áreas de conhecimento científico, relacionadas às etapas da análise ergonômica de uma situação de trabalho. Essas etapas obedecem a uma seqüência, o que não impede que possa haver uma seqüência alternativa, conforme Fialho e Santos (1997) representam na Figura 5.

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 homem em atividade de trabalho. 3. Questão de pesquisa.
2. Análise ergonômica da situação de trabalho.	4. Análise ergonômica da demanda: definição do problema (entrevista exploratória e problemática de 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 homem no trabalho (observação).
3. Síntese ergonômica da situação de trabalho.	7. Diagnóstico em ergonomia: a análise e tratamento dos dados (termos 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.
--	--

Figura 5 - Quadro correspondente aos procedimentos de pesquisa em ergonomia e as etapas da análise ergonômica de uma situação de trabalho.

Fonte: Fialho e Santos (1997).

3.4 Posto de trabalho

Para Laville (1977), o posto de trabalho faz parte da composição do sistema. A tarefa de um operador depende de tarefas realizadas por outros operadores; quando é necessário o trabalho em equipe exige que um operador execute outras tarefas em outros postos de trabalho. O mesmo autor afirma da contribuição da ergonomia, a qual tem como abrangência, o método da análise de um sistema.

A definição de sistema - homem - máquina, segundo Grandjean (1998), é “a relação de reciprocidade entre a máquina e o ser humano que a opera”. De acordo com Dul e Weerdmeester (1995), é a partir da comunicação entre estes elementos que se dá o processo de decisão, o qual tem-se tornado cada vez mais rápido.

Em consequência da evolução tecnológica, as máquinas se tornaram mais rápidas, precisas, confiáveis e “inteligentes” e, por isso, os operadores precisam ter maior conhecimento sobre os novos equipamentos, sobre seu trabalho e sobre o processo que está envolvido neste contexto (IIDA, 2000).

Para Grandjean (1998), o sistema insere o homem em um ciclo fechado entre o homem e a máquina, se cujas etapas são: perceber a indicação do mostrador na máquina (número 1), interpretar os dados (número 2), refletir para a tomada de decisão (número 3), executar uma tarefa de manuseio do controle (número 4), verificar no indicador do controle se a alteração feita está correta (número 5), observar a produção (número 6) e visualizar o resultado no mostrador da máquina (número 7), representada na Figura 6.

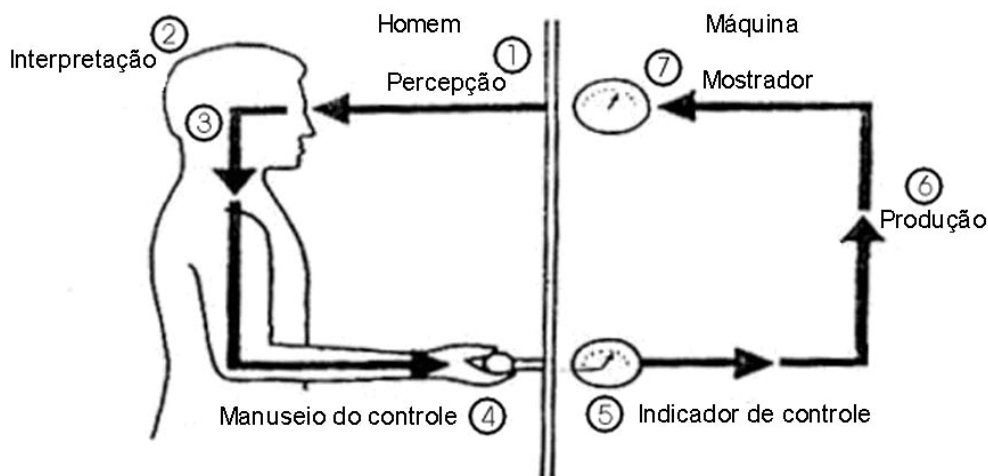


Figura 6 - Diagrama homem-máquina
Fonte: Grandjean (1998).

Segundo o mesmo autor, a análise da tarefa é fundamental para o conhecimento aprofundado das reais necessidades e dificuldades dos usuários que atuam em um determinado posto de trabalho.

Sell (1994), define trabalho como “tudo aquilo mediante o que o ser humano se mantém e se desenvolve juntamente com a sociedade, entre os limites estabelecidos por ela”. A mesma autora considera como bons postos de trabalho, em termos práticos:

- postos de trabalho ergonomicamente projetados, o que inclui bancadas, assentos, mesas, disposição e alocação de comandos, controles, dispositivos de informação e ferramentas fixas em bancadas;
- postos de trabalho, meios de produção, objetos de trabalho sem perigos mecânicos, físicos, químicos ou outros que representem riscos para as pessoas, isto é, sem partes móveis expostas, sem ferramentas cortantes acessíveis ao trabalhador, sem emissão de gases, vapores, poeiras nocivas, etc.

É possível ver o posto de trabalho sob dois enfoques, segundo Iida (2000): o tradicional e o ergonômico. O tradicional mantém os fundamentos da economia dos

movimentos, a qual é uma visão taylorista¹, já o enfoque ergonômico tende a desenvolver o posto de trabalho para reduzir as exigências biomecânicas, visando o conforto e um menor esforço físico do operador. Para isso deve-se projetar ou alterar um posto de trabalho adequado para as necessidades humanas, como é demonstrado na Figura 7.

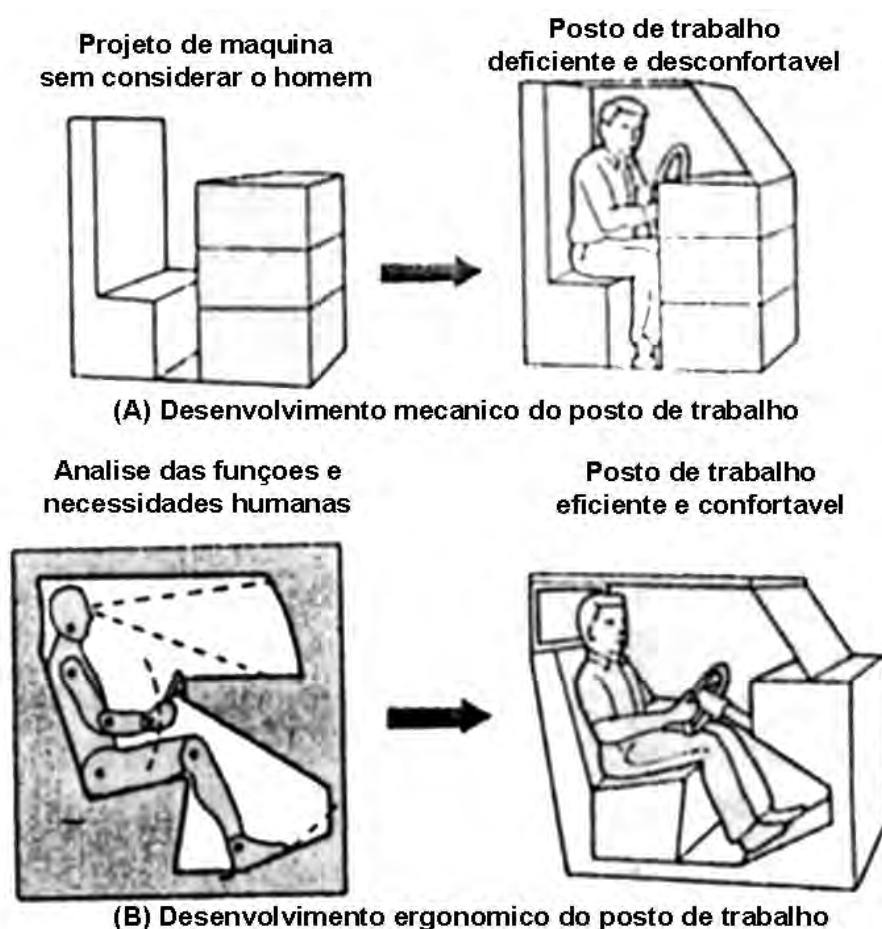


Figura 7 - Redesign do posto de trabalho.
Fonte: Damon et al. (1971, apud IIDA, 2000).

Para Montedo (2001), o agricultor fica á mercê de projetos mal elaborados sem que possa fazer valer a sua opinião, não obstante seja ele o indivíduo que tem o maior interesse e conhece a realidade de seu trabalho.

¹ Sistema de organização do trabalho derivado das idéias de Frederick Winslow Taylor (1856-1915), que recomendava a adoção de métodos e normas visando à maximização do rendimento da mão-de-obra, com base numa análise minuciosa de cada tarefa a ser executada (FERREIRA, 1999).

Estudos feitos por Pheasant e Harris (1982) analisaram o difícil trabalho do tratorista, que está sujeito a vários fatores como ruído, vibração, poeira, calor, intempéries e monotonia. No início, o homem utilizava o arado de tração animal, tendo a sua visão direcionada para a frente, no mesmo sentido da tarefa, conforme representado na Figura 8.

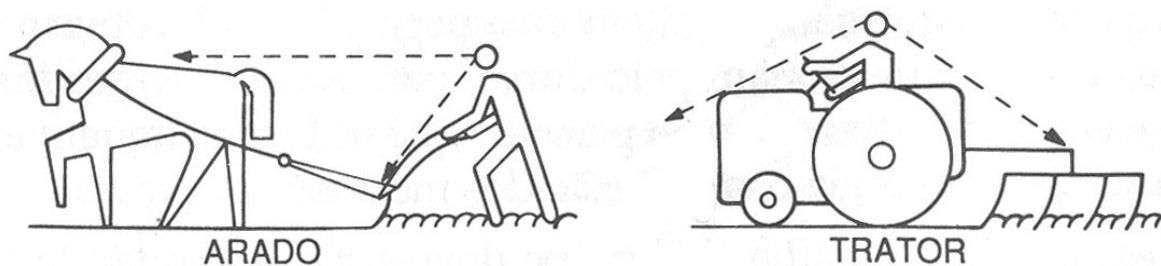


Figura 8 - Substituição do arado de tração animal, pelo trator.
Fonte: Iida (2000).

Essa substituição trouxe um grande problema ergonômico, para o tratorista, dependendo da tarefa executada, como, por exemplo, arar a terra, gradear, aspergir produtos químicos. O tratorista passa 40% a 60% de seu tempo com o olhar voltado para trás, verificando o implemento e tendo que dirigir o trator, com a sua visão para a frente. Essa situação exige do tratorista uma grande movimentação de cabeça e tronco, com tensão nos músculos lombares.

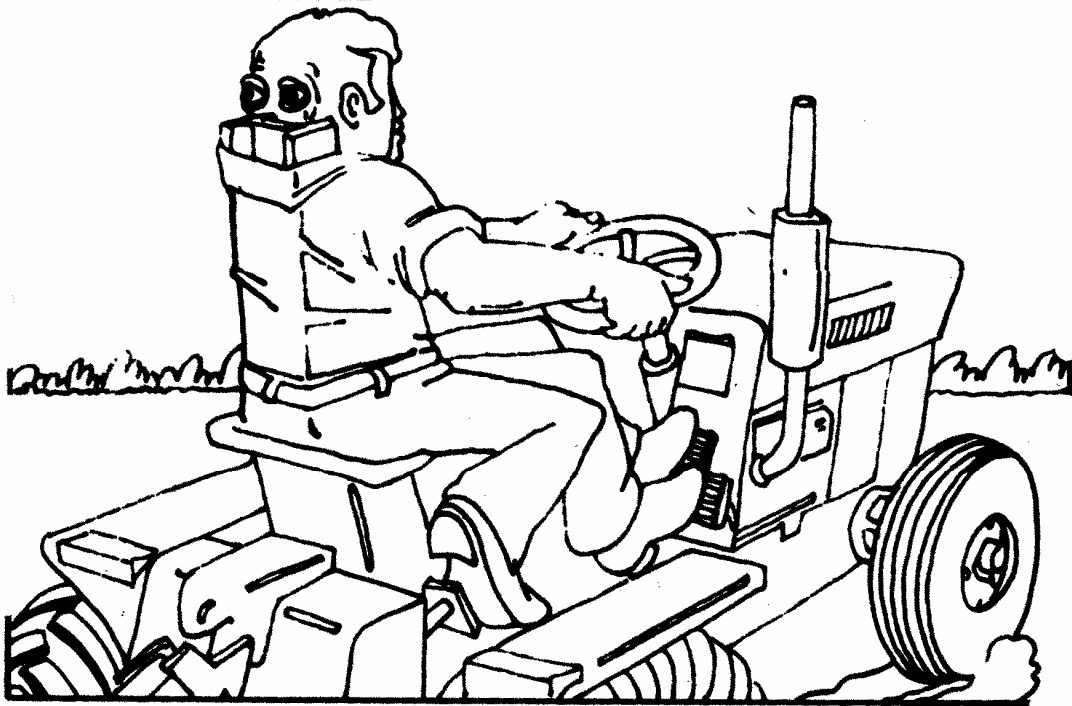


Figura 9 - Tratorista ideal.
Fonte: Pheasant e Harris (1982)

Para Pheasant e Harris (1982) o tratorista ideal, representado na Figura 9, deveria ter três pernas, dois olhos atrás da cabeça e uma coluna de ferro, apesar da evolução tecnológica, algumas destas recomendações para o agricultor ainda deve ser utilizada para alguns comandos.

Segundo Gomes et al. (2005), há uma grande falha em projetos agrícolas no que diz respeito a indicações ergonômicas individuais e as de ambiente de trabalho, que pode ocasionar acidentes ao trabalhador rural.

Para uma elaboração correta de um posto de trabalho é necessário verificar alguns aspectos, segundo Iida (2000), a saber:

- análise de tarefas: define tarefa como um conjunto de ações humanas que possibilitam um sistema atingir seus objetivos. A análise da tarefa divide-se em dois níveis: descrição da tarefa, que dá uma visão mais abrangente do que é executado no posto de trabalho e descrição das ações, que visa um maior detalhamento dos atos exercidos pelo homem;

- arranjo físico - também chamado de leiaute do posto de trabalho, abrange a distribuição dos elementos no posto de trabalho, de forma a possibilitar alcançar o melhor desempenho no sistema homem-máquina-ambiente. Para se determinar este leiaute é importante saber as áreas de preensão horizontal e vertical alcançadas pelo homem. Estes alcances são demonstrados nas Figuras 9 a 12.

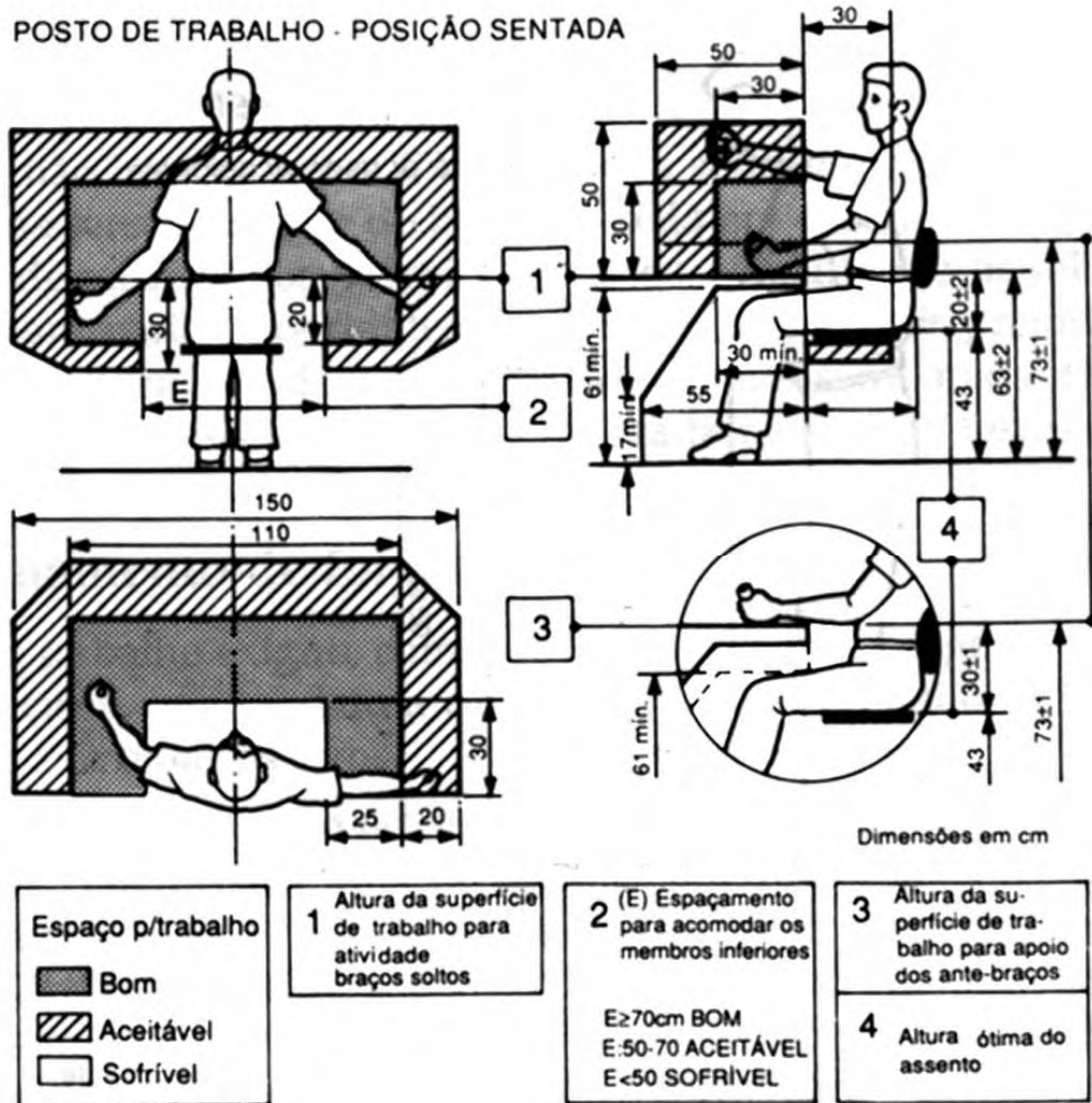


Figura 10 - Dimensões recomendadas para o posto de trabalho sentado.
 Fonte: Norma Francesa AFNOR X-35-104 et al. (1980, apud IIDA 2000).

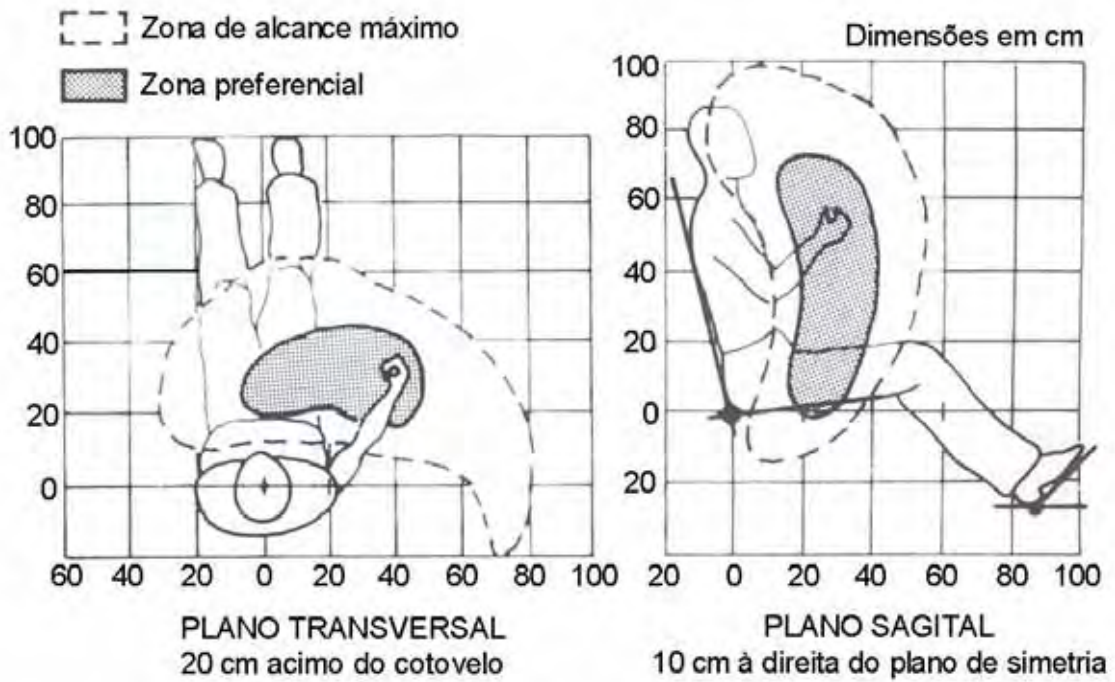


Figura 11 - Zonas de alcances preferenciais e máximos para a posição sentado.
 Fonte: Iida (2000).

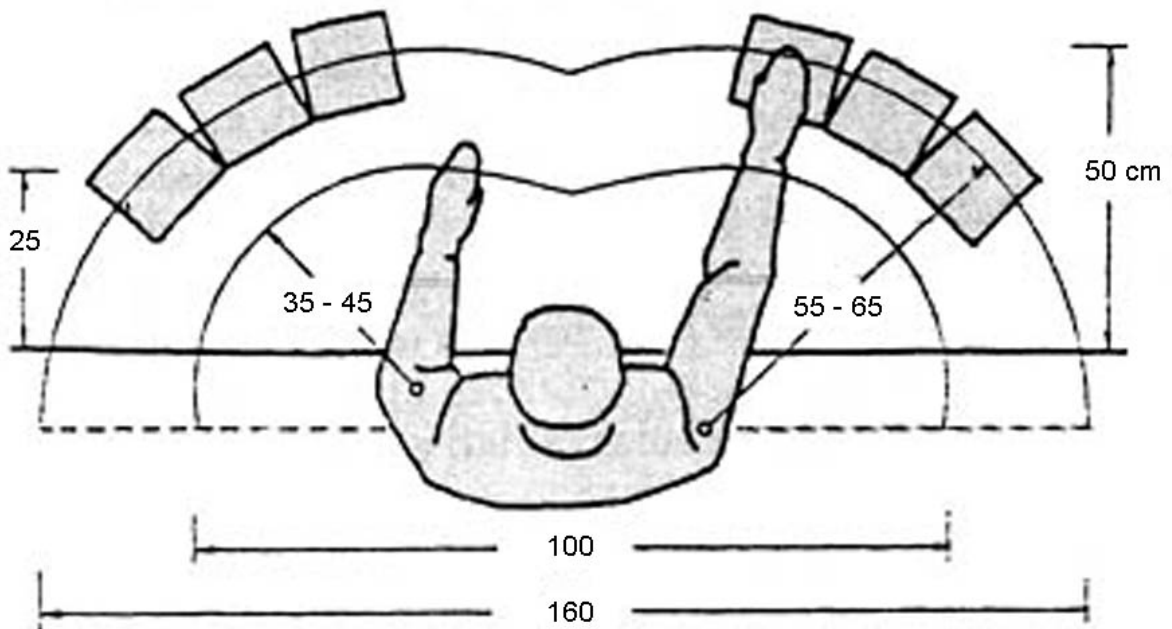


Figura 12 - Espaço de prensão horizontal no plano sagital.
 Fonte: Grandjean (1998).

As Figuras 13 e 14 representam, segundo Tilley e Dreyfuss (2001), indicam um percentil de 99%, sendo de uma pessoa com estatura de 192 cm, essa porcentagem se refere ao 99% da população dos Estados Unidos, sendo que esta estatura não é considerada a média nacional, e sim uma estatura máxima. Acima de 192 cm se considera o restante de 1% da população.

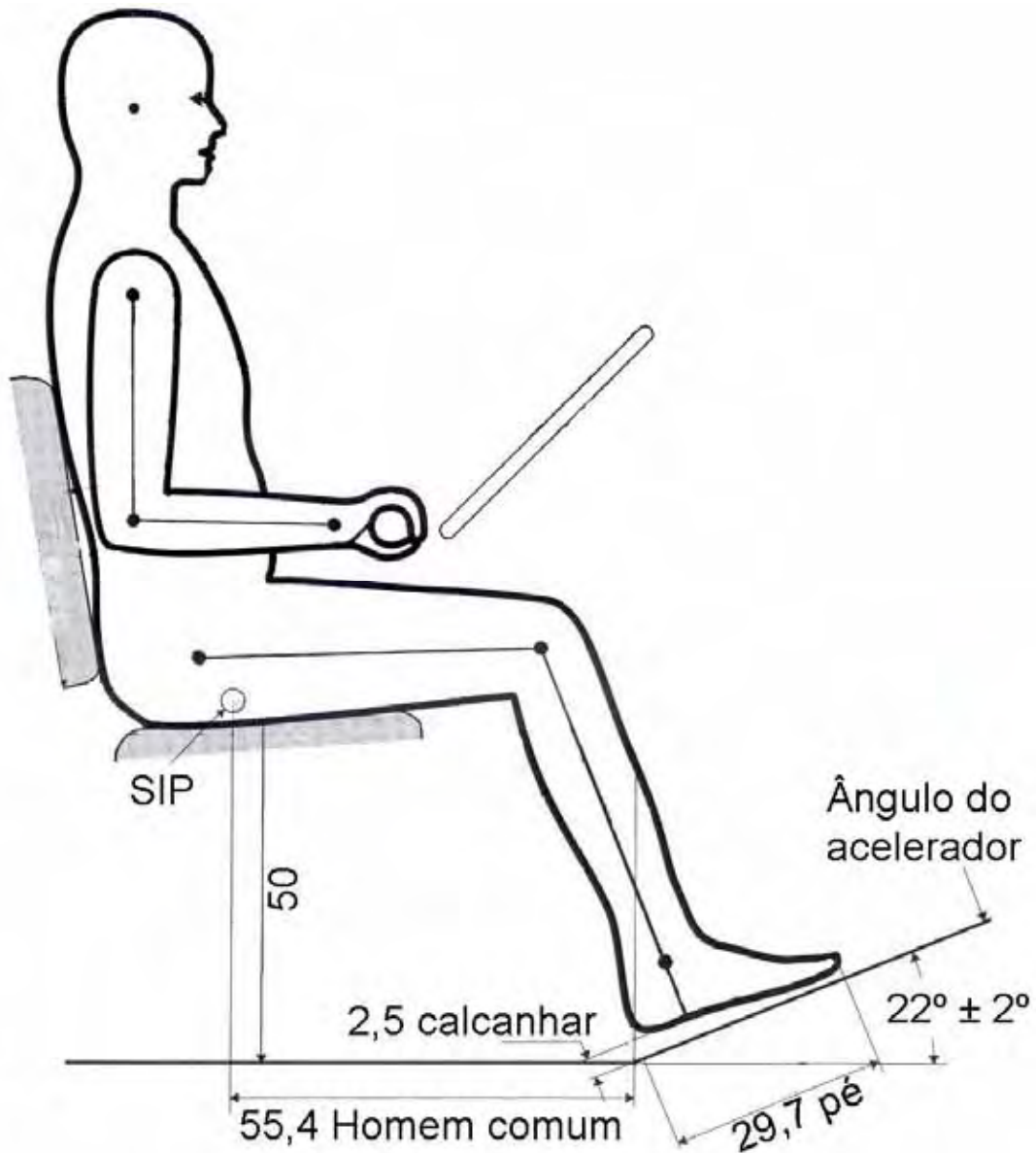


Figura 13 - Alcances verticais máximos, abrangendo 99% da população dos Estados Unidos, referente ao homem.

Fonte: Tilley e Dreyfuss (2001).

McCormick (1980) mostra na Figura 14, a área para os controles dos pés, destinada as forças substanciais dos membros inferiores. A área recomendada para utilização de controles com os membros inferiores.

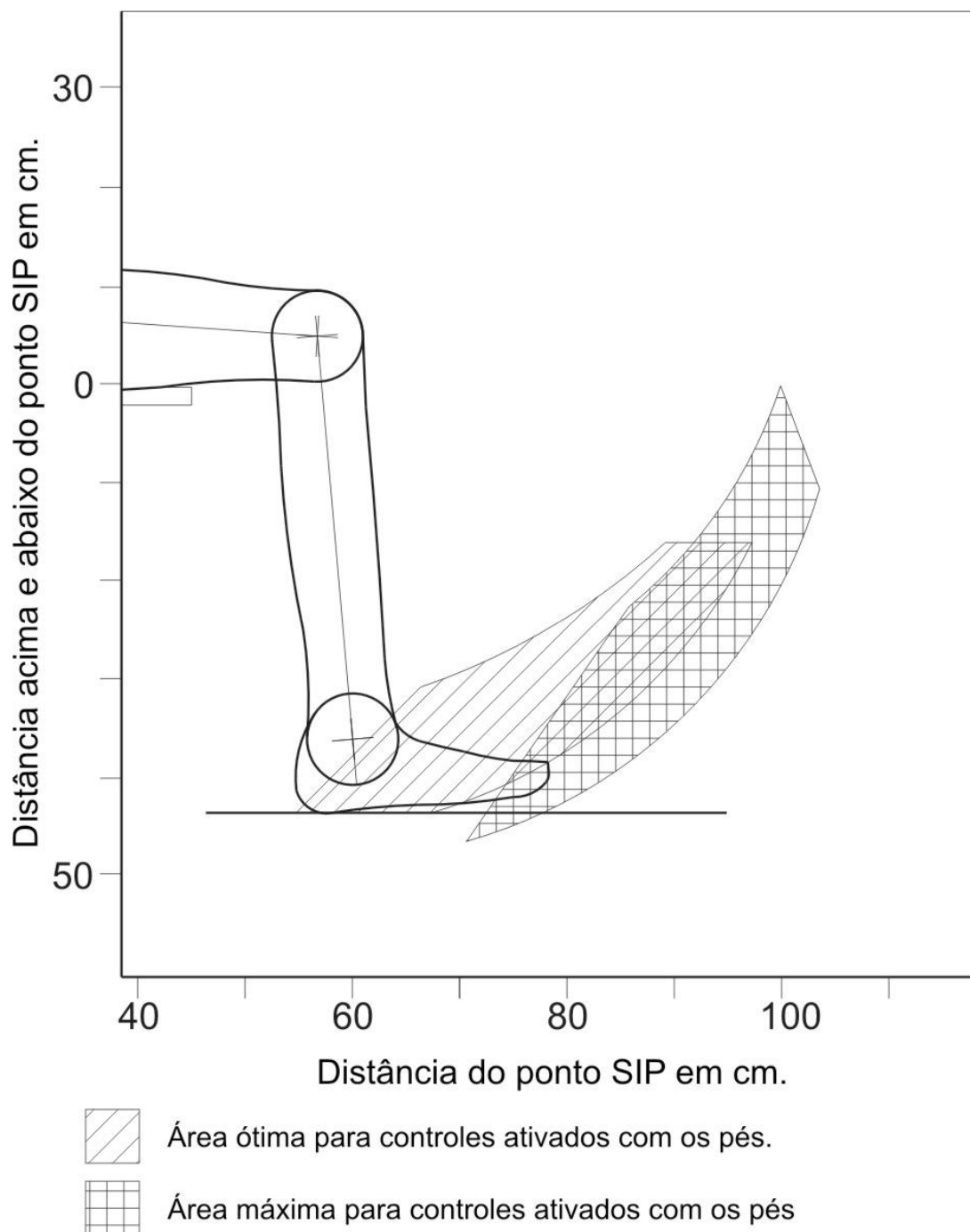


Figura 14 - Área ótima e máxima para controles ativados com os pés.
Fonte: McCormick (1980).

A postura do trabalhador com movimentações constantes dos braços, deve ser evitado o posicionamento dos mesmos atrás da linha do ombro, pois pode ocasionar lesões para no operador, como mostra a Figura 14, conforme afirma Dul e Weerdmeester (2000).

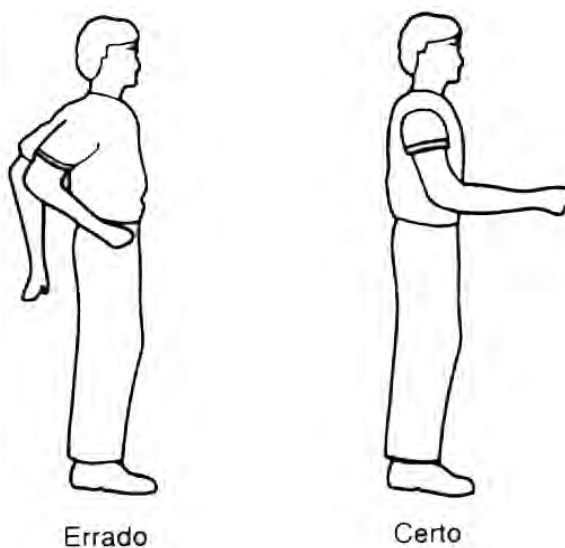


Figura 14 - Postura das mãos e cotovelos em relação ao corpo.
Fonte: Dul e Weerdmeester (2000).

Para Dul e Weerdmeester (2000), as movimentações das mãos e cotovelos devem dar-se no nível dos ombros, devendo sua duração ser limitada, com descanso regular durante a tarefa, conforme Figura 15.

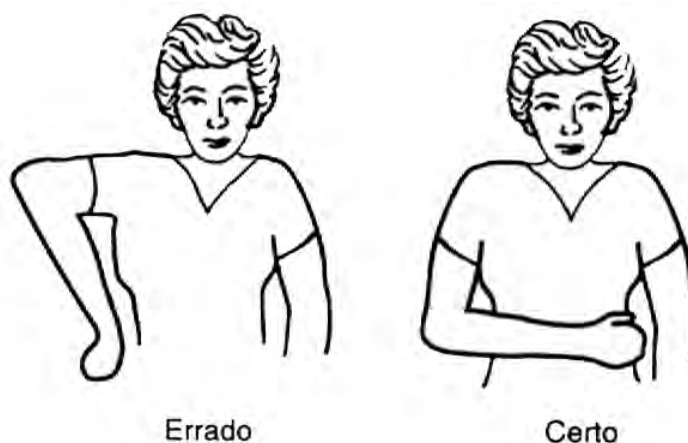


Figura 15 - Postura das mãos e cotovelos em relação ao ombro.
Fonte: Dul e Weerdmeester (2000).

Segundo Grandjean (1998), além destas informações, o campo de visão do trabalhador é primordial para o posicionamento dos painéis e comandos, os quais serão observados e acionados pelo mesmo.

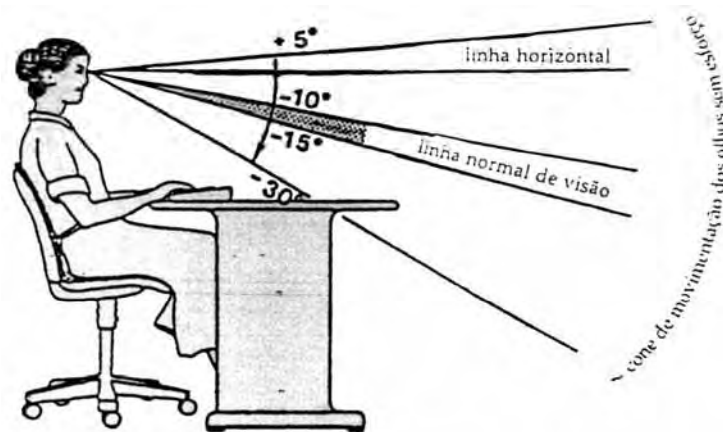


Figura 16 - Linha normal de visão.
Fonte: Grandjean (1998).

Conforme mostrado na Figura 16, a linha normal de visão situa-se entre 10° a 15° abaixo da linha horizontal. Esta linha definiu-se como posição de repouso dos olhos. É recomendável que os mostradores de instrumentos ou outros objetos fiquem em um ângulo de visão entre 5° acima e 30° abaixo de uma linha imaginária horizontal (GRANDJEAN, 1998).

3.5 Antropometria

Para Santos (1997), o objetivo da antropometria é levantar dados dimensionais de diferentes partes do corpo, que sejam utilizados pela ergonomia.

Segundo Siqueira (1976), a antropometria divide-se em:

- antropometria estática: medidas referentes ao corpo parado ou com poucos movimentos.
- antropometria dinâmica: a antropometria dinâmica mede os alcances dos movimentos. Os movimentos de cada parte do corpo são medidos mantendo-se o resto do corpo estático. O

seu uso é recomendado para projetos de máquinas ou postos de trabalho com partes que se movimentam.

- antropometria funcional: refere-se a conjugação de diversos movimentos destinados a realizar uma função.

Entendem por proporções antropométricas as medidas físicas do homem, específicas para estabelecer a diferenciação dos indivíduos e grupos. Devem considerar para testes antropométricos, alguns fatores que Iida (2000) recomenda, como:

- dimensionamento: destina-se às proporções antropométricas do ser humano e as medidas recomendadas dos elementos existentes.
- construção e teste: é desenvolvimento de um modelo tridimensional, para a verificação dos fatores do posto de trabalho.

Para Añez (2004), deve-se conhecer o público específico a ser analisado quanto à idade, sexo, trabalho e raça. Em alguns casos, o usuário é um indivíduo ou um grupo reduzido de pessoas e existem algumas situações fora do comum.

Em vista disso, Panero e Zelnik (1984) comentam sobre a importância das informações antropométricas, por referir-se a projetos que possuem um grande valor econômico e exigem altos investimentos.

Segundo Iida (2000), os princípios para aplicação dos dados antropométricos são:

- a. primeiro princípio: Projetos para o tipo médio – A pessoa média é uma abstração matemática obtida de medidas quantitativas como peso ou estatura;
- b. segundo princípio: Projetos para indivíduos extremos – Se existir algum fato limitativo no projeto (pessoas acima ou abaixo de uma dada dimensão não estariam bem acomodadas), deveremos empregar o segundo princípio, que consiste em tentar acomodar os casos extremos, tanto o maior como o menor, dependendo do fator limitativo do equipamento;
- c. terceiro princípio: Projetos para faixas da população – São, por exemplo, os casos do assento do automóvel, cadeiras de secretárias, ou cintos com furos. No terceiro

princípio também se enquadram certos produtos que apresentam tamanhos discretos, como a numeração de camisas e sapatos;

- d. quarto princípio: Projeto para o indivíduo - São os casos de aparelhos ortopédicos, de roupas feitas “sob medida” no alfaiate ou de pessoas que tenham pé maior que o tamanho quarenta e quatro e que precisam encomendar os sapatos.

Ainda que necessário, o Brasil não possui um banco de dados antropométricos atualizados. Os dados do presente trabalho foram retirados do *Software Ergokit* do IPT (Instituto de Pesquisa e Tecnologia) de Neveiro et al. (1998), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis antropométricas do posto de trabalho.

Descrição	Unidade	Mínimo	Máximo	Média
Alcance dos antebraços, sentado	cm	45	69,5	55,4
Alcance frontal máximo, sentado	cm	69	105,5	85,6
Altura da cabeça, sentado	cm	113	152	129,8
Altura das coxas, sentado	cm	50,9	73,8	58,3
Altura do assento	cm	32	52,5	41,7
Altura do cotovelo fletido, sentado	cm	50,5	80,5	64,7
Altura do cotovelo fletido-assento	cm	13,5	32	23
Altura do joelho, sentado	cm	45,1	65,2	54,9
Altura do nível dos olhos, sentado	cm	102,5	143	119,3
Altura do nível dos olhos-assento	cm	63,5	90,5	77,5
Altura popliteal, sentado	cm	36,6	56,3	44,2
Comprimento antebraço-mão, sentado	cm	40	59,6	47,2
Comprimento do braço	cm	29,4	42,7	35,4
Comprimento do membro superior	cm	66,1	90,6	76
Comprimento interartic cotovelo-pulso	cm	21	32	25,3
Comprimento máximo da mão	cm	16,5	25,6	18,6
Comprimento máximo do pé descalço, em pé	cm	22,4	30,8	26,5
Estatura	cm	147,5	208	169,9
Largura bideltóide, sentado	cm	30,8	55,2	44,3
Largura cotovelo a cotovelo, sentado	cm	31,1	64	45,9
Largura da mão, no metacarpo	cm	7,6	9,6	8,4
Largura do tórax entre axilas, sentado	cm	20,6	41	29,7
Largura máxima do pé	cm	8,3	12,7	10,2
Peso	kg	38	133,6	67,2
Profundidade nádegas-joelho, sentado	cm	48	80	59,7
Profundidade nádegas-popliteal, sentado	cm	39	65,5	47,8

Fonte: Neveiro et al. (1998).

Segundo Russo et al. (2004), os equipamentos e implementos

agrícolas não são projetados com dados antropométricos do agricultor brasileiro e não têm o seu dimensionamento correto para determinados acionamentos. Sendo projetados em outros países, essas máquinas possuem dados de regiões com perfil diferente do nosso, até mesmo dentro do território brasileiro. Por serem diferentes as colonizações étnicas, podem-se alterar essas dimensões.

Para Gomes et al. (2005), existem variáveis incontáveis relacionadas à produção agrícola, na qual não se pode determinar um modelo característico do usuário. Entre estas variáveis, o mesmo autor cita a diversidade antropométrica, os biótipos da população, a alta rotatividade das tarefas, etc.

3.6 Biomecânica

Biomecânica é a aplicação de princípios mecânicos ao estudo da estrutura e funcionamento do corpo humano. (ROEBUCK et al., 1995).

A biomecânica é uma ciência interdisciplinar composta principalmente pela antropometria, mecânica, fisiologia e engenharia, a qual estuda a estrutura mecânica e o comportamento de materiais biológicos. (ROEBUCK et al., 1995).

Para Nordin e Frankel (2001), a biomecânica é um ramo da bioengenharia e da engenharia médica, que estuda as aplicações da mecânica, examinando os sistemas fisiológicos e biológicos.

Iida (2000) comenta sobre projetos incorretos de produtos e postos de trabalho impróprios que podem provocar tensões musculares, dores e fadiga. O mesmo autor faz uma análise dos tratores agrícolas, e considera que as soluções não são tão simples, por abranger um conflito básico entre a exigência humana e aquelas do trabalho.

Conforme Nordin e Frankel (2001), existem dois tipos de trabalhos, em relação à biomecânica, o trabalho estático e o dinâmico, definidos a seguir:

- trabalho estático é aquele que exige contração contínua de alguns músculos, para manter uma determinada posição;

- trabalho dinâmico é aquele que permite contrações e relaxamentos alternados dos músculos.

Sell (2002) entende que o trabalho muscular estático tem características de contrações musculares demoradas, ao passo que o trabalho muscular dinâmico possui uma série sucessiva de movimentos de contração e relaxamento muscular.

Em relação às duas situações de trabalho, Peres et al. (2005) explicam que o trabalho estático é muito fatigante; por isso, sempre que possível, deve-se evitar esta situação. Mas, em situações que não se pode evitar, recomenda-se mudanças de postura e melhores condições de peças e ferramentas ou se introduza medidas adequadas de apoio para as partes do corpo envolvidas, com o objetivo de simplificar as contrações estáticas dos músculos.

Iida (2000) recomenda que o corpo assuma três posturas básicas, seja no trabalho seja em repouso, a saber:

- posição deitada: na posição deitada não há contrações de tensão em nenhuma parte do corpo. O sangue flui sem obstruções para todas as partes do corpo, colaborando para expulsar os resíduos do metabolismo e as toxinas dos músculos provocadores de fadiga, já que seu consumo energético é mínimo, próximo ao metabolismo basal.
- posição sentada: 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 em 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 freqüentes de postura.
- posição em pé: esta posição é altamente fatigante, pois exige um maior trabalho estático da musculatura envolvida para que seja mantida. O coração tem dificuldades em bombear o sangue para as extremidades do corpo. O trabalho dinâmico em pé oferece menos fadiga que a exigida nos trabalhos estáticos ou com pouca movimentação.

Para as três posições mencionadas acima, deve-se considerar a demanda e o suprimento do fluxo de sangue, representado na Figura 17, conforme Iida (2000).

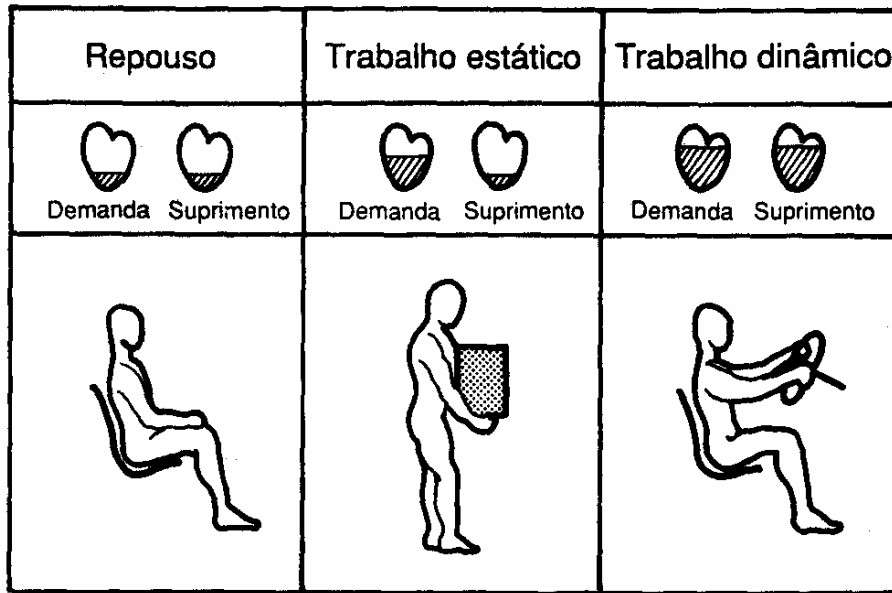


Figura 17 - Os músculos opera em condições desfavoráveis de irrigação sanguínea durante o trabalho estático, com a demanda superando o suprimento, enquanto há equilíbrio entre a demanda e o suprimento durante o repouso e o trabalho dinâmico.

Fonte: Iida (2000).

Para entender posturas e os esforços envolvidos, Iida (2000) recomenda o conhecimento de partes do corpo e seu peso, representados na Tabela 2.

Tabela 2 – Distribuição percentual do peso de partes do corpo.

Partes do corpo	% do peso total
Cabeça	6 a 8
Tronco	40 a 46
Membros superiores	11 a 14
Membros inferiores	33 a 40

Fonte: Iida (2000).

O mesmo autor aduz que a posição sentada é a melhor, por oferecer maior conforto em relação à posição em pé, visto que libera os membros superiores e inferiores para as tarefas. Já na posição em pé, devem-se manter os membros inferiores com o auxílio dos membros superiores para haver equilíbrio desta postura e com isso dificultando a realização de determinadas tarefas. Em vista disso, muitos projetos são impróprios para a atividade desenvolvida por um longo período de tempo, podendo ocasionar dores em alguns conjuntos de músculos. Como a posição sentada, a estrutura óssea da bacia, em específico a tuberosidades isquiáticas, suporta o peso do corpo, conforme a Figura 18.

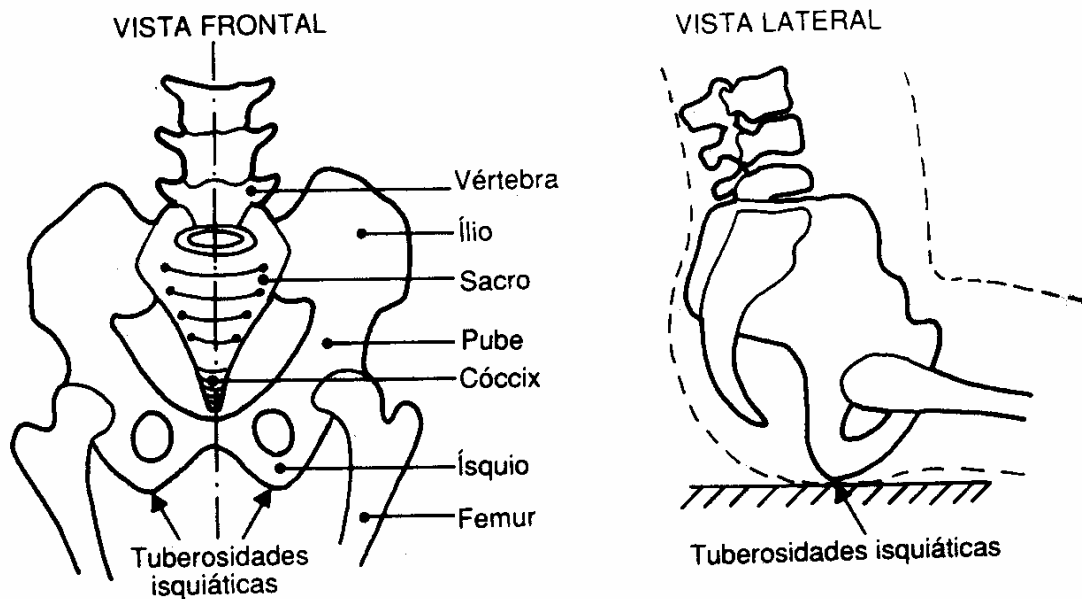


Figura 18 - Estrutura dos ossos da bacia – visão da tuberosidade isquiática.
Fonte: Iida (2000).

A postura incorreta do corpo pode ocasionar dores e risco a saúde, conforme citado por Iida (2000), conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Localização das dores no corpo.

Postura	Risco de dores
Em pé	Pés e pernas (varizes)
Sentado sem encosto	Músculos extensores do dorso
Assento muito alto	Parte inferior das pernas, joelhos e pés.
Assento muito baixo	Dorso e pescoço
Braços esticados	Ombros e braços
Pegas inadequadas em ferramentas	Antebraços

Fonte: Iida (2000).

Segundo Hall (2005), quando ativado o músculo, desenvolve apenas uma função; uma contração muscular exigida para erguer um peso com o braço necessita a atuação conjunta de outros músculos, conforme se vê na Figura 19.



Figura 19 - Os músculos funcionam sempre em pares, de modo que, quando um deles se contrai, o seu antagonista se distende. Esse mecanismo torna possível realizar movimentos musculares suaves
 Fonte: Iida (2000).

Para movimentos da mão, também trabalham em conjunto o punho e o antebraço. Segundo Panero e Zelnik (1984), esses movimentos são: pronação e supinação (antebraço); flexão dorsal e flexão palmar, desvio radial e desvio ulnar (punho); por último tem-se a hiperextensão, abdução, oposição e flexão dos dedos, representado nas Figuras 20 e 21.

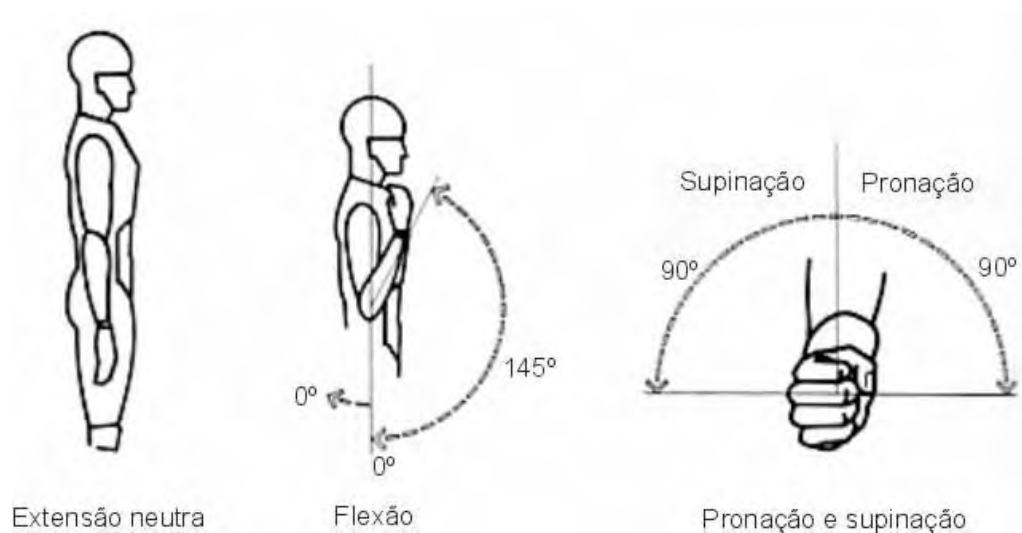


Figura 20 - Representação dos principais movimentos relacionados ao antebraço e mão.
 Fonte: Panero e Zelnik (1984)

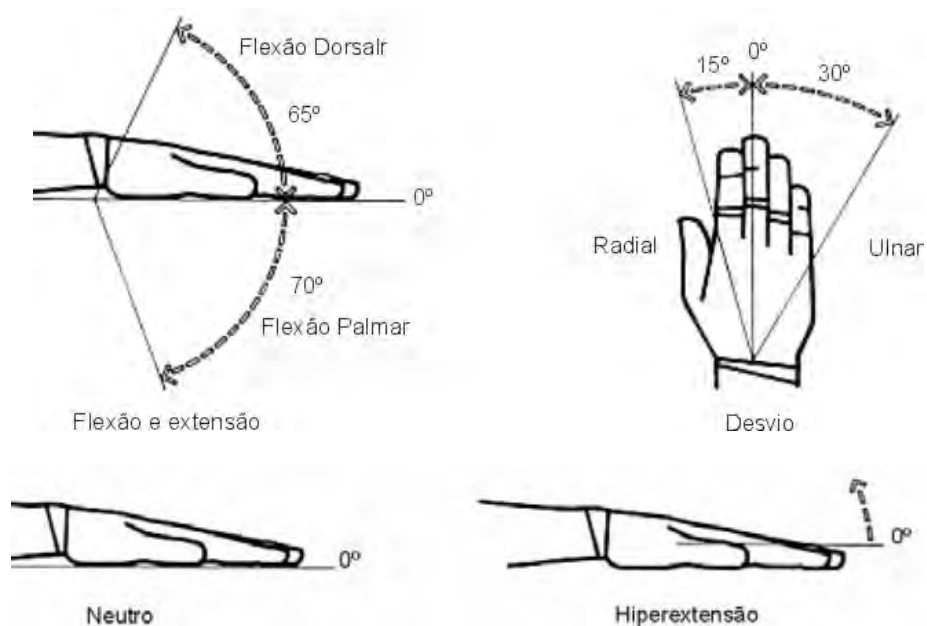


Figura 21 - Representação dos principais movimentos relacionados à mão
Fonte: Panero e Zelnik (1984).

Segundo Hall (2005), existe um caso peculiar de deslocamento que envolve o movimento circular de uma unidade corporal, chamado circundução, exemplificado da Figura 22.



Figura 22 - Movimento de circundução
Fonte: Hall (2005).

Postula Hall (2005) que, para movimentos do braço, existem três movimentos primários no plano sagital, que são:

- flexão: rotação no plano sagital, direcionada para frente, de cabeça, tronco e braço, antebraço, mão e quadril, bem como rotação no plano sagital, direcionada para trás, da extremidade inferior;
- extensão: movimento que reloca um segmento corporal em sua posição anatômica a partir de uma flexão;
- hipertextensão: rotação além da posição anatômica, oposta á direção da flexão.

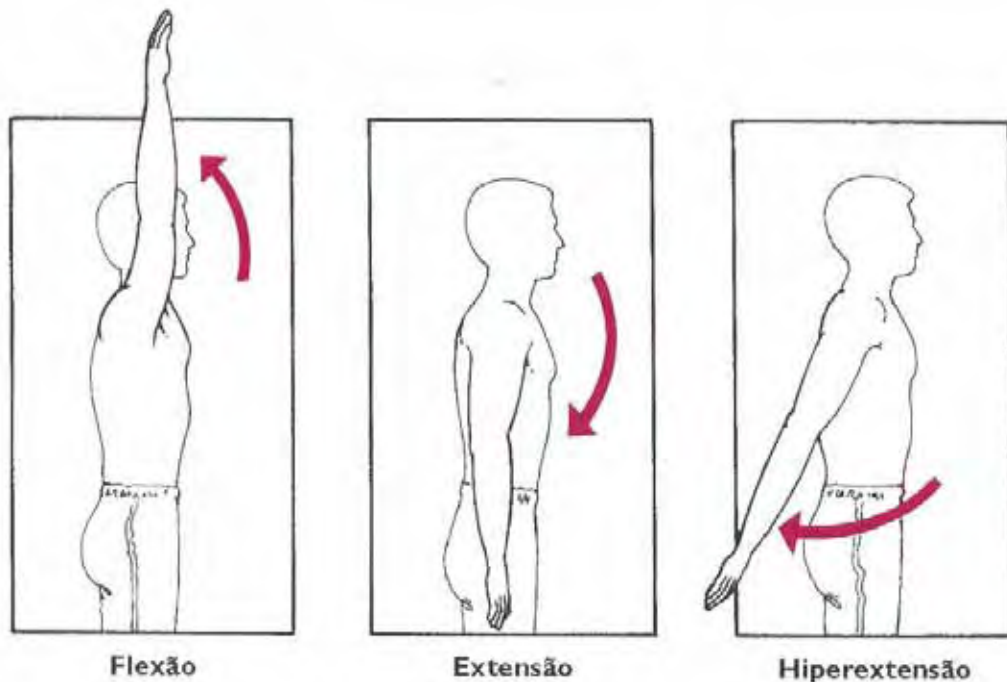


Figura 23 - Movimentos de flexão, extensão e hipertextensão.
Fonte: Hall (2005).

Nordin e Frankel (2001) classificam os movimentos no plano frontal dos membros inferiores, como dorsiflexão, flexão planar, abdução e adução, eversão e inversão, exemplificados nas Figuras 24 a 26.

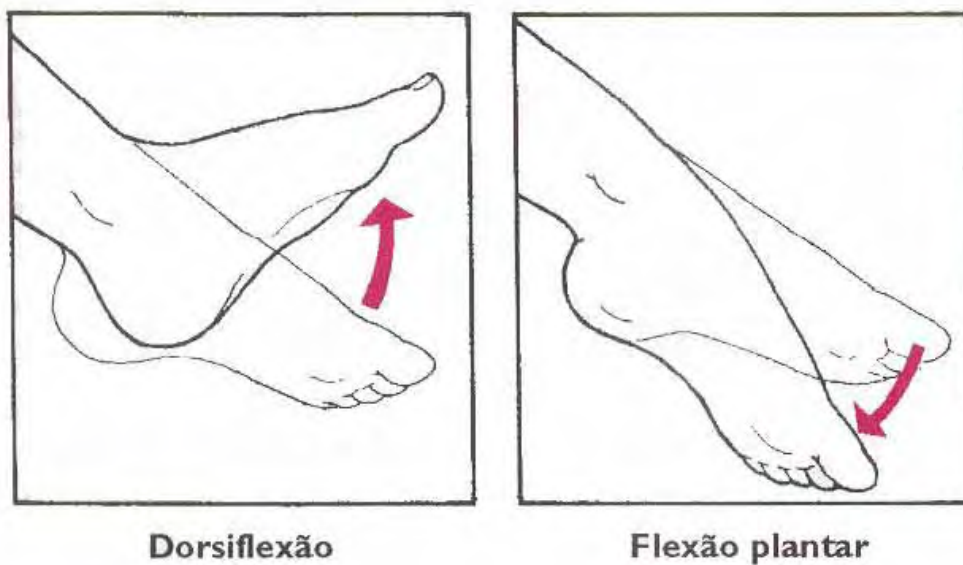


Figura 24 - Movimentos de dorsiflexão e flexão plantar.
Fonte: Hall (2005).

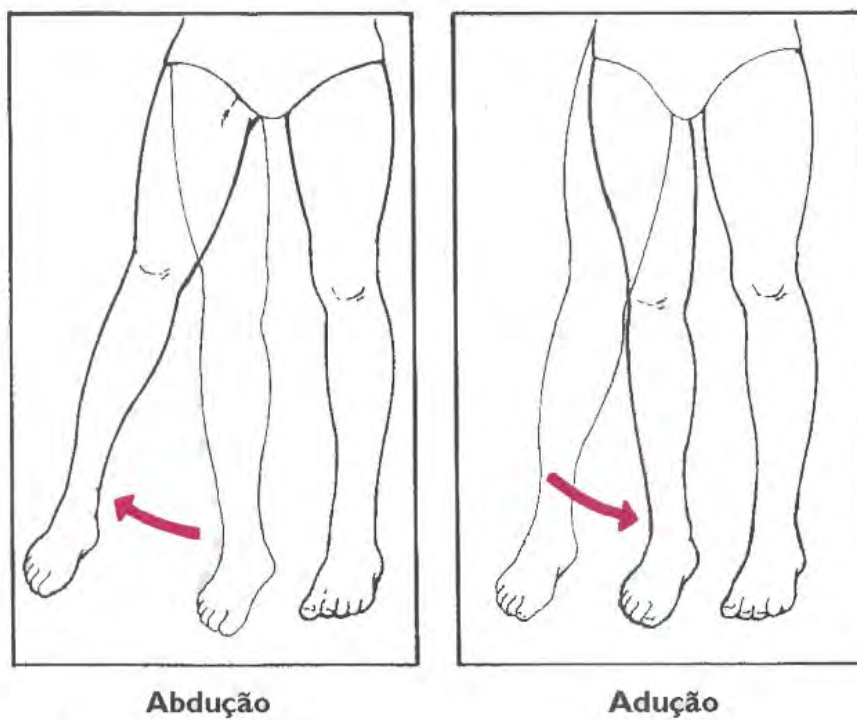


Figura 25 - Movimentos de abdução e adução.
Fonte: Hall (2005).

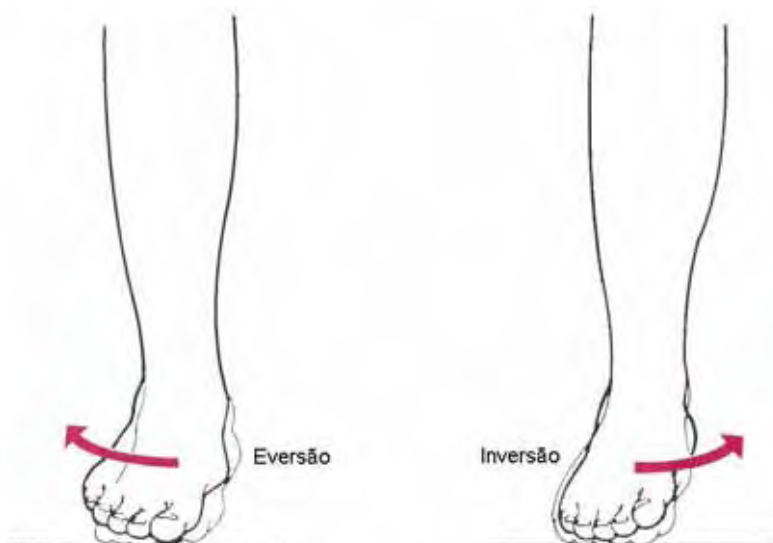


Figura 26 - Movimentos de eversão e inversão.
Fonte: Hall (2005).

Hall (2005) informa que a rotação à direita e à esquerda, a partir do eixo longitudinal, são utilizados para descrever movimentos da cabeça, pescoço e tronco. Já a rotação dos braços e pernas é chamada de rotação lateral e rotação medial, conforme exemplificado na Figura 27.

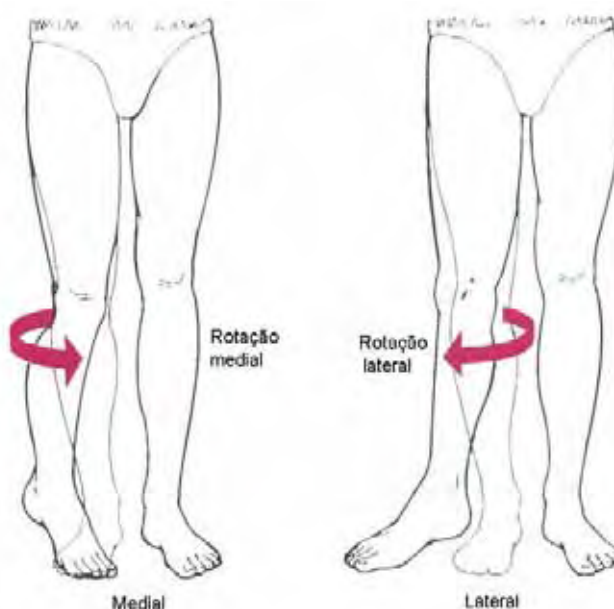


Figura 27 - Movimentos de rotação da perna.
Fonte: Hall (2005).

Em estudos, Neveiro et al. (1998) recomendam algumas variáveis de utilização de força máxima de alguns membros, demonstradas na Tabela 4.

Tabela 4 - Variáveis antropométricas da biomecânica.

Descrição	mínimo	máximo	média
Força máxima de compressão, membro inferior	537,3 N	3950,1 N	1586 N
Força máxima de compressão, membro superior	203,8 N	1457,6 N	493,7 N
Força máxima de tração, membro inferior	252 N	1624,3 N	592,7 N

Fonte: Neveiro et al. (1998).

3.7 Controles e manejos

A manipulação da máquina dá-se pelo princípio do movimento do controle, que é a transferência de uma força humana, para que a máquina possa executar alguma operação. Esse movimento pode ser através das mãos, pés ou da fala, como exemplo tem-se um simples apertar de botão com o dedo, ou o ato de fazer uma ligação do celular falando apenas o nome da pessoa (IIDA, 2000).

Para um melhor aproveitamento dos movimentos corporais, o casal Frank e Lílian Gilbreth desenvolveram os vinte princípios de economia dos movimentos, que mais tarde foram aumentados para vinte e dois por Barnes (1977), na Tabela 5.

Tabela 5 - Tabela dos princípios de economia de movimentos.

PRINCÍPIOS DA ECONOMIA DOS MOVIMENTOS

I.USO DO CORPO HUMANO

1. As duas mãos devem iniciar e terminar os movimentos no mesmo instante.
2. As duas mãos não devem ficar inativas ao mesmo tempo.
3. Os braços devem mover-se em direções opostas e simétricas.
4. Devem ser usados movimentos manuais mais simples.
5. Deve-se usar quantidade de movimento (massa x velocidade) em auxílio ao esforço muscular.
6. Deve-se usar movimentos suaves, curvos e retilíneos das mãos (evitando-se mudanças bruscas de direção).
7. Os movimentos “balísticos” ou “soltos” são mais fáceis e precisos que os movimentos “controlados”.
8. O trabalho deve seguir uma ordem compatível com o ritmo suave e natural do corpo.
9. As necessidades de acompanhamento visual devem ser reduzidas.

II.ARRANJO DO POSTO DE TRABALHO

10. As ferramentas e materiais devem ficar em locais fixos.
11. As ferramentas, materiais e controles devem-se localizar perto de seus locais de uso.
12. Os materiais devem ser alimentados por gravidade até o local de uso.
13. As peças acabadas devem ser retiradas por gravidade.
14. Materiais e ferramentas devem-se localizar na mesma seqüência de uso.
15. A iluminação deve permitir uma boa percepção visual.
16. A altura do posto de trabalho deve permitir o trabalho de pé alternado com o trabalho feita em posição sentada.
17. Cada trabalhador deve dispor de uma cadeira que possibilite uma boa postura.

III.PROJETO DAS FERRAMENTAS E DO EQUIPAMENTO

18. As mãos devem ser substituídas por dispositivos, gabaritos ou mecanismos acionados por pedal.
19. Deve-se combinar a ação de duas ou mais ferramentas.
20. As ferramentas e os materiais devem ser pré-posicionados.
21. As cargas, nos trabalhos com os dedos, devem ser distribuídas de acordo com a capacidade de cada dedo.
22. Os controles, alavancas e volantes devem ser manipulados com alteração mínima da postura do corpo e com a maior vantagem mecânica.

Fonte: Barnes (1977).

A concordância dos movimentos da máquina para com o homem deve seguir o movimento natural do corpo, segundo Murrell (1965).

O estereótipo popular é o movimento provável, ou seja, o movimento assimilado pela maioria da população, como se observa no ato de ligar ou aumentar. Relaciona-se ao sentido horário. Os que seguem o estereótipo popular são chamados de compatíveis, e os que não seguem, são chamados de incompatíveis (IIDA, 2000).

Conforme o mesmo autor, a compatibilidade espacial dá-se no sentido do movimento indicado pelo controle e pelo mostrador e vice-versa. Com o deslocamento de uma alavanca para a direita, por exemplo, o mostrador tenderia a se movimentar para a mesma direção.

Neste caso, a Figura 28 apresentada por Iida (2000) define os controles associados e os mostradores como:

- 1º. Princípio – Os movimentos rotacionais no sentido horário estão associados a movimentos de mostradores “para cima” e “para direita”.

- 2º. Princípio – Nos movimentos de controles e mostradores situados em planos perpendiculares entre si, o mostrador segue o movimento da ponta de um “parafuso” executado pelo controle, ou seja, a rotação do controle para a direita tende a afastar o mostrador e vice-versa.
- 3º. Princípio – Controles e mostradores executam os movimentos no mesmo sentido, no ponto mais próximo entre ambos. Em outras palavras, é como se existisse uma engrenagem imaginária, de modo que o movimento de um deles “arrastasse” o outro. Esse princípio aplica-se também a controles e mostradores situados em planos diferentes.



Figura 28 - Figura dos princípios da associação dos movimentos de mostradores com os dos controles.

Fonte: Iida (2000).

Para a movimentação dos controles, deve-se considerar também a sensibilidade do deslocamento. Os controles de baixa sensibilidade têm um maior tempo de deslocamento e são mais fáceis de serem ajustados, são os chamados discretos, ao contrário dos controles de alta sensibilidade, chamados de contínuos, os quais movimentam mais rapidamente, mas são mais difíceis para ajustar.

Segundo Grandjean (1998), deve ser observado as seguintes orientações para a escolha dos comandos:

1. Que se escolha controles que estejam adaptados à função e às características anatômicas dos membros: rapidez e precisão requerem operações dos dedos e mãos, força exige movimentos dos braços ou pés.
2. Que os controles das operações das mãos sejam facilmente alcançados a uma altura entre o cotovelo e ombro e sejam plenamente visíveis.
3. As distâncias entre os controles devem ser adaptadas às características anatômicas. Dois botões ou alavancas operados com o dedo devem estar a uma distância mínima de 1,5 cm; quando se usa toda a mão, a distância deve ser no mínimo 5 cm, demonstrado na Tabela 6.
4. Para operações de controle contínuo ou discreto com pequeno uso de força, pouco curso e alta precisão, são adequados botões de pressão, interruptores de alavanca e botões giratórios.
5. Para operações com grande uso de força, longo curso e relativamente pouca precisão, são adequados interruptores com grandes alavancas, manivelas, rodas de mão e pedais.

Para o uso correto dos comandos, objetivando-se evitar acidentes, devem-se levar em consideração os seguintes aspectos apontado por Grandjean (1998):

- Codificação: em algumas máquinas existem um grande número de controles, sendo possível o acionamento de algum controle por engano, em razão do seu formato, cor ou textura semelhantes. Para evitar erro no comando podem utilizar, formas, texturas e tamanhos diversos para cada controle, possíveis de serem diferenciados pelo tato do operador.
- Distância: para uma diminuição de acionamentos acidentais, devem deixar as seguintes distâncias entre controles, apontados na Tabela 6.

Tabela 6 - Distâncias entre controles vizinhos.

controles	tipo de manipulação	distância na montagem (em cm)	
		mínimo	ótimo
botão de pressão	com um dedo	2	5
interruptor de alavanca	com um dedo	2	5
alavanca	com uma mão	5	10
	com as duas mãos	7,5	12,5
roda de mão	com as duas mãos	7,5	12,5

botão giratório ou botão indicador (seta)	com uma mão	2,5	5
pedais	com o mesmo pé dois pedais	5	10

Fonte: Grandjean (1998).

- resistência: o uso prolongado dos controles pode ocasionar deformações, dificultando o ajuste em alguns casos. Aconselham-se as seguintes resistências:

Tabela 7 - Resistências dos controles.

movimentação	resistência em N
uma mão - rotação	2,0-2,2 Nm
uma mão - movimento de pressão	10-15 Nm
pedal - pressão	40-80 Nm

Fonte: Grandjean (1998).

- cor: a utilização das cores nos controles é necessária para a diferenciação de comandos. Delimita-se o uso de cinco cores em controles: verde para segurança e para ligar, vermelho para desligar e para perigo, azul, amarelo e laranja; aplica-se o contraste com a cor do fundo; as cores que atraem a atenção devem ser utilizadas com cautela. Porém as cores devem ser utilizadas em lugares com boa iluminação.

Segundo Grandjean (1998), a escolha de um determinado controle dá-se pela sua função e pela sua necessidade de precisão; cada controle tem suas características para uma determinada utilidade. A seguir serão apresentados alguns modelos de controles:

- botões de pressão para os dedos e mãos: possuem a vantagem de ocupar menos espaço e de poder serem identificados por cores. A área de contato tem de ser suficiente para a ponta dos dedos e para o pressionamento da mão. Os botões de pressão para os dedos podem ter uma pequena concavidade, ao passo que os botões de pressão para as mãos devem ter a forma convexa. As recomendações de seus dimensionamentos são mostrados na Tabela 8 e os modelos utilizados estão exemplificados na Figura 29.

Tabela 8 - Botões de pressão para dedos e mãos.

Botões de pressão para dedos - recomendações	
Diâmetro	1,2-1,5 cm
Para um botão solitário - Freios de emergência	3-4 cm
Curso	0,3-1 cm
Resistência	2,5-5,0 N
Botões de pressão para mãos – recomendações	
Diâmetro	6 cm
Curso	1 cm
Resistência	10 N

Fonte: Grandjean (1998).

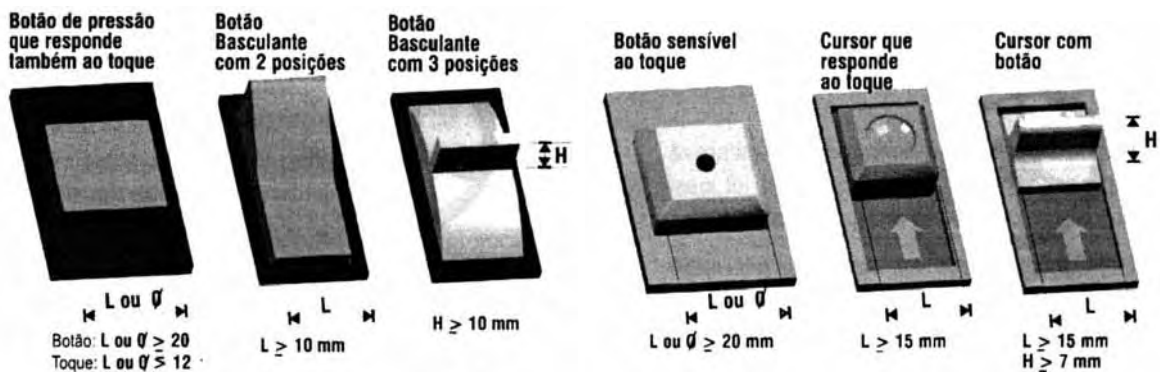


Figura 29 - Exemplos de botões de pressão.

Fonte: Santos et al. (1997).

- interruptores de alavanca: possuem uma segurança no manuseio: são de boa percepção para o operador. Podem alojar-se vários interruptores um ao lado do outro. Recomenda-se o sentido vertical para sua movimentação, devendo o mesmo apresentar uma sinalização para suas funções. As recomendações de seus dimensionamentos são demonstrados na Tabela 9 e o modelo de alavanca para manejo fino, está exemplificado na Figura 30.

Tabela 9 - Interruptores de alavanca.

Interruptores de Alavanca – recomendações	
a - Ângulo	45°
d - Diâmetro	0,25 cm
c - Comprimento da alavanca	1,2 a 5 cm
Resistência	2,5-15 N

Fonte: Grandjean (1998).

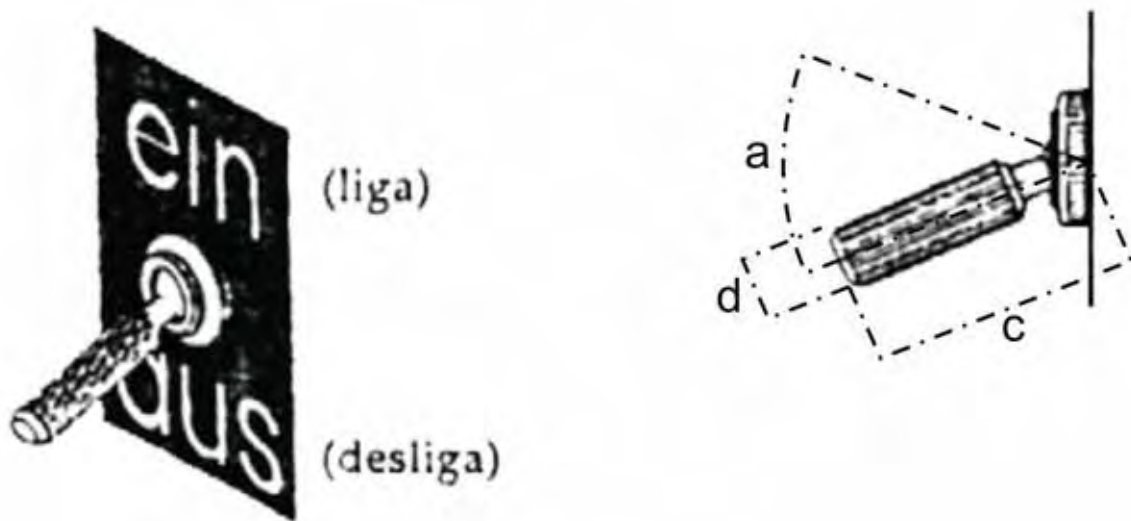


Figura 30 - Interruptor de alavanca.
Fonte: Grandjean (1998).

- alavancas de mão: caso o comprimento exceda 5 cm e necessite de uma força maior, emprega-se alavanca de mão. A direção da força deve seguir um plano orientado, utilizando-se uma guia para mais de uma posição indicada, caso seja usada guia para um ajuste mais preciso, deve-se usar um apoio para o cotovelo, o braço ou o punho. As alavancas de mão que utilizam maior força são denominadas alavancas de câmbio e se enquadram no grupo de controles pesados. Para alavancas de manejo grosseiro deve-se seguir as recomendações conforme mostra a Tabela 10. A Figura 31 exemplifica alguns modelos de alavancas.

Tabela 10 - Alavanca de mão.

Alavanca de Mão – recomendações	
Empunhadura para os dedos (diâmetro)	2 cm
Empunhadura de garra (diâmetro)	3-4 cm
Empunhadura de cogumelo (diâmetro)	5 cm
Alavanca de Câmbio - recomendações	
Força máxima	90 N
Para frente e para trás / para os lados	130 N
Ângulo para frente e para trás	90°
Ângulo para os lados	45°
Curso da alavanca para frente e para trás (máximo)	35 cm
Curso da alavanca para os lados (máximo)	15 cm

Fonte: Grandjean (1998).

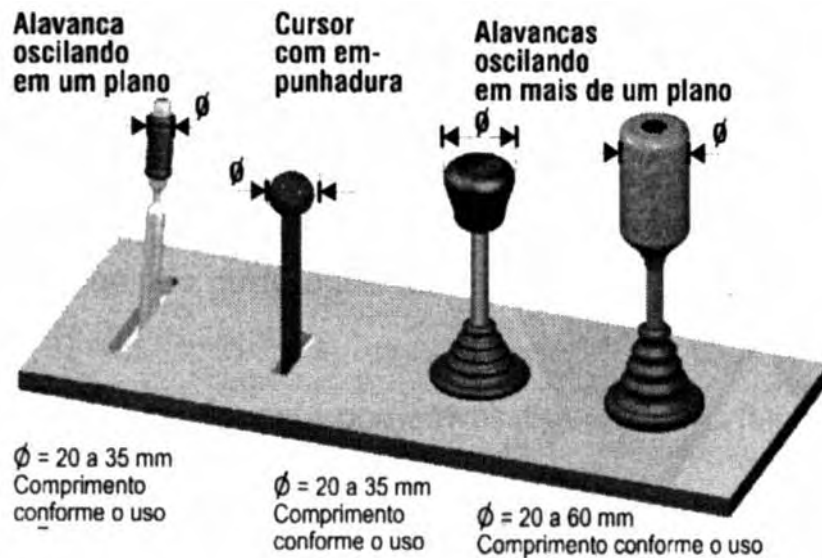
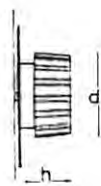
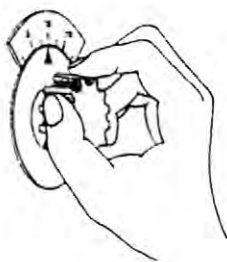


Figura 31 - Exemplos de alavancas.
Fonte: Santos et al. (1997).

- botões giratórios de posição escalonada: as ranhuras permitem um controle mais preciso, permitindo uma pega melhor para os três dedos. Sendo a regulagem em degrau, recomenda-se uma resistência maior; as ranhuras devem ter uma distância de 15° entre si e de 30° quando fora do controle visual. Os botões giratórios utilizam o manejo fino; deve-se seguir as recomendações de dimensões conforme mostra a Tabela 10. A Figura 32 exemplifica alguns modelos de botões rotativos.

Tabela 11 - Botões e interruptores giratórios.



Botão Giratório - Recomendações	
Diâmetro - d	3,5 - 5 cm
Altura - h	2 - 2,5 cm
Momento máximo de giro	320 N.cm
Resistência à operação	12 - 18 N
Ângulo das posições intermediárias	15 - 40°

Botões Giratórios para Regulagem Contínua - Recomendações	
Diâmetro para manejo com dois a três dedos	1 - 3 cm
Diâmetro para manejo com toda a mão	3,5 - 7,5 cm
Altura para manejo com os dedos	1,5 - 2,5 cm
Altura para manejo com a mão	3 - 5 cm
Momento de rotação máxima para botões pequenos	0,8 N.m
Momento de rotação máxima para botões grandes	3,2 N.m

Fonte: Grandjean (1998).

- botões giratórios para regulagem contínua: esse controle é adequado para regulagens finas e precisas, em faixas menores ou maiores; utilizam os dedos ou a mão, podendo utilizar-se ranhuras também.

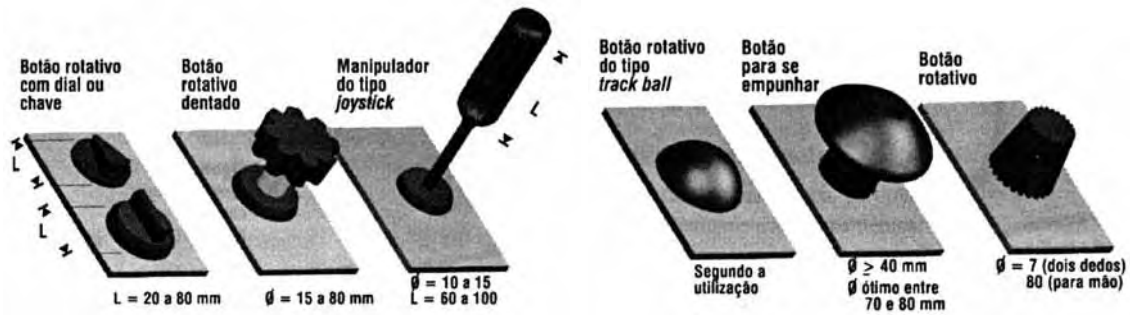


Figura 32 - Exemplos de botões rotativos, “track ball”, empunhadura e “joystick”.
 Fonte: Santos et al. (1997).

- botões indicadores: sua aparência é em forma de seta, devendo ter visualização das posições indicadas rápida e fácil. O diâmetro recomendado para esse controle é de 2,5 cm a 3 cm.
- volantes de mão: para utilizar em quando o manuseio necessita de uma grande força, quando seu uso recorre às duas mãos e em baixa rotação; é interessante ter saliências para uma melhor pega em sua parte externa. Exemplificado na Figura 33.



Figura 33 - Exemplos de manivelas, volantes e roda cruz.
 Fonte: Santos et al. (1997).

- pedais: acionados a partir dos pés, os pedais são utilizados tanto para trabalhos em pé quanto em posição sentada; na necessidade de grandes forças utiliza-se a perna (pedal de perna): neste caso deve-se considerar o peso da perna sobre o pedal. Nas máquinas agrícolas e de construção civil, a força gerada é acima de 98 N. Para inserção de pedais

deve-se verificar algumas recomendações demonstradas na Tabela 11. A Figura 34 exemplifica alguns modelos de pedais.

Tabela 12 - Pedais.

Pedais- recomendações para assento com encosto alto	
Ângulo do joelho	140° até 160°
Inclinação do pé	90°
Inclinação da coxa	20° a 30°
Pedais para grandes forças	
Curso do pedal (quanto menor o ângulo do joelho, maior o curso do pedal)	0,5 - 1,5 cm
Resistência (máximo)	60 N
Pedais de pequena força	
Curso do pedal (máximo)	6 cm
Ângulo máximo do pedal*	30°
Ângulo ótimo do pedal*	15°
Resistência de operação	30 - 50 N

Fonte: Grandjean (1998).

* Ângulo do pedal: ângulo de ação entre o ponto zero e o ponto máximo, final do curso do pedal.

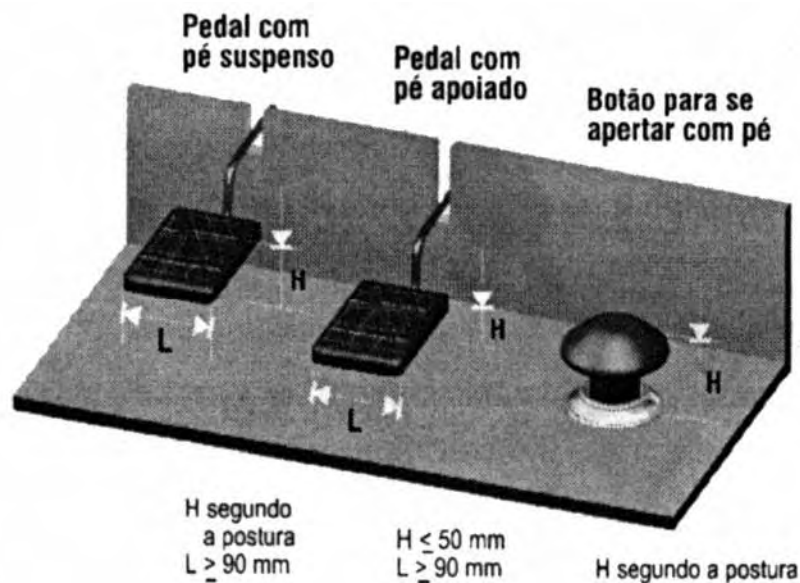


Figura 34 - Exemplos de pedais.

Fonte: Santos et al. (1997).

Segundo Schlosser (2002), os acidentes com tratores agrícolas merecem atenção, pois representam porcentagem significativa. Na Europa, conforme Márquez (1986), cerca de 40% do total de acidentes ocorridos no setor agrário abrange máquinas agrícolas, sendo 50% provenientes do uso do trator agrícola.

De acordo com Iida (2000), devem ser tomados os seguintes cuidados com relação aos controles para evitarem acidentes com o operador a seguir e exemplificado na Figura 35 posteriormente.

- localização: situar os controles para serem acionados sequencialmente, dentro de uma determinada lógica de movimentos.
- orientação: movimentar o controle na direção em que não possa ser movido por forças acidentais do operador.
- rebaixos: inserir os controles no painel, de forma que não apresentem saliências.
- cobertura: proteger os controles por um anel ou uma caixa protetora ou colocá-los no interior de caixas com tampas.
- canalização: usar guias-feitas na superfície do painel para estabelecer o controle em uma determinada posição; o deslocamento é precedido de um movimento perpendicular ao usado para destravá-lo.
- batente: o operador use as bordas para se manter em uma determinada posição.
- resistência: atribuir ao controle atrito ou inércia para anular pequenas forças acidentais.
- bloqueio: colocar algum obstáculo, para que quando for utilizado tenha que desbloquear para usar o comando.
- luzes: agregar ao controle uma pequena lâmpada que acende quando o comando é ativado.

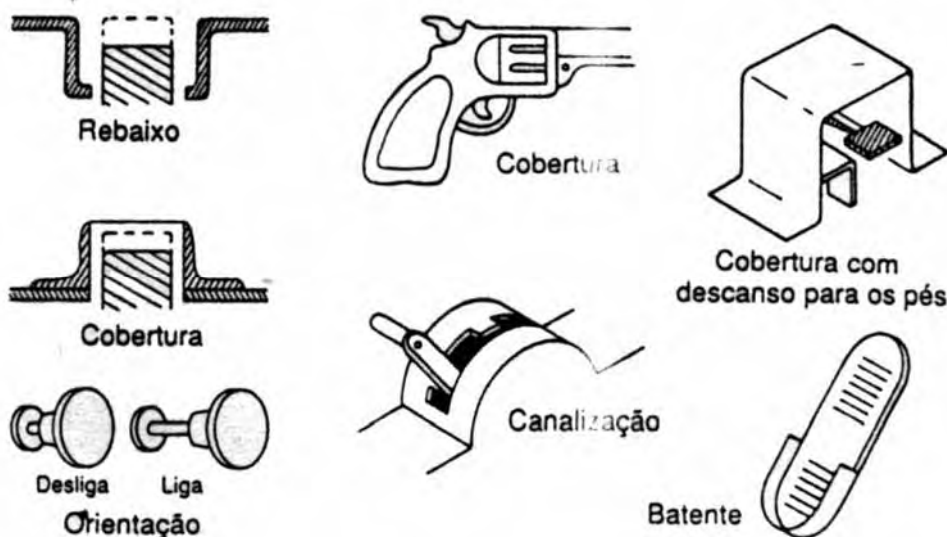


Figura 35 - Exemplos para prevenção de acidentes no uso de controles.
Fonte: Iida (2000).

Relacionado aos controles está o manejo, o qual é considerado como a área de pega para transmissão dos movimentos do homem aos comandos da máquina, para o que se utilizam quase sempre os membros superiores e inferiores. Os tipos de manejo são:

- manejo fino: realizado com as pontas dos dedos; transmite uma grande precisão e velocidade, com pequena força, ao passo que a palma de mão se mantém praticamente imóvel. A força transmitida pelo dedo polegar em oposição aos demais, pode chegar a 98 N (Figura 36 a).
- 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 392 N; levantar e abaixar peso, sem usar o tronco, transmite uma força máxima de 265 N; já, para os movimentos de empurrar e puxar esta força é de 539 N (Figura 36 b).



Figura 36 – Exemplos de manejo fino e grosseiro.
Fonte: Iida (2000).

A forma do manejo tem influência no desempenho do sistema homem-máquina, existindo basicamente dois tipos de formas, de acordo com Iida (2000):

- manejo geométrico: assemelha-se com as figuras geométricas regulares, como o cilindro, esfera, cones e paralelepípedos. Essas formas apresentam pouco contato de superfície com as mãos, por serem diferentes da anatomia humana, porém permitem maior variação de

pega, podendo ser usadas por uma variedade maior de indivíduos sem que estes sejam prejudicados. Têm a desvantagem de concentrar as tensões em alguns pontos da mão e transmitir menos força. Um bom diâmetro para transmissão de força é de 3 cm a 5 cm, já os diâmetros de 5 cm a 7 cm permitem uma boa pega, mas não transmitem boa pressão sobre a superfície. A forma geométrica é a mais adequada para pequenas forças, devido à maleabilidade de uso, resultando num trabalho menos cansativo para o operador. O uso do manejo geométrico é representado na Figura 37.

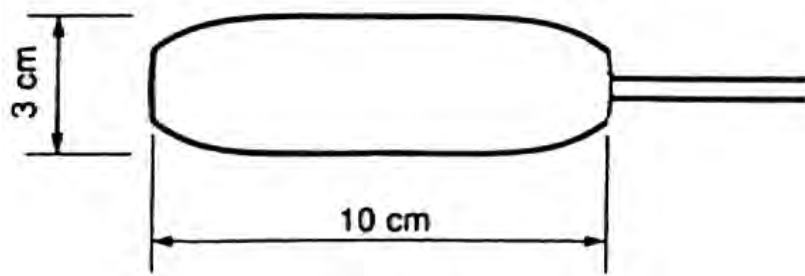


Figura 37 - Forma adequada de pega.
Fonte: Dul e Weerdmeester (2000).

- manejo antropomorfo: em geral apresenta uma superfície irregular, que molda a anatomia da parte do organismo usado para o manejo. Possui saliência para o encaixe da palma da mão, dos dedos ou da ponta dos dedos. Por apresentar maior contato com a superfície, proporciona maior firmeza e transmite muita força. Deve-se salientar que o uso contínuo deste tipo de manejo torna-se fatigante para o operador, por se limitar a uma ou duas posições.

A aplicação da ergonomia para o trabalho do homem é primordial para estabelecer o conforto e a segurança do operador, como foi visto anteriormente. Portanto, o uso e o dimensionamento errados dos controles, comandos e manejos num longo espaço de tempo, pode provocar lesões, diminuição da produtividade e irritabilidade do operador. Sendo assim, todas estas informações serão aplicadas no novo leiaute do posto de trabalho do tratorista, fazendo com que o posto de trabalho se torne totalmente uma extensão de seu corpo (DUL e WEERDMEESTER, 2000).

3.8 Dispositivos de informação

O ato de tomar uma decisão que modifique a operação de uma máquina se dá através de um mecanismo de transferência de informação da máquina para o homem. Esse dispositivo, quase sempre visual, pode ser um mostrador ou um indicador. Quanto mais simples a informação, melhor para a percepção, reduzindo-se o risco de erros, mas em algumas situações, o reforço pode favorecer a clareza da informação (DUL e WEERDMEESTER, 1995).

O mesmo autor postula que os mostradores são divididos em:

- mostradores quantitativos: é relação de duas grandezas físicas como volume, peso, comprimento, pressão, temperatura, velocidade, dentre outras. Subdividem-se em dois grupos: analógicos e digitais. Os mostradores analógicos têm uma interação entre essas grandezas, o ponteiro e a escala, já os mostradores digitais têm sua variável em números. A escala quantitativa dos mostradores divide-se em: escala fixa com ponteiro móvel; escala móvel com ponteiro fixo; e contadores analógicos e digitais, com algarismos móveis, exemplificado na Figura 38 (IIDA, 2000).

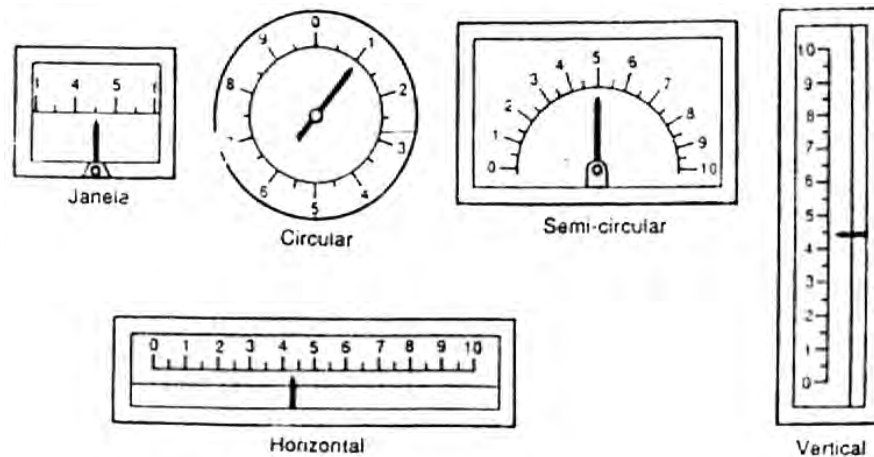


Figura 38 - Exemplos de mostradores quantitativos.
Fonte: Akso Research Laboratories (apud IIDA, 2000).

- mostradores qualitativos: apontam valores aproximados entre as grandezas, não necessitando de precisão. Podem representar uma faixa da operação. Muitos mostradores

qualitativos utilizam as cores e a iluminação para melhor visualização do mesmo, como exemplificado na Figura 39 (IIDA, 2000).

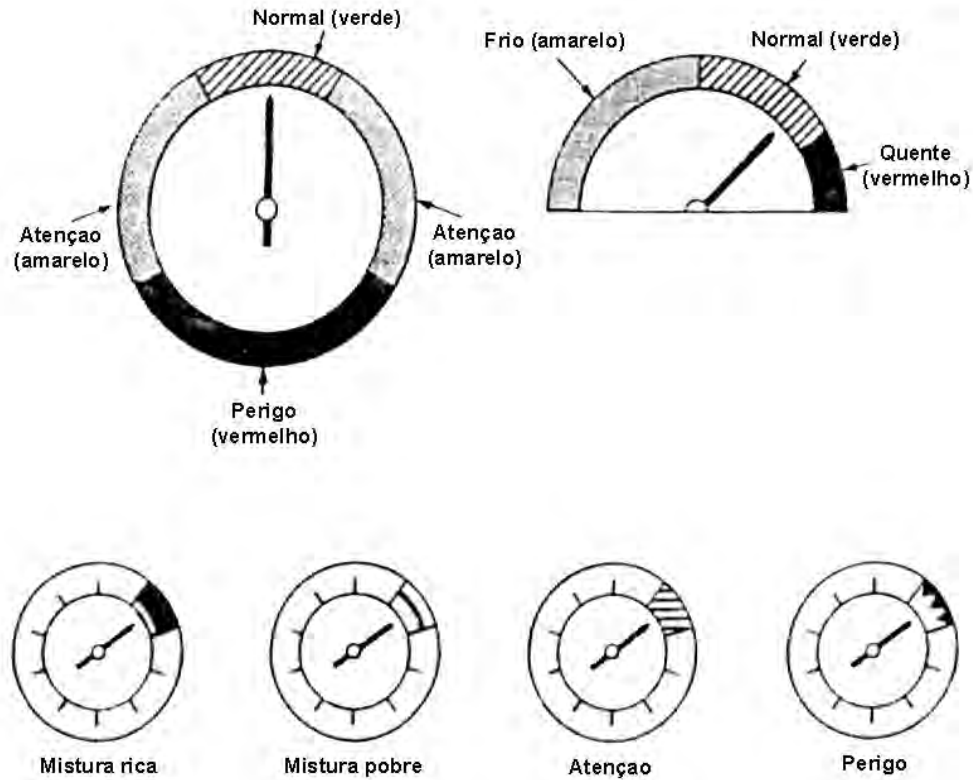


Figura 39 - Exemplos de mostradores qualitativos.
Fonte: McCormick (1970).

A utilização de mostradores circulares ou retangulares depende do arranjo espacial da máquina. Os mostradores mais importantes devem estar mais visíveis, de preferência na frente do operador e a associação do mostrador com o controle devem estar na mesma ordem. Caso o mostrador esteja relacionado com alguma operação seqüencial, o controle deve ser colocado na mesma seqüência. Os mostradores devem ser unidos por tipos e funções (IIDA, 2000).

Para que se faça uma leitura rápida e sem erros, a forma de utilização da escala é muito importante. Grandjean (1998) recomenda as seguintes dimensões mostradas na Tabela 12.

Tabela 12 - Dimensões mínimas de graduação.

Altura do maior traço da escala	$a / 9$
Altura do traço médio da escala	$a / 12,5$
Altura do menor traço da escala	$a / 20$
Espessura do traço da escala	$a / 500$
Distância entre 2 traços pequenos da escala	$a / 60$
Distância entre 2 traços grandes da escala	$a / 5$
(a = distância de leitura em cm)	

Fonte: Grandjean (1998).

Para uma melhor concepção dos mostradores deve-se levar em conta outros fatores segundo o mesmo autor:

- o dimensionamento dos traços da escala, altura e espessura, devem ser lidos com o mínimo de risco de erro, até com baixa iluminação;
- a informação deve adequar-se às necessidades; escalas devem corresponder às exigências necessárias; e as informações qualitativas devem ser simples e inequívocas;
- o mostrador deve proporcionar uma leitura e interpretação fáceis; as conversões de unidades devem ter fatores como 10 ou 100;
- subdivisões devem ser de 1,2 ou 5;
- é oportuno dar à extremidade do ponteiro a mesma espessura do traço da escala, porém com um ângulo; a extremidade do ponteiro nunca deve cobrir os números nem os traços da escala; considere-se um espaço mínimo entre a extremidade do ponteiro e a escala;
- os ponteiros, os números e a escala devem estar num mesmo plano; o ponteiro e a escala devem ter uma posição em ângulo reto em relação à linha de visão.

3.8.1 Cores e contrastes

A definição das cores nos dispositivos de informação pode alterar a qualidade do trabalho, a produtividade e a fadiga do operador. Aponta-se em diversos estudos que a cor exerce uma influência no emocional humano e na parte física do olho (IIDA, 2000).

Segundo Farina (1982), a cor recebe diferentes interpretações dos povos e das suas variadas culturas e está intimamente ligada aos costumes e à história de cada civilização.

A reação do indivíduo à cor é uma maneira particular e subjetiva e está relacionada a vários fatores. Porém, estão relacionados certos significados a determinadas cores, no contexto básico do indivíduo na sociedade (FARINA, 1982).

O uso correto das cores no posto de trabalho pode ter valores significativos, se estas estiverem associadas com a iluminação, podendo-se chegar a uma economia de 30% em energia e de 80% a 90% em produtividade. Porém, não se recomenda pintar o equipamento todo de uma única cor, diferenciando-se as cores nas partes perigosas e móveis e usando-se cores foscas para menor reflexão em relação ao operador. A disposição das cores no posto de trabalho deve conciliar equipamento, máquinas, controles e mostradores, havendo necessidade de um maior contraste e uma melhor iluminação em certos pontos (IIDA, 2000).

De acordo com a norma NBR 7195 (1995), com o título de “Cores de Segurança”, são recomendadas oito cores para segurança:

- vermelho: indicado para advertência e perigo, sob forma de luzes ou botões interruptores de circuitos elétricos;
- alaranjado: em partes móveis e perigosas de máquinas e equipamentos;
- amarelo: indica cuidado em escadas, vigas, partes salientes de estrutura, bordas perigosas, equipamentos de transporte e de manipulação de material. Combinado com faixas ou quadrados pretos, pode ser utilizado para melhor visibilidade em áreas perigosas;
- verde: indicado para segurança industrial, identifica equipamentos de primeiros socorros, quadros para exposição de cartazes sobre segurança.;
- azul: em equipamentos fora de serviço, pontos de comando e partidas ou fontes de energia.
- púrpura: para perigo proveniente da radiação eletromagnética penetrante de partículas nucleares;
- branco: para delimitar áreas de armazenagem e corredores, localização de equipamentos de socorros, combate aos incêndios, coletores de resíduos;
- preto: aponta os coletores de resíduos.

Segundo Farina (1982), o contraste pode ser definido como a quebra de harmonia das cores. Uma utilização adequada das cores contrastantes pode oferecer um

caráter de vivacidade pela tensão proporcionada.

A legibilidade das cores está relacionada ao contraste. Para Iida (2000), a visibilidade das cores sobre a mente humana define-se com base em diversos estudos. Os contrastes que apresentam melhor legibilidade são apresentados a seguir em ordem decrescente:

- a. azul sobre o branco;
- b. preto sobre o amarelo;
- c. verde sobre o branco;
- d. preto sobre o branco;
- e. verde sobre o vermelho;
- f. vermelho sobre o amarelo;
- g. vermelho sobre o branco;
- h. laranja sobre o preto;
- i. preto sobre o magenta;
- j. laranja sobre o branco.

Além destes fatores, a legibilidade depende de outros itens, como o tipo de letra e suas proporções, iluminação do ambiente, movimentos da imagem e do espectador (IIDA, 2000).

3.9 Sistema CAD

O sistema CAD (Computer Aided Design ou Projeto Auxiliado por Computador) é uma técnica de interação do homem com a máquina, os quais juntos formam um grupo para resolver as dificuldades do projeto, aproveitando-se as melhores características de cada um. Este trabalho tem melhores resultados do que o trabalho de cada um sozinho. Para um bom resultado deve-se levar em consideração as características individuais do

homem e do computador e analisar onde cada um pode auxiliar o outro (BESANT, 1988).

Segundo Besant (1988), os dois quase sempre são complementares entre si; em alguns casos o homem é superior, em outros, o computador. A combinação de suas qualidades é um fator importante, em relação ao sistema CAD. Pode-se aproveitar o melhor de cada um, conforme apresentado na Tabela 13.

As características que dizem respeito ao sistema CAD são as seguintes:

- lógica de construção de projeto: o método de construção do projeto;
- manipulação das informações: o armazenamento e a comunicação das informações do projeto;
- modificação: a manipulação de erros e as mudanças no projeto;
- análise: o exame do projeto e dos fatores que o influenciam.

Tabela 13 - Características do homem e do computador.

	Homem	Computador
Método de raciocínio e lógica	Intuitivo por experiência, imaginação e julgamento.	Sistemático e estabilizado.
Nível de inteligência	Aprende rapidamente, mas é seqüencial. Inteligência não confiável.	Pouca capacidade de aprendizado, mas nível de inteligência confiável.
Método de entrada de informações	Grandes quantidades de entrada de uma só vez, através da visão e audição.	Entrada seqüencial estilizada.
Método de saída de informações	Saída seqüencial lenta através da fala ou de ações manuais.	Saída seqüencial estilizada rápida pelo equivalente às ações manuais.
Organização da informação.	Informal e intuitiva.	Formal e detalhada.
Esforço envolvido na organização da informação	Pouco.	Muito.
Armazenamento de informação detalhada	Pouca capacidade, altamente dependente do tempo.	Grande capacidade, independente do tempo.
Tolerância para trabalhos simples e repetitivos	Pouca.	Excelente.
Capacidade para extrair informações significativas	Boa.	Ruim.
Produção de erros	Frequente	Rara

Tolerância de informações errôneas	Boa correção intuitiva de erros.	Altamente intolerante.
Método para detecção de erros	Intuitivo	Sistemático
Método para edição de informações	Fácil e instantâneo.	Difícil e envolvido.
Capacidade de análise	Boa análise intuitiva, capacidade de análise numérica ruim.	Nenhuma análise intuitiva, boa capacidade de análise numérica.

Fonte: Besant (1988).

Com auxílio do computador, o desenvolvimento de um projeto torna-se mais rápido e confiável. Segundo Zanetti (2004), há várias etapas no processo com o uso do computador, a primeira das quais relaciona-se às empresas que não possuem o sistema CAD, seguido pelos sistemas 2D (bidimensional), 3D (tridimensional), DMU (Digital Mockup), Processo digital e a vida do produto digital, exemplificado na Figura 40.

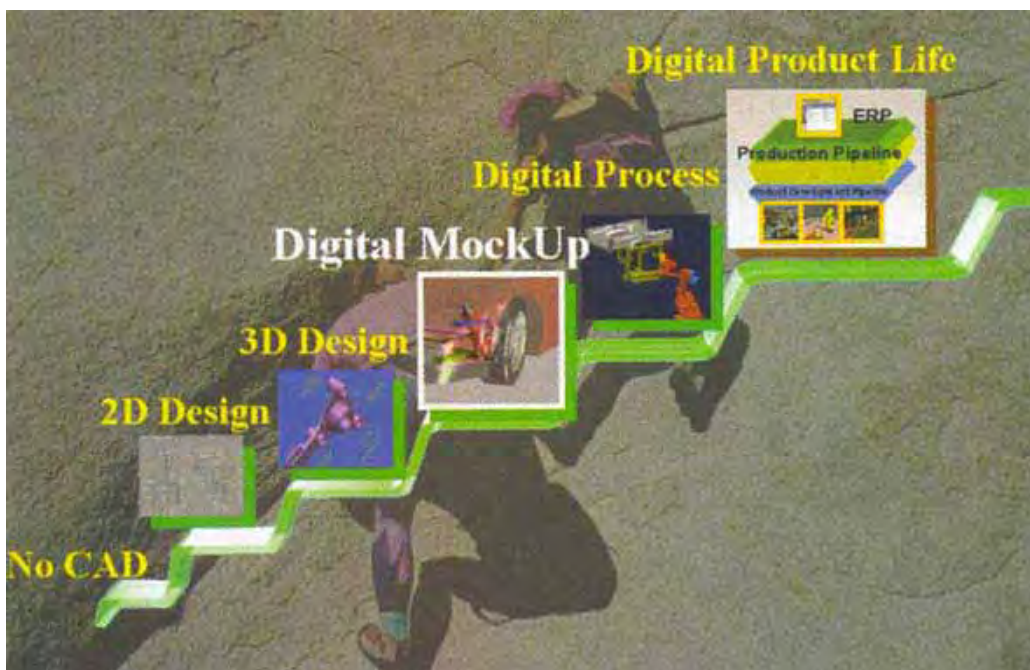


Figura 40 - Etapas do sistema CAD.
Fonte: Zanetti (2004)

Hoje em dia, entre os sistemas 3D tem-se o DMU (Digital Mockup), no qual se pode fazer a montagem de todas as peças de um produto, verificar seus movimentos, interferências, seqüências de montagem e desmontagem e simulação do

operador. Para simulação de resistências de materiais, é utilizado o sistema CAE (Computer Aided Engineering), engenharia auxiliada por computador, que simula a resistência e a fadiga do material em relação ao conjunto.

Segundo Indústrias... (2003), empresas no ramo agrícola utilizam estas tecnologias para projetos de tratores e equipamentos. As empresas multinacionais desenvolvem projetos em parceria com fábricas instaladas no Brasil e com outras unidades em países estrangeiros. Com esta troca de informações e experiências, os projetos trabalham em um país e seguidamente em outro. Para que o projeto continue, é necessário que a plataforma do “software” adotada seja a mesma em todas as unidades da empresa. Atualmente estas empresas tendem a desenvolver algumas modificações para o mercado brasileiro, tendo em vista o clima e fatores antropométricos da população brasileira.



Figura 41 - Projeto de trator fabricado pela AGCO.
Fonte: Indústrias (2003).

Com o progresso tecnológico já é possível o desenvolvimento virtual de um trator, conforme mostrado na Figura 41.

3.10 Normas

No Brasil a normalização técnica é gerida pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Desde a sua fundação, em 1940, a ABNT é membro fundador da ISO (International Organization for Standardization), da COPANT (Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas) e da AMN (Associação Mercosul de Normalização) (ABNT, 2005).

Tendo como equivalente da International Organization for Standardization, por exemplo, a norma ISO 4253 (1977), está recebe a numeração de norma NBR/ISO 4253 (1999).

A norma NBR/NM/ISO 5353 (1999) - Máquinas rodoviárias e tratores e máquinas agrícolas e florestais - Ponto de referência do assento ou SIP, é o ponto inicial que estabelece dimensões para o assento do operador e a localização dos controles, como é mostrado nas Figuras 42 a 44.

O Projeto de Norma 05.108.01.004 é a norma ISO 4253 (1977) que tem como título Tratores agrícolas - Acomodação do assento do operador – Dimensões, tem como definições:

- comprimento do assento na frente do SIP: distância horizontal paralela ao plano longitudinal do veículo, medida a partir da extremidade dianteira da almofada do assento (deslocamento de 15 cm em ambos os lados da linha de centro longitudinal) até o plano transversal vertical que compreende o ponto de referência do assento.
- largura da almofada do assento: Largura medida ao longo do plano transversal através do ponto de referência do assento.
- pedal(is): Qualquer um ou todos os pedais da embreagem, freio e acelerador.

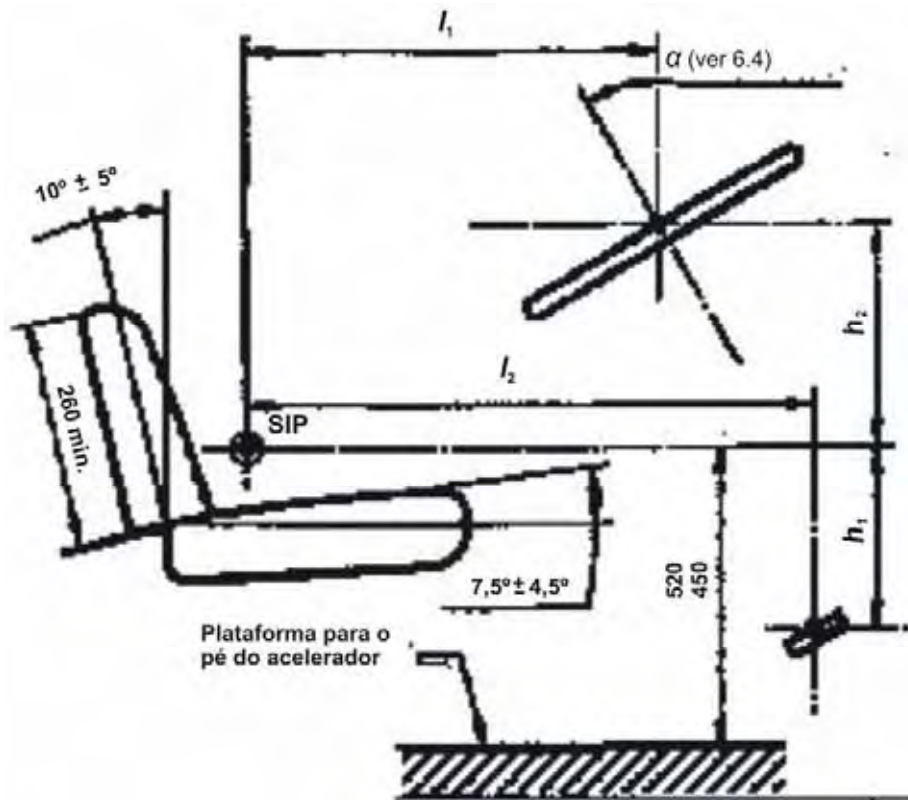


Figura 42 - Acomodação do assento do operador, vista lateral
Fonte: Norma NBR/NM/ISO 5353 (1999).

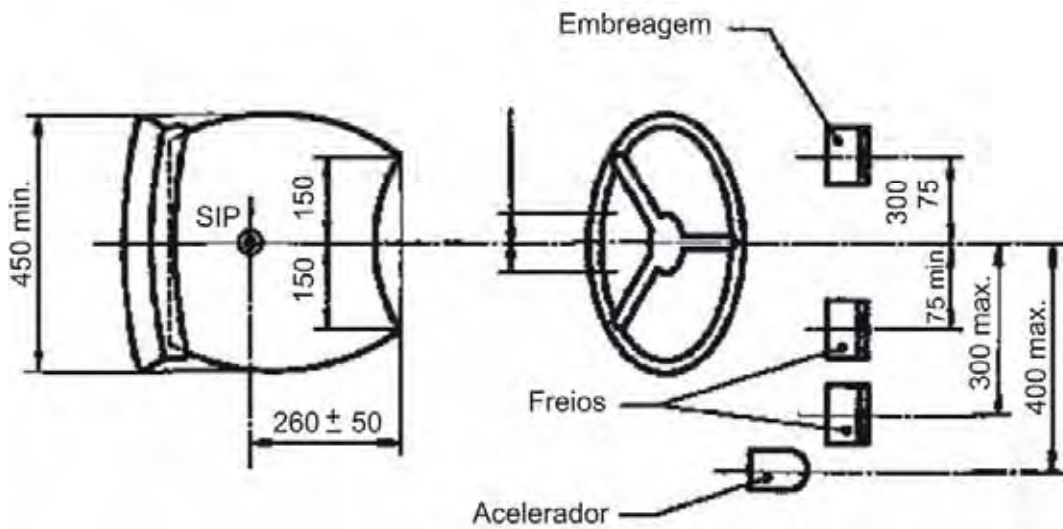


Figura 43 - Acomodação do assento do operador, vista superior.
Fonte: Norma NBR/NM/ISO 5353 (1999).

O posicionamento dos pedais de embreagem e freio a partir do SIP está na inteira dependência do ângulo entre a perna superior e a inferior do operador. As dimensões l_1 e h_1 (ver Figura 42) e suas relações mútuas são dadas na Figura 44. À distância do acelerador de pedal à frente do eixo transversal, através do SIP, não deve ser maior que 90% de l_1 .

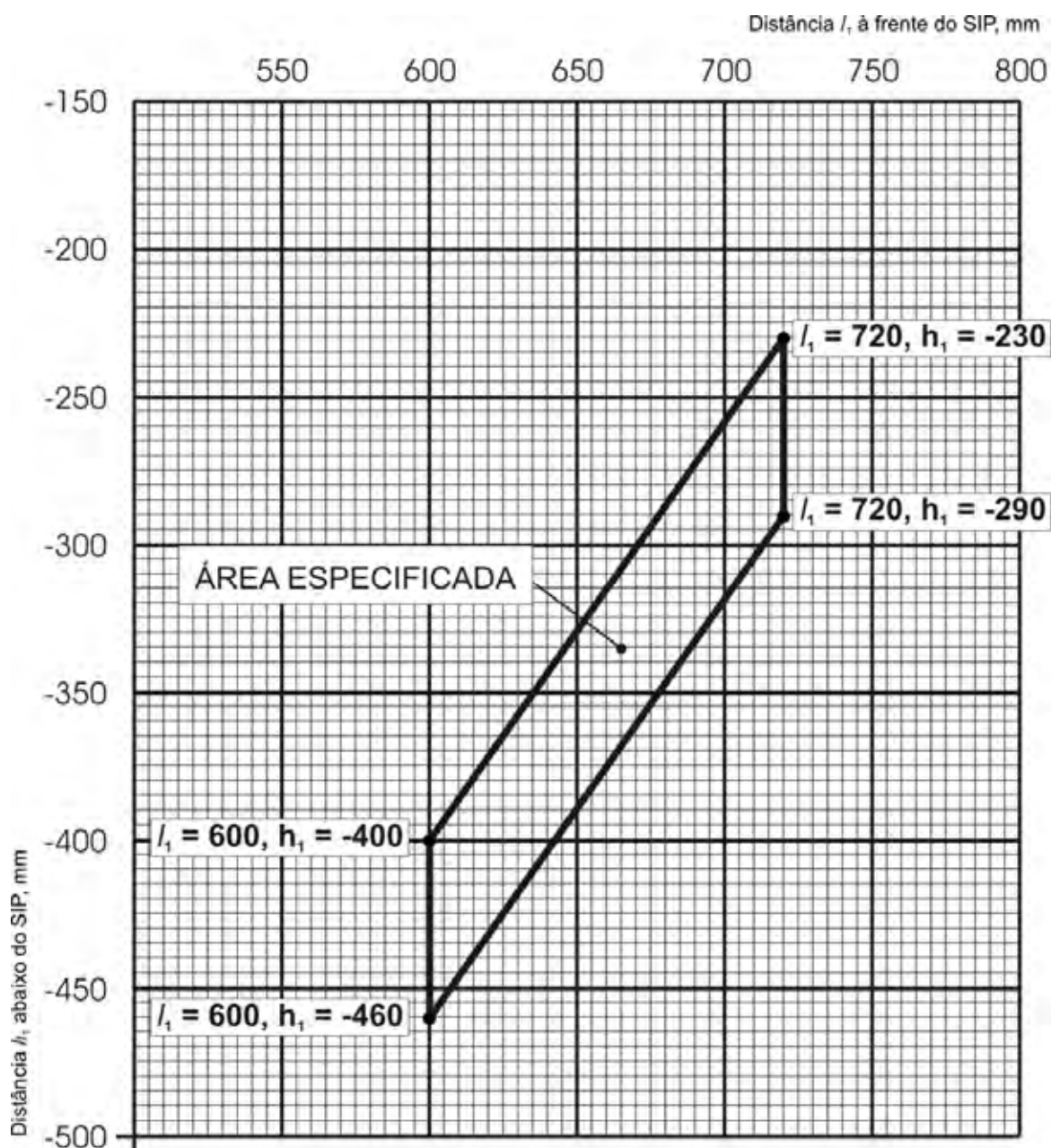


Figura 44 - Posição do pedal em relação ao SIP
Fonte: Norma NBR/NM/ISO 5353 (1999).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo subdivide-se em duas etapas: a primeira elucida a análise ergonômica dos controles e mostradores dos respectivos tratores. Os dados coletados foram analisados para se obter uma relação comparativa entre a situação real e as referências bibliográficas relacionadas à ergonomia. A segunda etapa refere-se à entrevista com os operadores que utilizam os tratores analisados e as suas opiniões sobre os mesmos.

4.1 Material

4.1.1 Tratores utilizados para avaliação

Para a avaliação do posto de trabalho do tratorista, foram utilizados tratores na mesma faixa de potência (73.550 W) e concorrentes diretos no mercado nacional, no período da pesquisa. Os tratores utilizados para a pesquisa foram:

- trator marca New Holland (CNH Latino Americana Ltda), modelo 7630, potência bruta de 75.756 W no motor de quatro cilindros, tração 4x4, peso de 31.283 N (sem lastro, acessórios e combustível), cabina toldo, representado na Figura 45.
- trator marca Massey Ferguson (AGCO do Brasil Com. E Ind. Ltda.), modelo 292, potência bruta de 77.227 W no motor de quatro cilindros, tração 4x4, peso de 38.638 N (peso de embarque), cabina toldo, representado na Figura 46.
- trator marca Valtra (Valtra do Brasil S.A.), modelo BM 100, potência bruta de 73.550 W no motor de quatro cilindros, tração 4x4, peso de 37.657 N (sem contrapesos), cabina toldo, representado na Figura 47.
- trator marca John Deere (John Deere do Brasil S.A.), modelo 6405, potência bruta de 77.963 W no motor de quatro cilindros, tração 4x4, peso de 41.678 N (sem lastro com eixo traseiro tipo pinhão e cremalheira), cabina toldo, representado na Figura 48.²



Figura 45 - Trator New Holland 7630.

² As marcas e modelos mencionados não indicam qualquer recomendação pelo autor, que assume uma postura imparcial em relação à preferência.

Os tratores analisados foram gentilmente cedidos pelas concessionárias dos respectivos modelos para avaliação em suas próprias dependências.



Figura 46 - Trator Massey Ferguson 292.



Figura 47 - Trator Valtra BM 100.



Figura 48 - Trator John Deere 6405

Dentre os 198 modelos de tratores de rodas produzidos no Brasil, entre todas as faixas de potências segundo a ANFAVEA (2005). A produção destes quatro modelos em 2004 foi de 8.281 tratores, representando um total de 15,7 % do mercado nacional, um valor representativo em relação a uma produção total de 52.768 tratores de rodas no ano de 2004. Por serem concorrentes diretos e por estarem entre os mais vendidos no Brasil, a área de abrangência da pesquisa foi mais ampla obtendo um maior número de operadores que utilizam esses modelos.

4.1.2 Operadores

Neste trabalho, foi feita uma pesquisa com os operadores de tratores, sendo um total de sessenta e seis, os quais utilizam os modelos de tratores citados, pertencentes à região norte do estado do Paraná, entre pequenos agricultores, funcionários públicos e estudantes universitários.

4.1.3 Ambiente de coleta de dados para a pesquisa

Os dados foram coletados em cursos preparatórios para tratoristas, em pequenas propriedades rurais na região norte do estado do Paraná e na Universidade Estadual de Londrina (UEL).

4.1.4 Equipamentos

Para a elaboração deste trabalho, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- uma trena de aço Starrett 3 m, graduada em centímetros, para obtenção das medidas dos controle e mostradores;
- uma câmera fotográfica Canon A80, para a demonstração visual dos controles e mostradores;
- uma prancheta, para o preenchimento do termos de consentimento, questionario e coleta de dados;
- um microcomputador Athlon XP 1200, para inserção de dados, avaliação e resultados da avaliação;
- três hastes de madeira graduadas, para centralizar as coordenadas x,y e z;
- uma calculadora científica Casio Fx 82 ms, para coleta e análise de dados;
- quatro manuais dos tratores pesquisados, para identificação dos comando;
- uma impressora HP 695C, para reproduzir os dados do ensaio.

4.2 Métodos

4.2.1 Metodologia para a avaliação do posto de trabalho.

O presente trabalho faz uma análise do posto de trabalho, conforme

Iida (2000) afirma a abordagem ergonômica no nível de um trabalhador (microergonomia) e seu ambiente de trabalho, analisando sua tarefa, a postura, os movimentos do trabalhador e das suas exigências físicas e psicológicas.

O procedimento metodológico utilizado foi a da análise ergonômica do trabalho (AET), descrita por Fialho e Santos (1997), a qual se divide em análise da demanda, análise da tarefa e análise das atividades.

A primeira etapa foi de estipular à análise da demanda, definindo o problema do posto de trabalho do tratorista, obtendo dados da situação de trabalho e formular hipóteses prévias, como por exemplo: acionamento acidental por falta de informação no comando.

Para esta avaliação foi utilizada a ergonomia do arranjo físico, citada por Santos (2004), a qual analisa o leiaute para um melhor posicionamento dos comandos, tendo como referência a estatura do homem, relacionando à área de alcance dos membros superiores, tendo como início da medida a articulação do ombro, recomendado por Iida (2000) e Grandjean (1998).

Para os membros inferiores Tilley e Dreyfuss (2001) e McCormik (1980) recomendam normas para as áreas de trabalho para os pés, angulação da perna a partir da articulação da mesma e os espaços entre os comandos.

Para essa avaliação ergonômica dos controles foi determinado o modelo do controle, tipo de acionamento, botão ou alavanca, movimentação, alcance vertical e horizontal, dificuldade de manuseio, informação do comando, pega e possíveis acidentes ocasionados por seu posicionamento incorreto.

Na análise da tarefa, na qual se baseia a condição de trabalho, foram utilizadas as hipóteses formuladas na primeira fase, delimitando o sistema homem / tarefa analisado; definindo funções específicas do sistema, realizando uma avaliação ergonômica exigida no trabalho e confrontando com as hipóteses levantadas na análise da demanda.

Para a análise das atividades foi feita a entrevista com os operadores de tratores para obter informações das condições de trabalho a qual estão envolvidos; suas cargas horárias, conhecimento dos comandos, posicionamento dos comandos e mostradores,

acionamentos acidentais, acionamento do comando, dentre outros.

Dentre as variáveis que a ergonomia analisa, o presente trabalho reservou-se algumas, dividida entre o homem, máquina, ambiente e sistema, exemplificada na Tabela 14.

Tabela 14 - Variáveis utilizadas na pesquisa.

HOMEM	MÁQUINA	AMBIENTE	SISTEMA
ANTROPOMETRIA	NÍVEL TECNOLÓGICO	FÍSICO	
Dimensões do corpo	Decisões	Iluminação (reflexo do sol)	
Alcances e movimentos			
	DIMENSÕES	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	POSTO DE TRABALHO
	Volumes	Horários	Postura
	Formas	Turnos	Movimentos
	Distâncias		Informações
	Ângulos		
	Áreas		
	MOSTRADORES		
	Visuais		
	Diais		
	Indicadores		
	Contadores		
	Luzes		
	TÁTEIS		
	Estático		
	Dinâmico		
	CONTROLES		
	Manuais		
	Pedais		
	Compatibilidade		
	ARRANJOS		
	Posições de displays e controles		

4.2.2 Levantamento de Dados

4.2.2.1. Obtenção das Medidas do Posicionamento dos Controles e Mostradores do Posto de Trabalho

Para a análise, levando-se em conta a posição do assento na regulagem mediana e usando-se trenas de aço graduadas em centímetros e pequenas hastes de madeira para a centralização das coordenadas em relação às distâncias do SIP, conforme a norma NBR 5353 (1999), foram obtidas as medidas dos controles e mostradores a partir do SIP, nas três coordenadas (x, y e z), como mostra a Figura 49. Posteriormente os dados foram inseridos no sistema CAD. Essas medidas foram obtidas sem o operador.

Numa segunda etapa foram considerados, segundo Neveiro et al. (1998), os dados antropométricos padrões do homem brasileiro, que é de 169,9 cm de estatura e massa corpórea de 67,2 kg (659 N), examinando-se se todas as regulagens do assento estavam na posição média. Pediu-se que ocupasse o assento um operador cuja massa corpórea era ao redor de 67 kg (657 N), e foi verificada a alteração da medida relacionada ao piso do trator. Considerando essa redução na medida no eixo z, foram alteradas as medidas dos controles e mostradores no sistema CAD.



Figura 49 - Exemplo da obtenção das coordenadas.

Para uma melhor compreensão, foram enumerados os comandos e mostradores, conforme Tabela 15, para facilitar a visualização da avaliação.

Tabela 15 - Numeração dos comandos e mostradores.

Nº	Comandos	Nº	Comandos
1	Interruptor de partida	21	Alavanca de mudança /câmbio
2	Partida a frio	22	Alavanca alta e baixa/grupos
3	Tração	23	Alavanca de regime ou reversor
4	Redução	24	Luzes/Farol
5	Tomada de força (TDP/TDF)	25	Luzes/Farol – alta e baixa
6	Velocidade da TDP/TDF	26	Volante
7	Controle remoto1	27	Botão do alerta
8	Controle remoto2	28	Alavanca de seta
9	Alavanca de profundidade	29	Buzina
10	Tecla de levantar e abaixar	30	Regulagem do volante
11	Limitador de altura		Mostaradores
12	Velocidade da descida	31	Conta-giros
13	Limitador de curso	32	Marcador de combustível
14	Seletor de sensibilidade	33	Horímetro
15	Bloqueio do diferencial	34	Temperatura da água
16	Acelerador manual	35	Pressão do óleo
17	Acelerador de pé	36	Carga do alternador
18	Freio	37	Indicador do bloqueio do diferencial
19	Embreagem	38	Obstrução do filtro de ar
20	Freio de estacionamento	39	Indicador da tomada de força ligada

4.2.3 Avaliação Ergonômica

Para a análise dos resultados foi considerada a regulagem do posicionamento do assento: as medidas variaram na coordenada y de $-7,5$ cm a $7,5$ cm.

Para uma melhor compreensão dos resultados, foram elaboradas quatro figuras do posto de trabalho de cada trator na seguinte ordem:

- Zonas de alcances preferenciais e máximos para os membros superiores no plano sagital vertical e na posição sentado segundo Iida (2000), área ótima e máxima para controles ativados com os pés, como não há estudos para áreas dos membros inferiores com o padrão brasileiro foi utilizado o padrão americano, conforme McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001) (Figuras 50, 54, 58 e 62).

- Espaço do plano sagital vertical para os membros superiores segundo a linha normal de visão, conforme o entendimento de Grandjean (1998) (Figuras 51, 55, 59 e 63).
- Zonas de alcances preferenciais para os membros superiores, máximos no plano sagital horizontal para a posição sentada, segundo Iida (2000), e área útil para controles ativados com os pés, conforme McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001) (Figuras 52, 56, 60 e 64).
- Zona de alcance no plano sagital horizontal com escalas de alcances, até 35 cm, de 35 a 45 cm, de 45 a 55 cm e de 55 a 65 cm, segundo Grandjean (1998) (Figuras 53, 57, 61 e 65).

Feitas as figuras e a avaliação dos comandos e mostradores dos quatro tratores, em primeira etapa foram divididos os trinta comandos e nove mostradores, que posteriormente foram inseridos em formato de tabelas para facilitar a avaliação e a comparação dos modelos.

4.2.4 Pesquisa de opinião

4.2.4.1. Introdução à pesquisa

O trabalho teve como objetivo a busca de informações sobre a opinião do operador de trator e suas necessidades em relação aos controles e mostradores dos tratores pesquisados. O trabalho diário no campo e as experiências práticas são de extrema importância para a inclusão de novas sugestões.

Para a entrevista com o tratorista foi elaborado um questionário estruturado com quinze perguntas fechadas, de caráter qualitativo e de natureza exploratória, como vistas a elucidar os comandos e mostradores do trator.

Para a entrevista foi feita uma abordagem direta com os tratoristas que trabalham diariamente com os modelos de tratores analisados.

4.2.5 Análise estatística dos dados da pesquisa com o operador.

Os resultados obtidos foram tabulados, utilizando-se o *software Microsoft Excel* e posteriormente analisados através do *software R-Projetct*.

As análises estatísticas foram feitas com técnicas estatísticas aplicadas à contagem dos dados por meio de tabelas de frequência e utilização de testes não-paramétricos para dados categorizados, Qui-quadrado e Exato de Fisher no nível de significância $\alpha= 0, 05$, ou seja, 5% respectivamente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 50, 51, 54, 55, 58, 59, 62 e 63, são referentes às coordenadas y no eixo horizontal e z no eixo vertical.

As Figuras 52, 53, 56, 57, 60, 61, 64 e 65, são referentes às coordenadas x no eixo horizontal e y no eixo vertical.

5.1.1 Trator modelo New Holland 7630

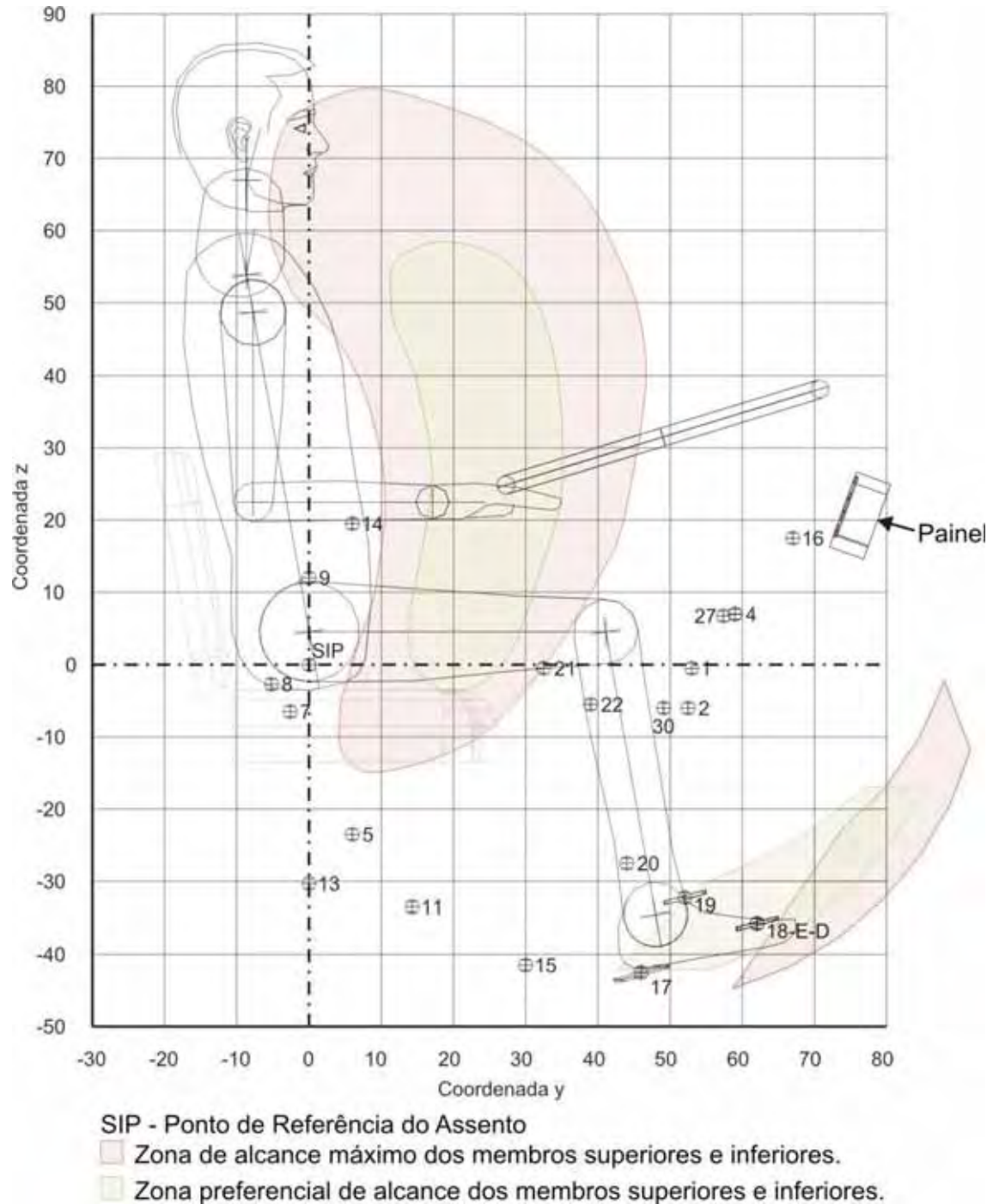


Figura 50 - Zona de alcance recomendada no plano sagital para os membros superiores e inferiores do operador no posto de trabalho do trator New Holland 7630, segundo McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).

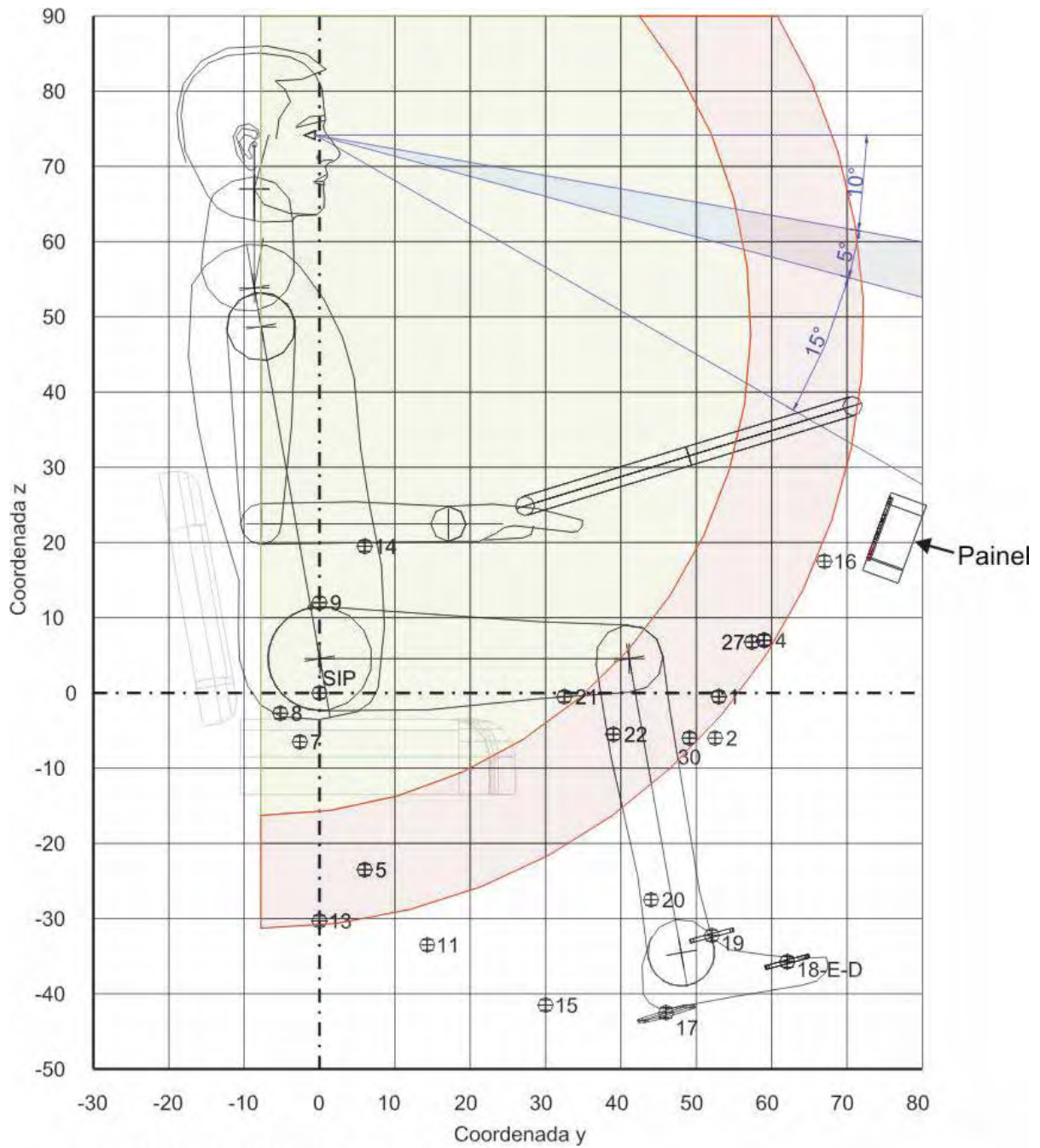


Figura 51 - Espaço do plano sagital vertical para os membros superiores e linha normal de visão do operador no posto de trabalho do trator New Holland 7630, segundo Grandjean (1998).

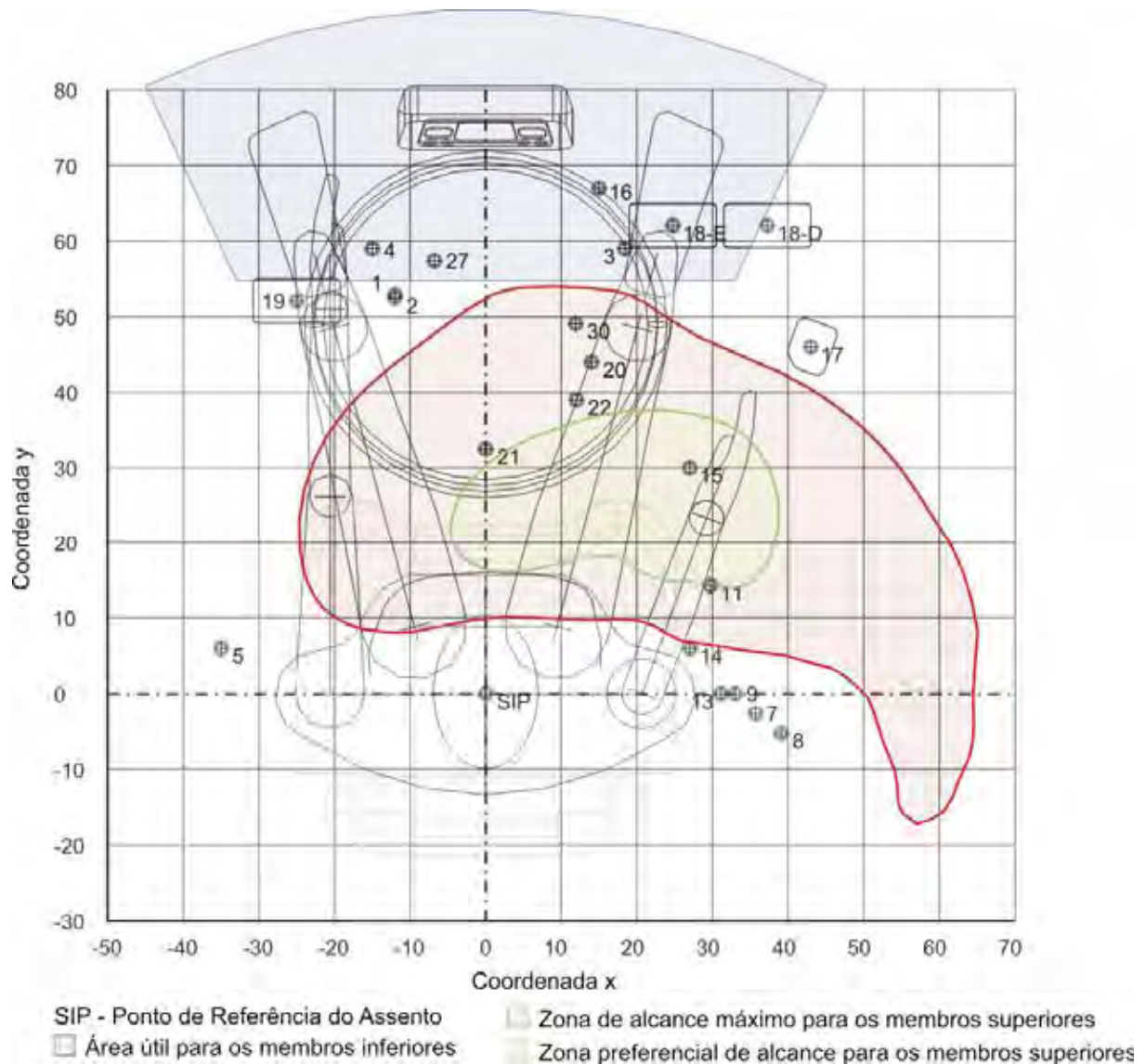


Figura 52 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital horizontal e área útil para controles ativados com os pés do operador no posto de trabalho do trator New Holland 7630, segundo Iida (2000), McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).

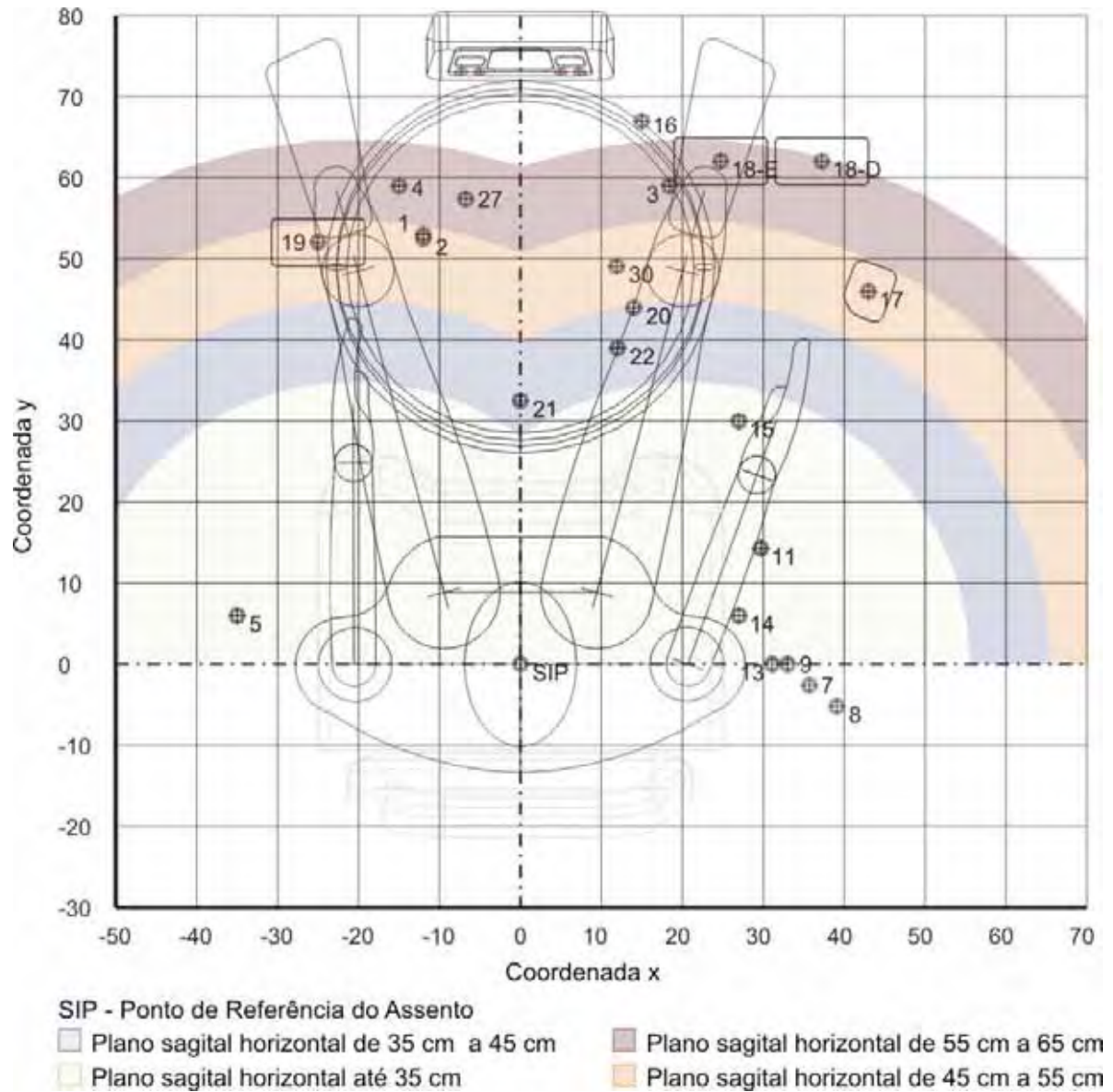


Figura 53 - Zona de alcance para o plano sagital horizontal para membros superiores do operador no posto de trabalho do trator New Holland 7630, segundo Grandjean (1998).

5.1.2 Trator modelo Massey Ferguson 292

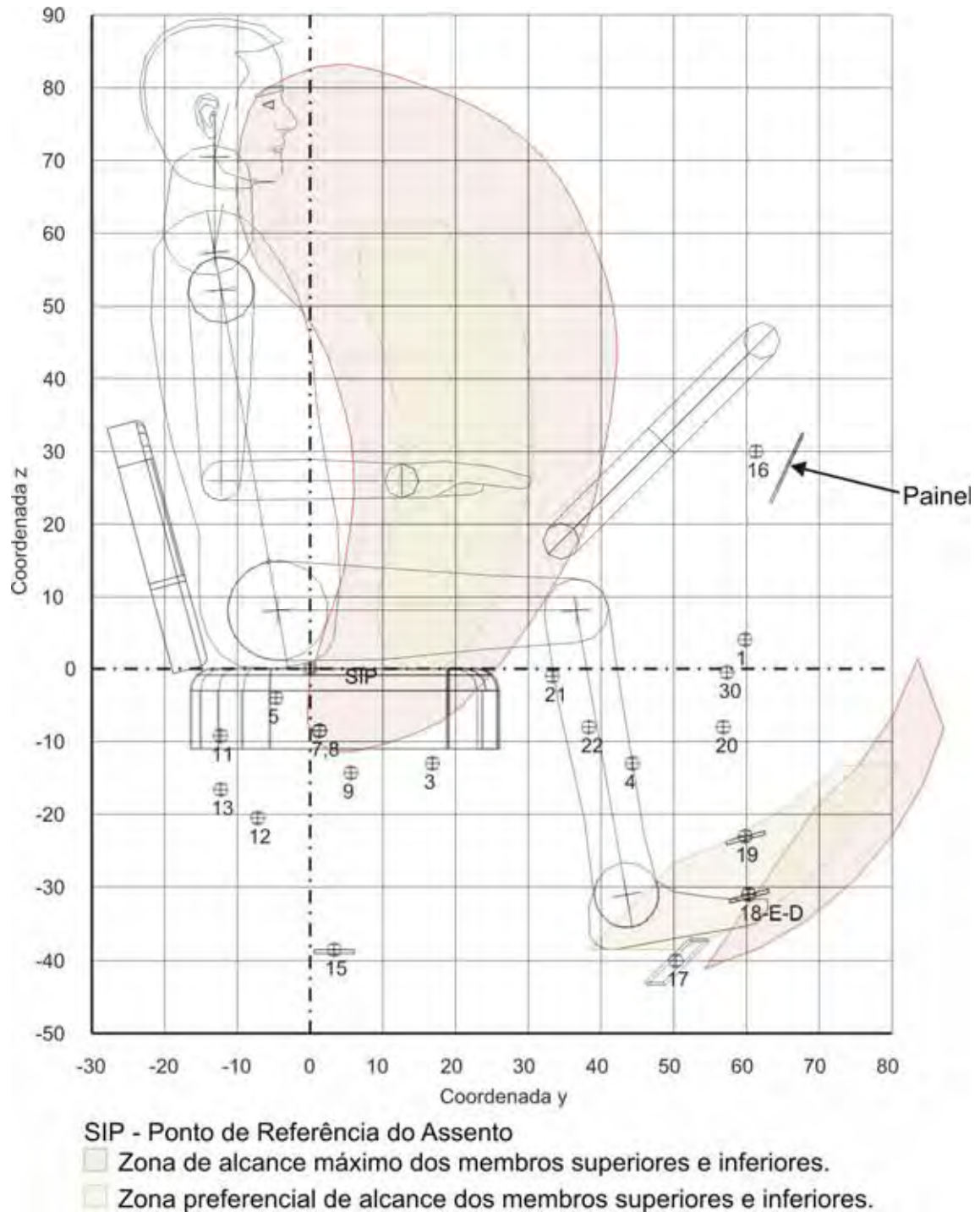


Figura 54 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital para os membros superiores e inferiores do operador no posto de trabalho do trator Massey Ferguson 292, segundo McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).

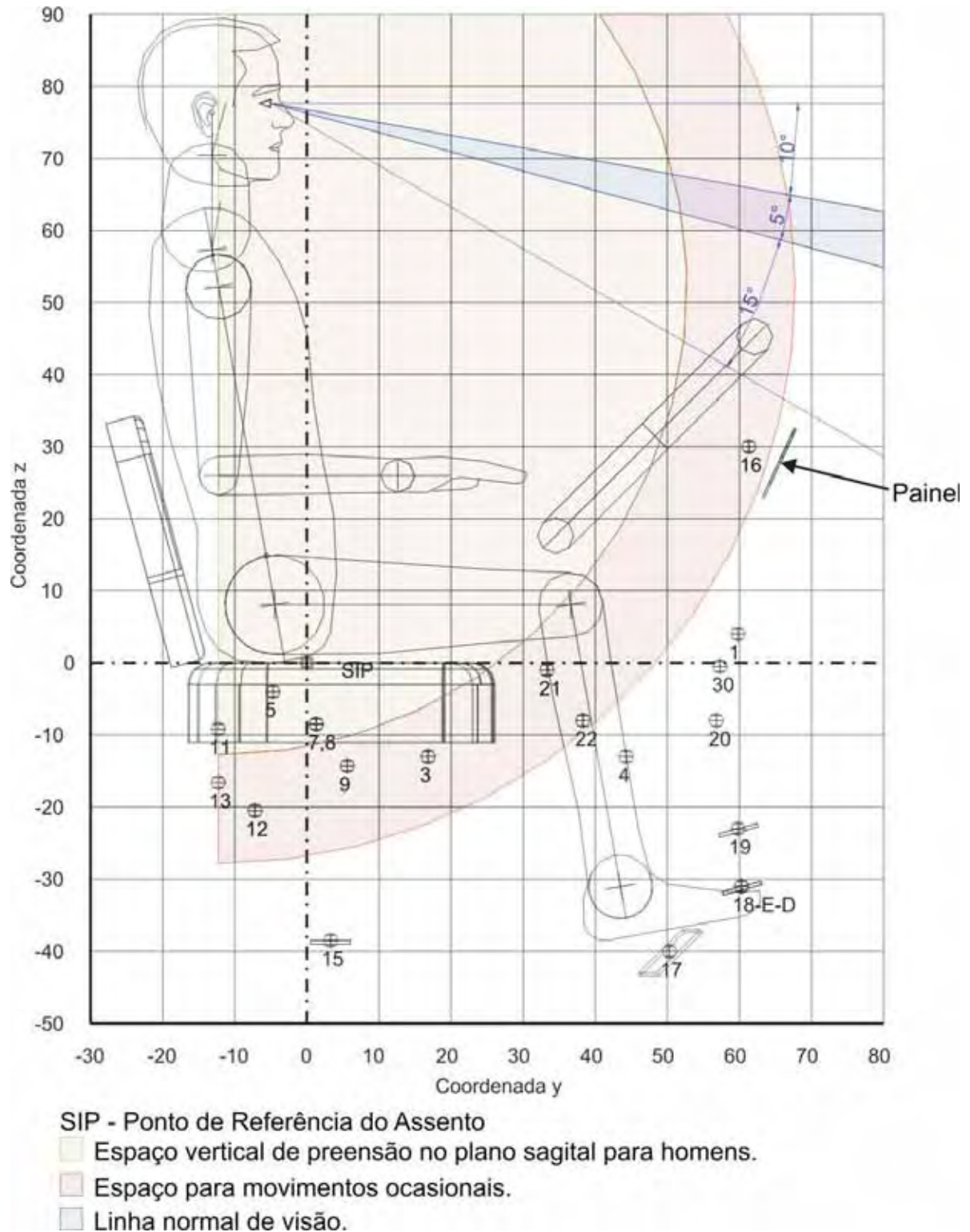


Figura 55 - Espaço do plano sagital vertical para os membros superiores e linha normal de visão do operador no posto de trabalho do trator Massey Ferguson 292, segundo Grandjean (1998).

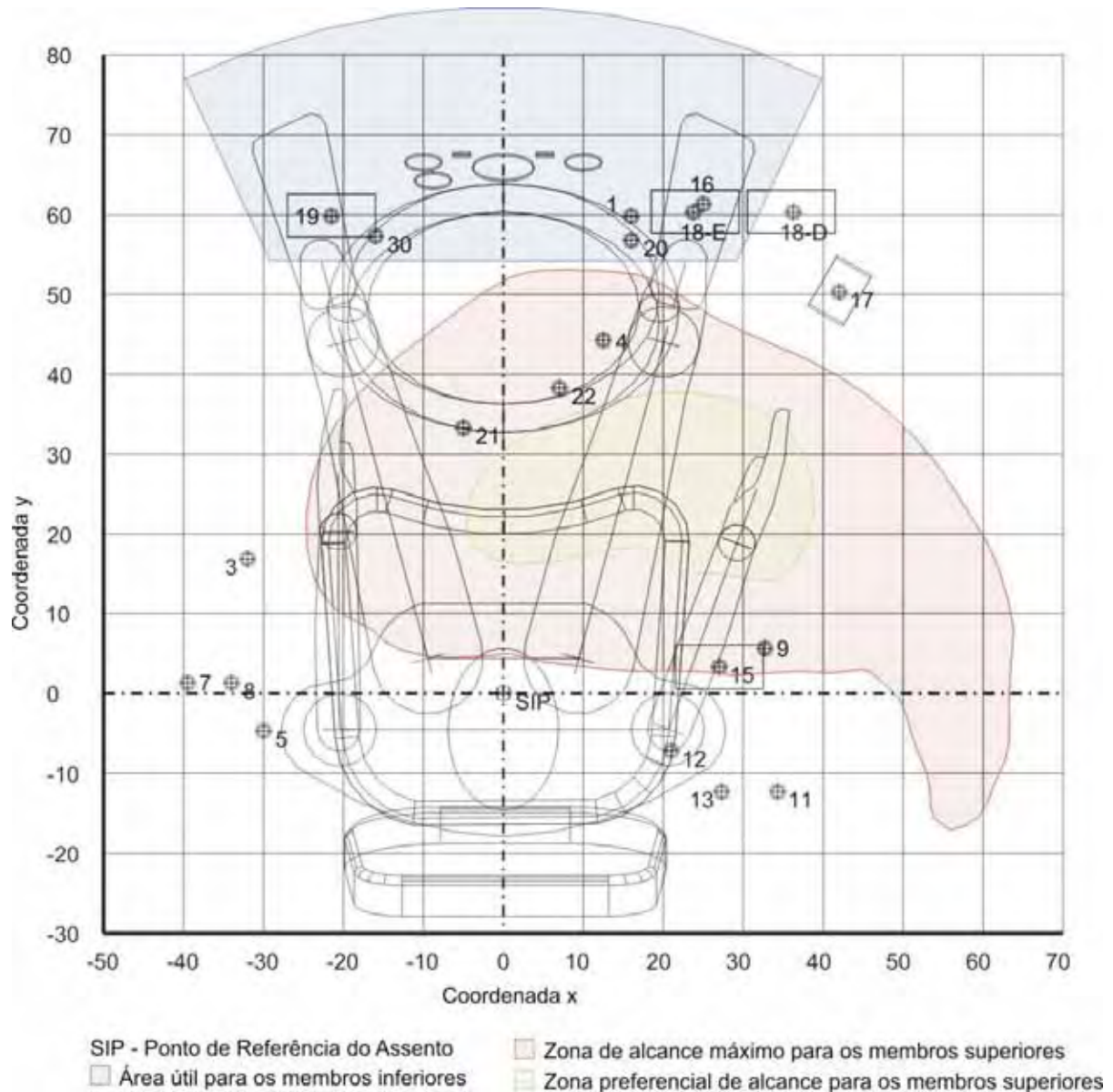


Figura 56 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital horizontal e área útil para controles ativados com os pés do operador no posto de trabalho do trator Massey Ferguson 292, segundo Iida (2000), McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).

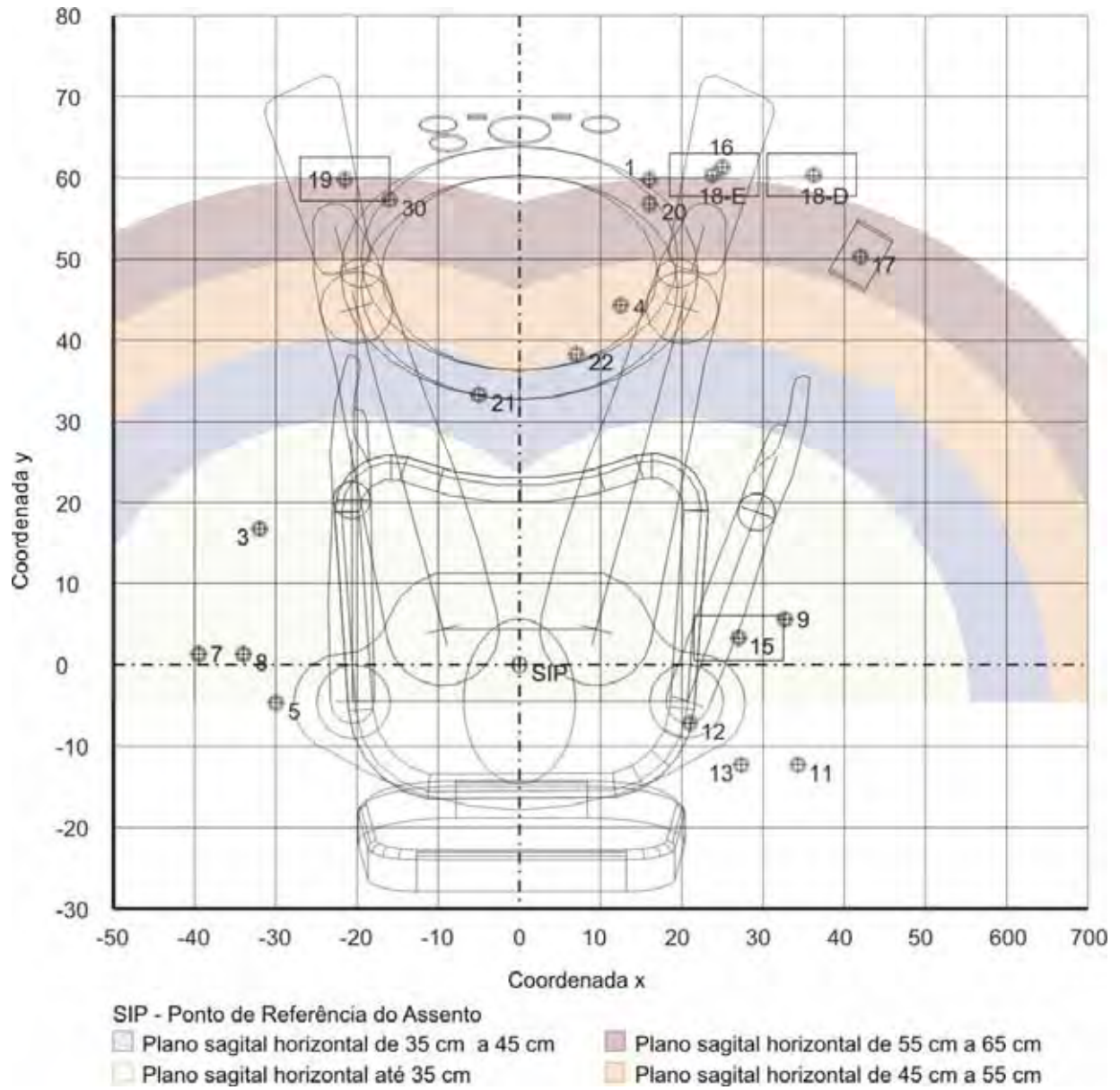


Figura 57 - Zona de alcance plano sagital horizontal para membros superiores do operador no posto de trabalho do trator Massey Ferguson 292, segundo Grandjean (1998).

5.1.3 Trator modelo Valtra BM 100

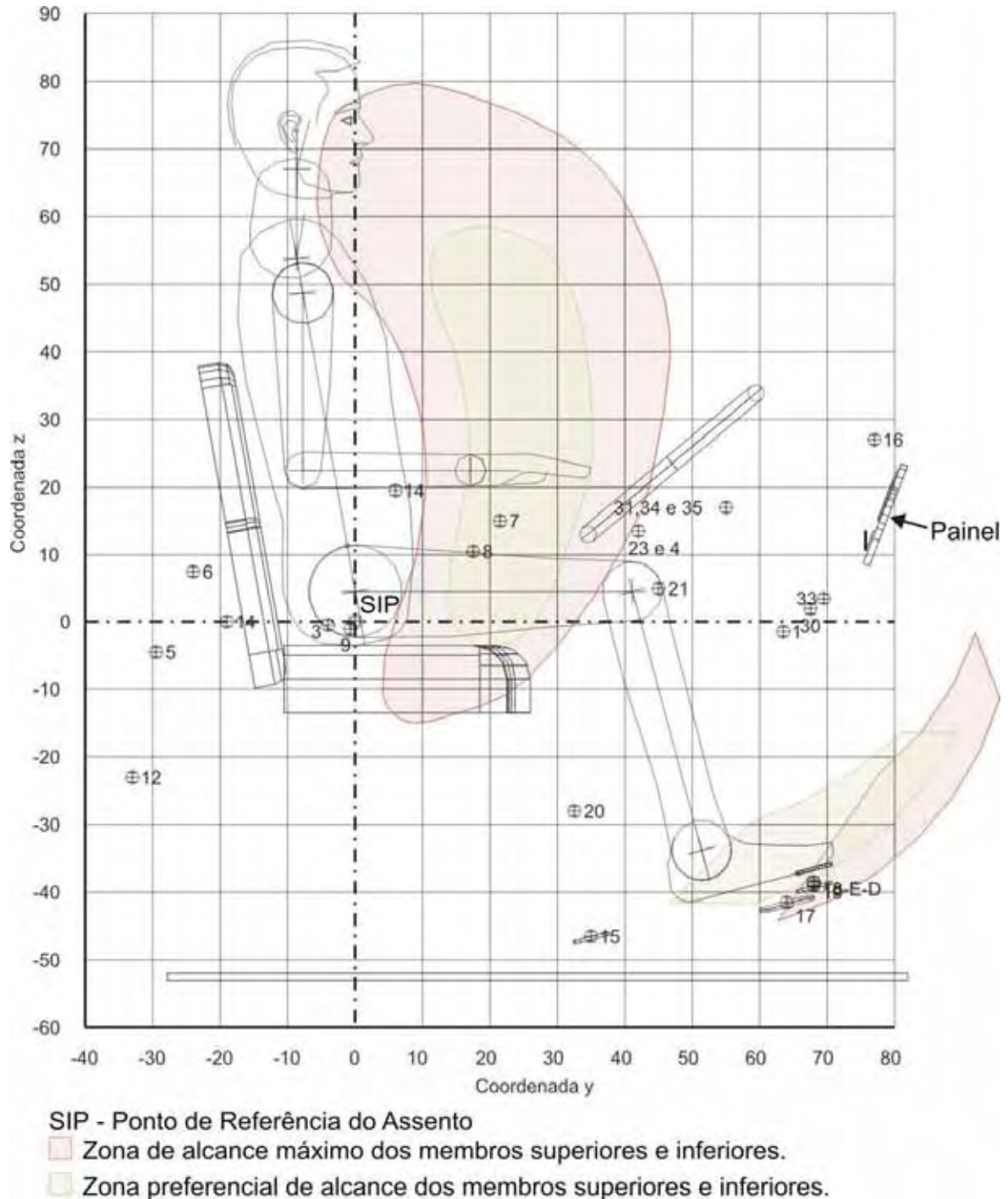


Figura 58 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital para os membros superiores e inferiores do operador no posto de trabalho do trator Valtra BM 100, segundo McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).

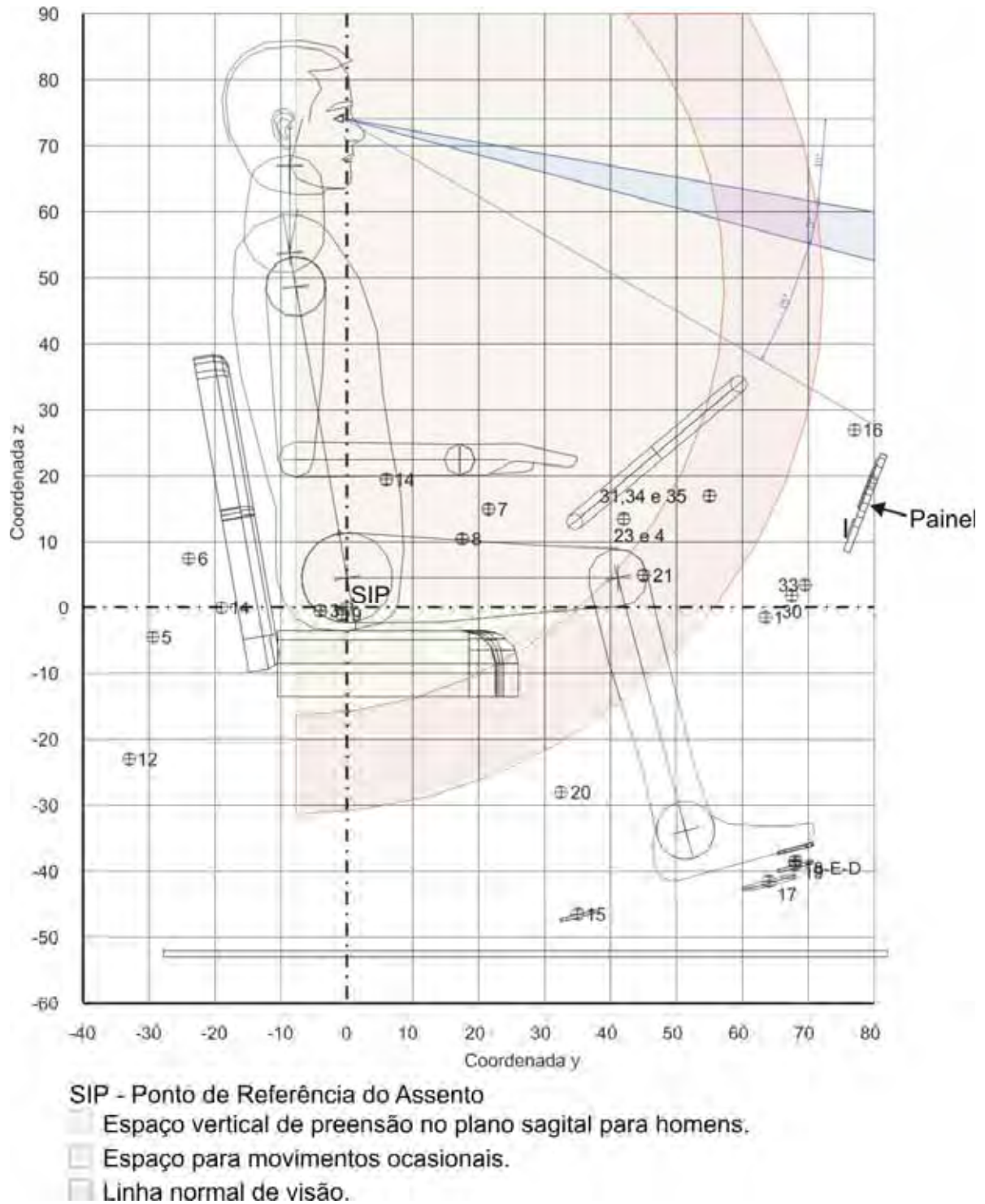


Figura 59 - Espaço do plano sagital vertical para os membros superiores e linha normal de visão do operador no posto de trabalho do trator Valtra BM 100, segundo Grandjean (1998).

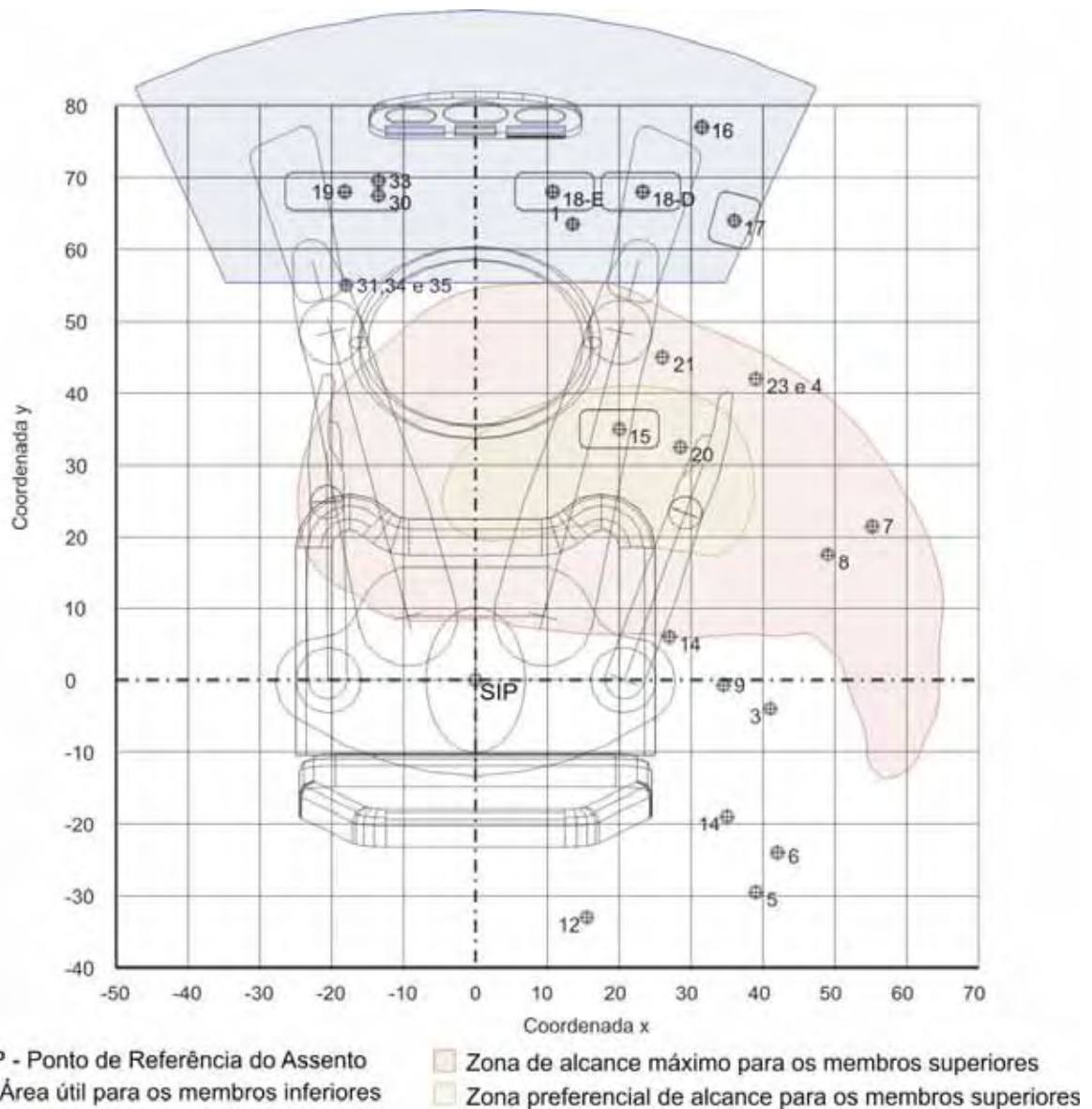


Figura 60 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital horizontal e área útil para controles ativados com os pés do operador no posto de trabalho do trator Valtra BM 100, segundo Iida (2000), McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).

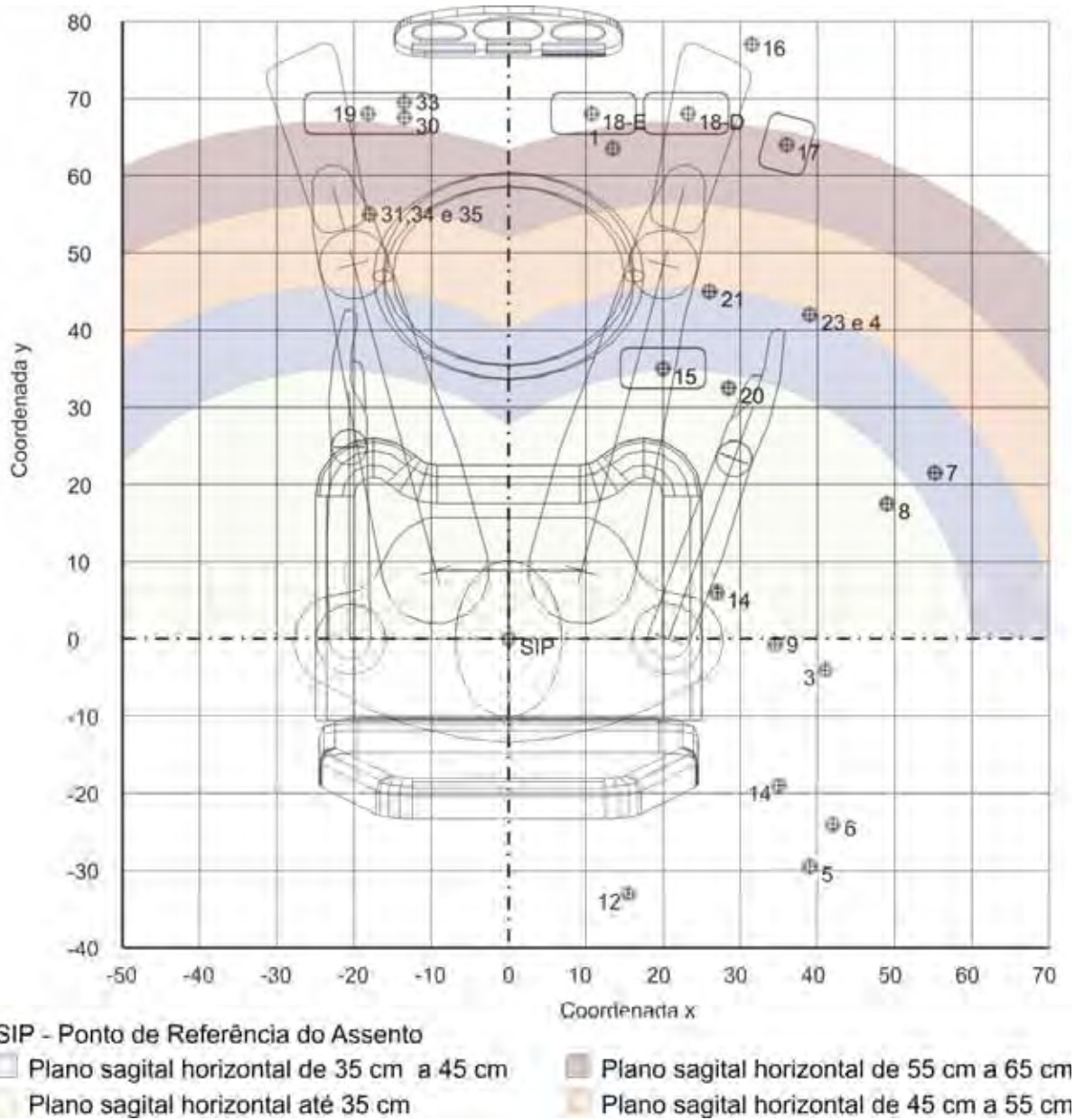


Figura 61 - Zona de alcance para o plano sagital horizontal para membros superiores do operador no posto de trabalho do trator Valtra BM 100, segundo Grandjean (1998).

5.1.4 Trator modelo John Deere 6405

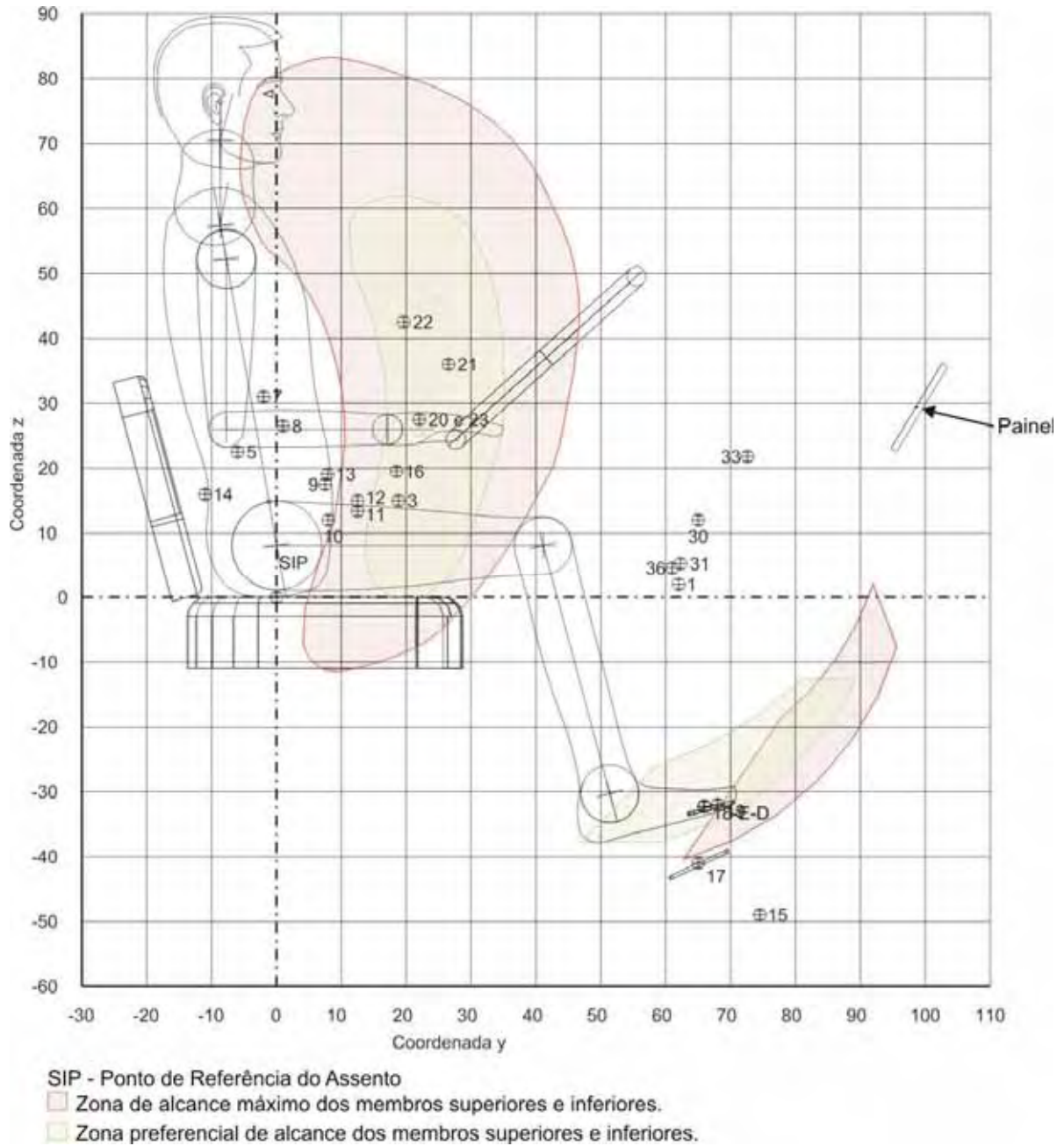


Figura 62 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital para os membros superiores e inferiores do operador no posto de trabalho do trator John Deere 6405, segundo McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).

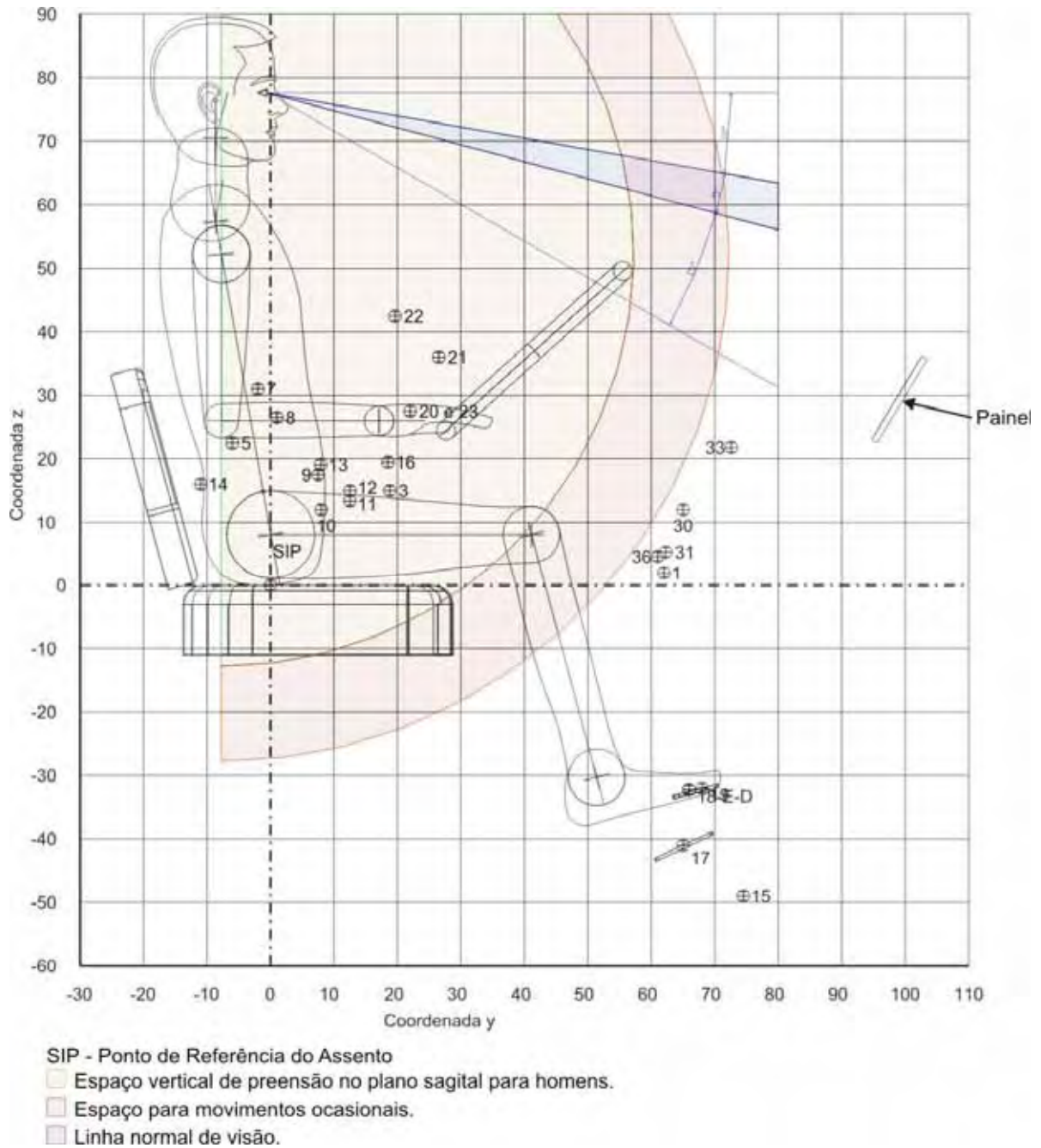


Figura 63 - Espaço do plano sagital vertical para os membros superiores e linha normal de visão do operador no posto de trabalho do trator John Deere 6405, segundo Grandjean (1998).

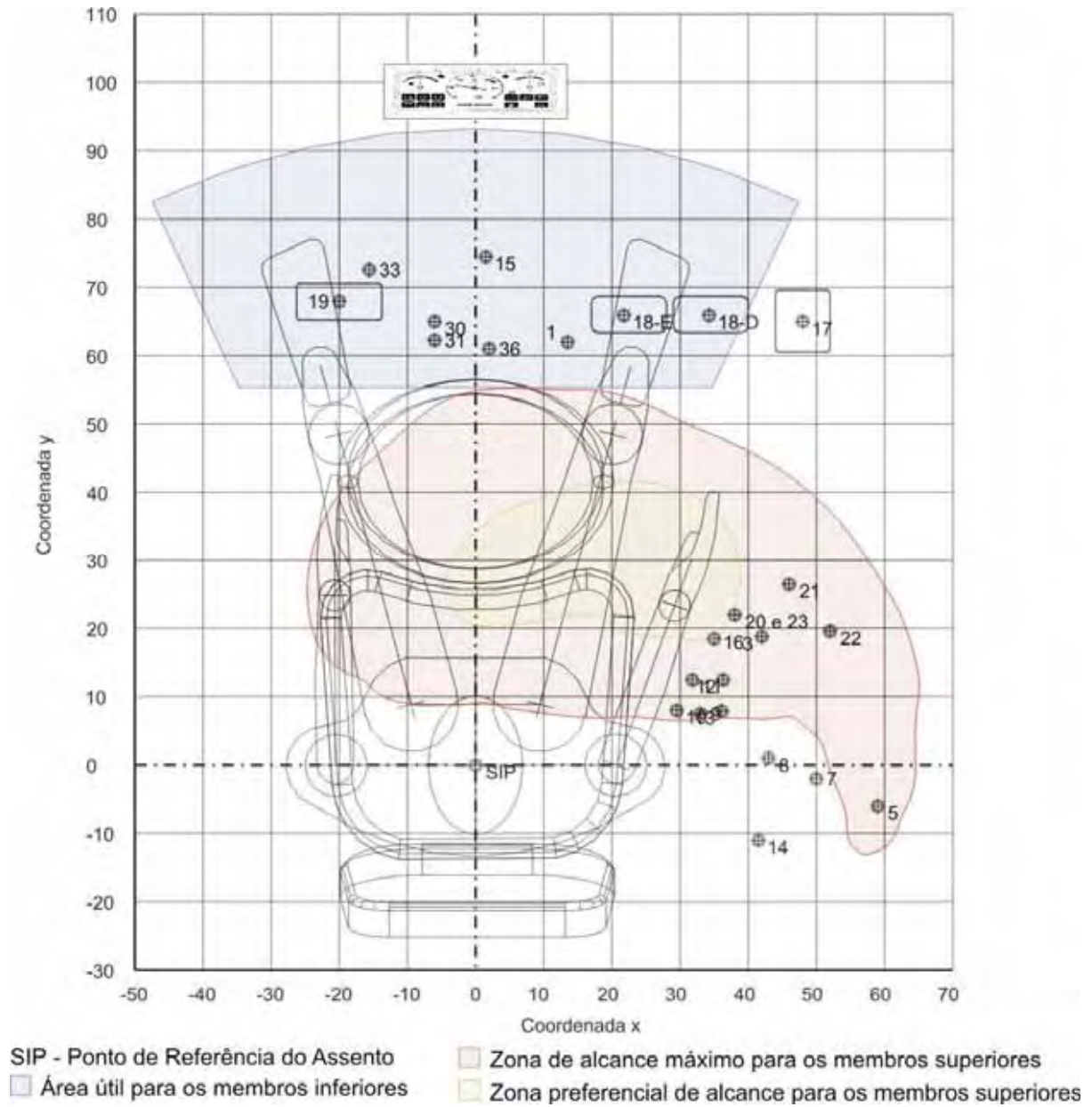


Figura 64 - Zona de alcance recomendada para o plano sagital horizontal e área útil para controles ativados com os pés do operador no posto de trabalho do trator John Deere 6405, segundo Iida (2000), McCormick (1980) e Tilley e Dreyfuss (2001).

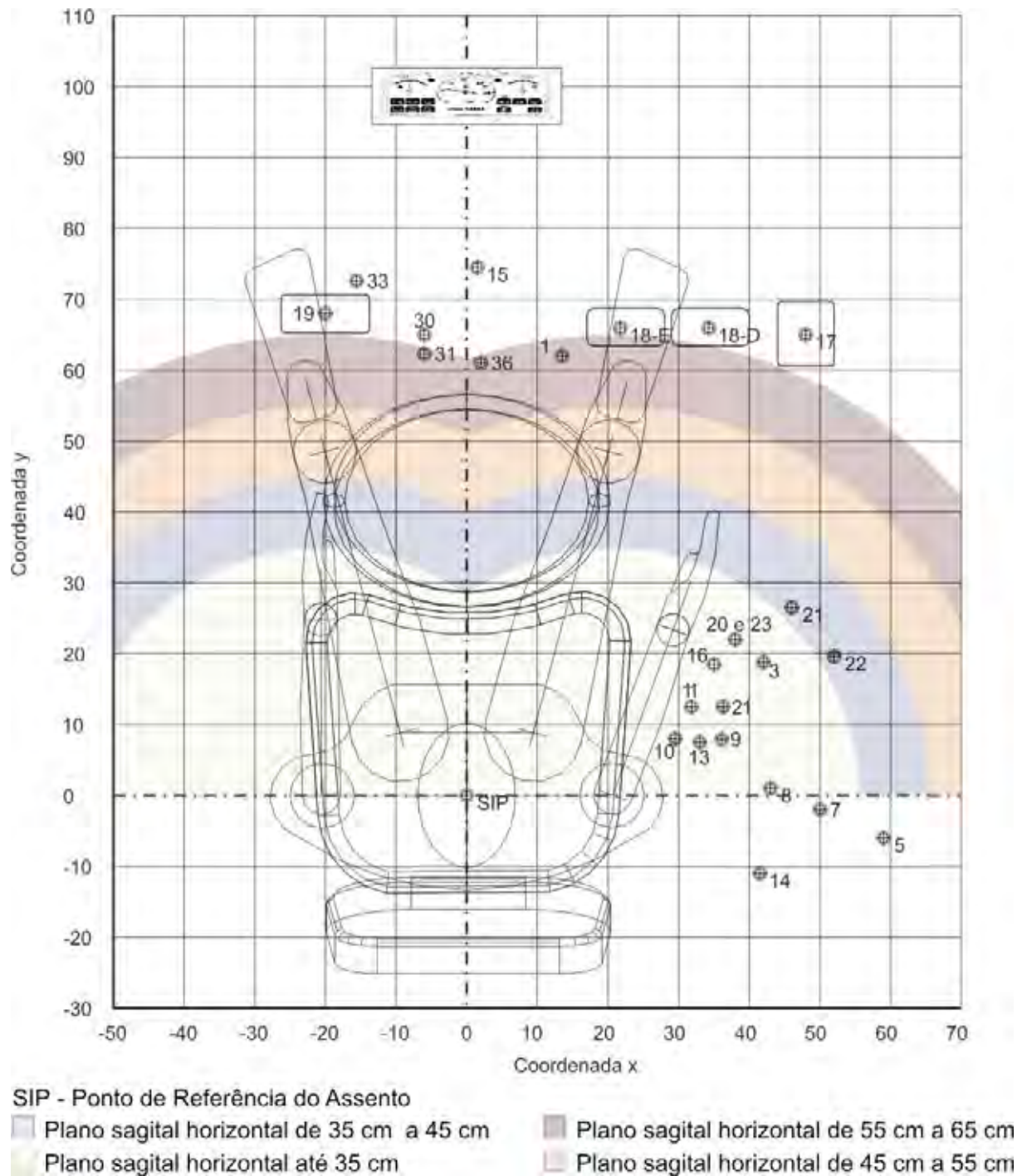


Figura 65 - Zona de alcance para o plano sagital horizontal para membros superiores do operador no posto de trabalho do trator John Deere 6405, segundo Grandjean (1998).

5.2 Controles

Os resultados obtidos estão nas Tabelas 16 a 54.

5.2.1 Avaliação do controle do interruptor de partida

Tabela 16 - Comando nº 1. Interruptor de partida

Modelo trator	Modelo Botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	interruptor com chaveamento	ignição no sentido horário	entre 60 cm e 73 cm	entre 35 cm e 55 cm		falta de informação das posições da chave
Massey Ferguson 292	interruptor com chaveamento	ignição no sentido horário	entre 60 cm e 73 cm	entre 55 cm e 65 cm	informação das posições	
Valtra BM 100	interruptor com chaveamento	ignição no sentido horário	acima 73 cm	entre 55 cm e 65 cm		falta de informação das posições da chave
John Deere 6405	interruptor com chaveamento	ignição no sentido horário	entre 60 cm e 73 cm	entre 55 cm e 65 cm	informação das posições da chave	

O modelo New Holland 7630 possui a chave de partida no lado esquerdo, ao contrário do estereótipo nacional que se situa no lado direito. A falta de informação no posicionamento da chave pode ocasionar giro incorreto e ruptura da mesma.

5.2.2 Avaliação do controle da partida a frio

Tabela 17 - Comando nº 2. Partida a frio

Modelo Trator	Modelo Botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Desvantagem
New Holland 7630	interruptor de pressão	pressionar	acima 73 cm	entre 35 cm e 55 cm	falta de informação no comando

O comando de partida a frio, por não ser de uso freqüente, se posiciona na zona de movimentos ocasionais. A falta de informação no comando, dificultando uso de um operador iniciante que nunca utilizou esse comando.

Os outros modelos de tratores avaliados não possuem este comando.

5.2.3 Avaliação do controle de tração

Tabela 18 - Comando nº 3.Tração

Modelo Trator	Modelo Botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	botão de pressão basculante	pressionar	entre 60 cm e 73 cm	entre 55 cm e 65 cm	simbologia no botão, visualização luminosa no botão, quando o comando é acionado, diferenciação da cor verde no comando	
Massey Ferguson 292	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	simbologia na alavanca	não tem indicação quando acionado
Valtra BM 100	alavanca de mão	puxar e girar	inferior a 60 cm.	inferior a 35 cm	simbologia na alavanca	acionamento; próximo a outros comandos; sistema de acionamento e não tem indicação quando acionado
John Deere 6405	botão de pressão basculante	pressionar	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	simbologia no botão, visualização luminosa no painel quando o comando é acionado	

Nos modelos New Holland 7630 e John Deere 6405 foi utilizado para o comando de tração um manejo fino com botão de pressão basculante, que facilita ao operador o acionamento rápido.

No modelo Massey Ferguson 292 se trabalha com alavanca de mão próxima ao assento, havendo falta de indicador quando o comando é acionado.

O modelo Valtra BM 100 possui um sistema de acionamento de difícil execução. Esse comando é dotado de duas seqüências de acionamento, uma de levantar o comando (flexão do braço) e outra de girar com a mão (pronação e supinação). No caso de um acionamento rápido, o operador fica prejudicado pelo processo de acionamento, podendo ocorrer lesões no punho ou no braço.

5.2.4 Avaliação do controle de redução de marcha

Tabela 19 - Comando nº 4. Redução de marcha.

Modelo trator	Modelo Botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	botão de pressão basculante	pressionar	entre 60 cm e 73 cm	entre 55 cm e 65 cm	simbologia no botão, visualização luminosa no botão quando o comando é acionado, diferenciação da cor verde no comando	
Massey Ferguson 292	alavanca de mão	para frente e para trás	acima de 73 cm	entre 35 cm e 55 cm	empunhadura tipo cogumelo	alinhamento e falta de contraste de informação na empunhadura
Valtra BM 100	botão de alavanca	direita/esquerda	inferior a 60 cm	entre 35 cm e 55 cm	simbologia no botão	botão embutido na alavanca de regime

No modelo New Holland 7630 o comando redução de marcha, está

posicionado dentro da zona de alcance de movimentos ocasionais, para acioná-lo utiliza-se um manejo fino com botão de pressão basculante.

No modelo Valtra BM 100, o comando redução de marcha, está junto à alavanca de regime, podendo ser acionado acidentalmente, caso o operador empurre o comando com muita rapidez.

O comando redução de marcha no Massey Ferguson 292 possui uma alavanca de mão com empunhadura tipo cogumelo, mas seu posicionamento está incorreto. Ele se encontra entre as pernas e fora da zona de alcance, o que prejudica o operador quando necessita fazer seu acionamento podendo o comando se acionado acidentalmente pela perna do operador.

O outro modelo de trator avaliado não possui este comando.

5.2.5 Avaliação do controle da tomada de força.

Tabela 20 - Comando nº 5. Tomada de força (TDP/TDF)

Modelo trator	Modelo Botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	alavanca de mão	para frente e para trás	entre 60 cm e 73 cm	inferior a 35 cm		falta simbologia na empunhadura, não possui boa pega; não possui indicação quando acionado
Massey Ferguson 292	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm		falta simbologia na empunhadura, alavanca na linha do ombro do operador, não possui indicação quando acionado

Valtra BM 100	botão de pressão basculante	pressionar	inferior a 60 cm	-28 cm	simbologia no botão, visualização luminosa no painel quando o comando é acionado.	posicionamento do botão fica atrás da linha do ombro do operador
John Deere 6405	botão de pressão	puxar e pressionar	inferior a 60 cm	entre 35 cm e 55 cm	simbologia no botão, visualização luminosa no painel quando o comando é acionado	

O comando de tomada de força do modelo New Holland 7630, além de estar na zona de alcance de movimentos ocasionais. Para este comando o posicionamento deve ser próximo ao operador, este comando, porém está posicionado abaixo da linha do assento.

Para o comando de tomada de força do modelo Massey Ferguson 292, utiliza-se uma alavanca de mão à esquerda do operador, a qual pode ser de difícil acionamento, caso o comando necessite de uma força maior do membro superior.

O comando de tomada de força do Valtra BM 100 possui um manejo fino com um botão de pressão basculante, por ter seu posicionamento atrás da linha do ombro do operador, a dificuldade para seu acionamento e sua visualização.

O comando de tomada de força do modelo John Deere 6405 emprega um modelo de botão de puxar na cor amarela, diferenciando dos outros comandos.

5.2.6 Avaliação do controle da velocidade da tomada de força

Tabela 21 - Comando nº 6.Velocidade da tomada de força (TDP/TDF)

Modelo trator	Modelo Botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
Valtra BM 100	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	-10 cm	uso da canalização	alavanca atrás da linha do ombro do operador

Esse comando velocidade da tomada de força tem seu acionamento em linha reta para frente e para trás, usa a canalização podendo evitar erros de acionamento acidental.

Os outros modelos de tratores avaliados não possuem este comando.

5.2.7 Avaliação do controle do controle remoto 1

Tabela 22 - Comando nº 7.Controle remoto1 (para acionamento de implementos agrícolas)

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm		falta simbologia, não possui boa pega, posicionamento
Massey Ferguson 292	alavanca de mão	para cima e para baixo	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm		falta simbologia
Valtra BM 100	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	entre 35 cm e 55 cm	pega anatômica e o uso da canalização, simbologia no comando	
John Deere 6405	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	empunhadura tipo cogumelo, e o uso da canalização	falta simbologia

O comentário sobre o comando do controle remoto 1 se equivale ao comando do controle remoto 2, pois os modelos utilizam formatos iguais e posicionamento próximo.

Esse comando do controle remoto 1 no modelo New Holland 7630, possui seu posicionamento incorreto, pois a alavanca está atrás da linha do ombro do operador, não possui uma boa pega nas operações, podendo machucar o operador se dele fizer uso freqüente; a falta de simbologia dificulta o acionamento de operadores iniciantes.

O comando do controle remoto 1 no modelo Massey Ferguson 292 possui o alcance próximo ao operador, que é prejudicado pela falta de simbologia no comando prejudica o acionamento de operadores iniciantes.

O comando do controle remoto 1 no Valtra BM 100 possui um bom posicionamento e uma pega anatômica, com informação no comando e uso da canalização, recomendado pela literatura pertinente a ergonomia.

Já o comando do controle remoto 1 no modelo John Deere, carece de simbologia no comando, para operadores iniciantes.

5.2.8 Avaliação do controle do controle remoto 2

Tabela 23 - Comando nº 8. Controle remoto 2 (para acionamento de implementos agrícolas)

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm.	inferior a 35 cm		falta simbologia, não possui boa pega, posicionamento
Massey Ferguson 292	alavanca de mão	para cima e para baixo	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm		falta simbologia

Valtra BM 100	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	entre 35 cm e 55 cm	pega anatômica e o uso da canalização, simbologia no comando	
John Deere 6405	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	empunhadura tipo cogumelo, e o uso da canalização	falta simbologia

5.2.9 Avaliação do controle da alavanca de profundidade

Tabela 24 - Comando nº 9. Alavanca de profundidade (descida de implementos agrícolas)

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm		não possui boa pega; alavanca está na linha do ombro do operador; falta simbologia
Massey Ferguson 292	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	uso da canalização	a alavanca varia da linha do ombro do operador para trás, falta simbologia
Valtra BM 100	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	pega anatômica, uso da canalização	
John Deere 6405	botão de curso	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	pega anatômica com manejo fino, uso da canalização	

O acionamento do comando de alavanca de profundidade no modelo New Holland 7630 pode provocar ferimentos na mão quando se faz uso prolongado dele, por

não possuir uma boa pega. Seu posicionamento está na linha do ombro do operador, dificultando seu acionamento, caso o comando exija a utilização de mais esforço do braço; carece também de simbologia.

A utilização do comando de alavanca de profundidade no modelo Massey Ferguson 292, se faz a partir da linha do ombro do operador para trás, o que dificulta seu acionamento.

O comando de alavanca de profundidade no modelo Valtra BM 100 possui uma pega anatômica, utiliza a canalização e está próxima ao operador, recomendado pela literatura pertinente a ergonomia.

No John Deere 6405, o comando de alavanca de profundidade, possui um sistema de trava de segurança dificultando algum acionamento acidental.

5.2.10 Avaliação do controle de levantar e abaixar o implemento agrícola

Tabela 25 - Comando nº 10. Controle de levantar e abaixar o implementos agrícolas.

Modelo Trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem
John Deere 6405	botão de pressão	toque	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	manejo fino

Os outros modelos de tratores avaliados não possuem este comando.

5.2.11 Avaliação do controle do limitador de altura

Tabela 26 - Comando nº 11. Limitador de altura (limita o implemento a determinada elevação)

Modelo trator	Modelo Botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	porca tipo borboleta	girar para aperto	superior a 73 cm	inferior a 35 cm		não possui boa pega, dificuldade para uma regulagem rápida, falta simbologia
Massey Ferguson 292	porca com revestimento em plástico dentado	girar para aperto	entre 60 cm e 73 cm	inferior a 35 cm	uso da canalização	não possui boa pega para aperto, dificuldade para uma regulagem rápida
John Deere 6405	botão giratório dentado	girar	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	manejo fino	falta de informação

No Massey Ferguson 292, o comando de limitador de altura possui uma porca com revestimento dentado com uma saliência aguda, de difícil regulagem.

O comando de limitador de altura no John Deere 6405 constitui um botão giratório sob uma capa protetora, protegendo de acionamentos acidentais, mas não informa nesta capa protetora quais os comandos que estão no seu interior.

O outro modelo de trator avaliado não possui este comando.

5.2.12 Avaliação do controle da velocidade de descida do implemento

Tabela 27 - Comando nº 12. Velocidade da descida do implemento (regula a velocidade que o implemento desce em relação ao solo).

Modelo trator	Modelo Botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
Massey Ferguson 292	porca com revestimento em plástico dentado	girar para aperto	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm		posicionado incorreto; não possui boa pega
Valtra BM 100	alavanca de mão	sentido direita /esquerda	posição incorreta	posição incorreta	comando circular	posicionada incorreto
John Deere 6405	botão giratório dentado	girar	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	manejo fino	falta de informação na cobertura protetora

O comando de velocidade da descida do implemento no Massey Ferguson 292 está debaixo do assento, o que dificulta acionamentos rápidos, além de não possuir uma boa pega.

No modelo Valtra BM 100, o comando de velocidade da descida do implemento está posicionado incorretamente atrás do encosto e do assento, para seu acionamento o operador deve executar uma rotação do tronco e uma extensão do braço, pressionando a região da cavidade na parte inferior da junção entre braço e ombro.

No modelo John Deere 6405, idem ao comando 11.

O outro modelo de trator avaliado não possui este comando.

5.2.13 Avaliação do controle do limitador de curso

Tabela 28 - Comando nº 13. Limitador de curso (para manter sempre a mesma profundidade)

Modelo trator	Modelo Botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
Massey Ferguson 292	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	uso da canalização	a alavanca varia na linha do ombro do operador para trás
John Deere 6405	botão giratório dentado	girar	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	manejo fino; proteção	falta informação no comando

Os outros modelos de tratores avaliados não possuem este comando.

5.2.14 Avaliação do controle do seletor de sensibilidade

Tabela 29 - Comando nº 14. Seletor de sensibilidade (regula a profundidade do implemento em relação às condições do solo)

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	alavanca de mão	para frente e para trás	entre 60 cm e 73 cm	inferior a 35 cm	uso da canalização	não possui boa pega; posicionamento incorreto
Valtra BM 100	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	uso da canalização	posicionamento incorreto
John Deere 6405	botão giratório dentado	girar	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	manejo fino	

O comando de seletor de sensibilidade nos modelos New Holland 7630 e Valtra BM 100, estão posicionados atrás da linha do ombro do operador, a qual não se recomenda esse posicionamento.

O outro modelo de trator avaliado não possui este comando.

5.2.15 Avaliação do controle do bloqueio do diferencial

Tabela 30 - Comando nº 15. Bloqueio do diferencial (mantém as rodas traseiras na mesma velocidade)

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	pedal com pé suspenso	empurrar.	inferior a 60 cm	inferior a 30 cm		falta de uma proteção; não possui indicação quando ligado
Massey Ferguson 292	pedal com pé suspenso	empurrar	-23 cm	inferior a 30 cm		dificuldade para o acionamento, posicionamento incorreto; não possui indicação quando ligado
Valtra BM 100	pedal com pé suspenso	empurrar	entre 5 cm a 10 cm	inferior a 30 cm		falta de uma proteção; não possui indicação quando ligado
John Deere 6405	botão para se apertar com o pé	empurrar	48 cm	centraliza do ao assento	posicionado bem ao centro do operador	

Nos modelos New Holland 7630 e Valtra BM 100, o pedal do bloqueio do diferencial está em uma posição incorreta, em razão do qual pode ocorrer algum acionamento acidental.

O trator Massey Ferguson 292 possui um pedal do bloqueio do diferencial posicionado na linha do ombro do operador, seu acionamento dispõe de uma abdução e uma rotação lateral da perna direita, o que o torna difícil seu acionamento.

O comando do bloqueio do diferencial no trator John deere 6405 possui uma circunferência pequena, sendo de difícil algum acionamento acidental.

5.2.16 Avaliação do controle do acelerador manual

Tabela 31 - Comando nº 16. Acelerador manual

Modelo trator	Modelo Botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	alavanca de mão	para frente e para trás	entre 60 cm e 73 cm	acima de 65 cm		não possui boa pega
Massey Ferguson 292	alavanca de mão	para frente e para trás	entre 60 cm e 73 cm	entre 55 cm e 65 cm	uso da canalização	não possui boa pega
Valtra BM 100	alavanca de mão	para frente e para trás	acima dos 73 cm	acima dos 65 cm	pega anatômica.	
John Deere 6405	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	pega circular	falta simbologia

O comando do acelerador manual do trator New Holland 7630 possui um diâmetro na empunhadura muito pequeno cujo uso freqüente pode ferir a mão do operador. Seu posicionamento está no limite da zona de alcance dos movimentos ocasionais.

O comando do acelerador manual do trator Massey Ferguson 292, apesar de possuir uma cobertura emborrachada no comando, está situado na zona de alcance de movimentos ocasionais.

O comando do acelerador manual do modelo Valtra BM 100 possui uma indicação a direção do comando, para acelerar.

O comando do acelerador manual do trator John Deere 6405 sua pega permite ao operador a empunhadura das mãos em várias posições.

5.2.17 Avaliação do controle do acelerador de pé

Tabela 32 - Comando nº 17. Acelerador de pé

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Angulação	Alcance frontal	Alcance lateral	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	pedal com pé apoiado	empurrar	35° à direita	22 cm	43 cm	flexibilidade e saliências no pedal	

Massey Ferguson 292	pedal com pé apoiado	empurrar	29° à direita	21,5 cm	39 cm	flexibilidade do pedal	falta de saliências no pedal
Valtra BM 100	pedal com pé apoiado	empurrar	21° à direita	34,5 cm	35 cm		pedal sem flexibilidade e posicionamento incorreto; sem saliências
John Deere 6405	pedal com pé apoiado	empurrar	27° à direita	32 cm	48 cm	flexibilidade no pedal contraste de cor com os outros pedais e saliências	

Nos modelos Massey Ferguson 292 e Valtra BM 100 o comando do acelerador de pé não possuem saliências, o que pode ocasionar algum acionamento acidental, se o comando estiver molhado ou sujo.

No caso da angulação do acelerador de pé que é de 25°, só o modelo Valtra BM 100, está dentro da área útil para os pés.

5.2.18 Avaliação do controle do freio

Tabela 33 - Comando nº 18.Freio

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Angulação	Alcance frontal	Alcance lateral	Vantagem
New Holland 7630	pedal com pé apoiado	empurrar	16° à direita	36 cm	30 cm	saliências
Massey Ferguson 292	pedal com pé apoiado	empurrar	16° à direita	34 cm	29 cm	saliências
Valtra BM 100	pedal com pé apoiado	empurrar	4° à direita	39 cm	16,5 cm	saliências
John Deere 6405	pedal com pé apoiado	empurrar	14° à direita	40 cm	28 cm	saliências

Os pedais duplos de freio dos tratores avaliados, prejudicam os outros pedais, principalmente o do acelerador de pé, que deve ter uma maior angulação para o

posicionamento dos dois pedais.

5.2.19 Avaliação do controle da embreagem

Tabela 34 - Comando nº 19.Embreagem

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Angulação	Alcance frontal	Alcance lateral	Vantagem
New Holland 7630	pedal com pé apoiado	empurrar	13° à esquerda	23 cm	25 cm	saliências
Massey Ferguson 292	pedal com pé apoiado	empurrar	9° à esquerda	34 cm	22 cm	saliências
Valtra BM 100	pedal com pé apoiado	empurrar	5° à esquerda	40 cm	18 cm	saliências
John Deere 6405	pedal com pé apoiado	empurrar	6° à esquerda	40 cm	20 cm	saliências

5.2.20 Avaliação do controle do freio de estacionamento

Tabela 35 - Comando nº 20.Freio de estacionamento

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	alavanca de mão	puxar e girar	acima de 73 cm	entre 35 cm e 55 cm		falta de simbologia; não possui indicação quando acionado
Massey Ferguson 292	botão de pressão	puxar e empurrar	acima de 73 cm	entre 55 cm e 65 cm	simbologia; manejo fino	não possui indicação quando acionado

Valtra BM 100	alavanca de mão com botão de pressão	puxar e apertar	acima de 73 cm	inferior a 35 cm	possui indicação no painel quando acionado.	falta de empunhadura para os dedos
John Deere 6405	alavanca de mão	curso oscilante	inferior a 60 cm	inferior a 35 cm	mesma alavanca do reversor	

Esse comando no modelo New Holland 7630 é semelhante com o comando de tração do Valtra BM 100. Possui duas seqüências de acionamento, uma de levantar o comando (flexão do braço), e outra de girar com a mão (pronação e supinação). Em um acionamento rápido o operador fica prejudicado pelo processo, mais com a preocupação de lesões no punho ou no braço, para acionamentos rápidos o operador pode ser prejudicado, além de estar posicionado acima dos 73 cm do plano sagital vertical.

O comando do freio de estacionamento do trator Massey Ferguson 292 possui um manejo fino podendo ser acionado com os dedos. Sua simbologia fica próxima ao comando, facilitando operadores iniciantes.

O comando do freio de estacionamento do trator Valtra BM 100, possui também um botão para destravar e movê-lo para cima, seu posicionamento esta acima dos 73 cm, dificultado seu rápido acionamento.

O modelo John Deere 6405 uniu o comando do freio de estacionamento e a alavanca do regime reversor. Assim o operador ao engatar a direção, precisa desengatar a alavanca de freio e posicioná-la em primeira marcha ou em ré. No caso de usar freio de estacionamento, o trator desliga o motor automaticamente, auxiliando o operador em caso de uma parada rápida.

5.2.21 Avaliação do controle da alavanca de mudança/câmbio

Tabela 36 - Comando nº 21. Alavanca de mudança/câmbio

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	alavanca de mão	curso oscilante	inferior a 60 cm	entre 35 cm e 55 cm	empunhadura tipo cogumelo	posicionamento incorreto; falta de contraste de informação na empunhadura
Massey Ferguson 292	alavanca de mão	curso oscilante	entre 60 cm e 73 cm	entre 55 cm e 65 cm	empunhadura tipo cogumelo	posicionamento incorreto; falta de contraste de informação na empunhadura
Valtra BM 100	alavanca de mão	curso oscilante	inferior a 60 cm	entre 35 cm e 55 cm	alavanca do lado direito do operador e informação na empunhadura	empunhadura incorreta
John Deere 6405	alavanca de mão	para frente e para trás	inferior a 60 cm.	entre 35 cm e 55 cm	empunhadura tipo cogumelo; movimento em um único sentido, contraste da alavanca e canalização	falta simbologia

Nos modelos New Holland 7630 e Massey Ferguson 292, o comando de alavanca de mudança/câmbio possui seu posicionamento incorreto, este comando encontra-se entre as pernas e fora da zona de alcance, o que prejudica a parte muscular do operador, caso necessite acionar continuamente o comando podendo ocorrer um acionamento acidental pela perna do operador.

O Valtra BM 100 possui uma empunhadura não antropomorfa com saliências retas podendo seu uso prolongado ocasionar ferimentos ao operador.

O modelo John Deere 6405 possui um formato antropomorfo, mas não possui informação no comando.

5.2.22 Avaliação do controle da alavanca alta e baixa/grupos

Tabela 37 - Comando nº 22. Alavanca alta e baixa/grupos

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	alavanca de mão	para frente e para trás	entre 60 cm e 73 cm	entre 35 cm e 55 cm	empunhadura tipo cogumelo	posicionamento incorreto; falta de contraste de informação na empunhadura
Massey Ferguson 292	alavanca de mão	para frente e para trás	entre 60 cm e 73 cm	entre 35 cm e 55 cm	empunhadura tipo cogumelo	posicionamento incorreto; falta de contraste de informação na empunhadura
John Deere 6405	alavanca de mão	sentido oscilante	inferior a 60 cm	entre 35 cm e 55 cm	empunhadura tipo cogumelo; contraste na alavanca e canalização	falta simbologia na empunhadura

Os modelos New Holland 7630 e Massey Ferguson 292, idem ao comando 21. Alavanca de mudança/câmbio.

O outro modelo de trator avaliado não possui este comando.

5.2.23 Avaliação do controle da alavanca de regime ou reversor

Tabela 38 - Comando nº 23. Alavanca de regime ou reversor.

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
Valtra BM 100	alavanca de mão.	curso oscilante.	inferior a 60 cm.	entre 35 e 55 cm	posicionamento; informação na empunhadura	empunhadura incorreta; botão da redução embutido
John Deere 6405	alavanca de mão	curso oscilante.	inferior a 60 cm.	entre 35 e 55 cm	posicionamento; sistema de segurança	falta simbologia na empunhadura.

O comando no modelo Valtra BM 100, é o mesmo do comando

21. Alavanca de mudança/câmbio.

No modelo John Deere 6405 a alavanca de regime ou reversor, é a mesma alavanca de estacionamento, portando para movimentar o trator tende-se a acionar essa alavanca para destravar o trator, utiliza-se à guia da direita, facilitando sua movimentação.

Os outros modelos de tratores avaliados não possuem este comando.

5.2.24 Avaliação do controle da luzes/farol

Tabela 39 - Comando nº 24. Luzes/Farol

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	botão giratório	girar	entre 60 cm e 73 cm	entre 35 cm e 55 cm	simbologia e manejo fino	falta de informação no painel do sentido de rotação do comando e não possui indicação quando ligado
Massey Ferguson 292	botão giratório	girar	acima dos 73 cm	entre 55 a 65 cm	simbologia e manejo fino	não possui indicação quando acionado
Valtra BM 100	botão de pressão	apertar	acima dos 73 cm	acima de 65 cm	simbologia; manejo fino e indicação quando acionado	
John Deere 6405	botão giratório.	girar	entre 60 a 73 cm	acima dos 65 cm	simbologia; manejo fino e indicação quando acionado	

Os modelos New Holland 7630 e Massey Ferguson 292 não possuem a informação sobre se o farol está acionado; só há iluminação do painel, mas em caso de

iluminação acentuada do sol, essa visualização fica prejudicada podendo haver perda da energia acumulada na bateria.

5.2.25 Avaliação do controle da luzes/farol – alta e baixa

Tabela 40 - Comando nº 25.Luzes/Farol – alta e baixa

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630			Incluído no comando nº 28			
Massey Ferguson 292			Incluído no comando nº 28			
Valtra BM 100	alavanca	para frente e para trás	entre 60 cm e 73 cm	entre 55 cm e 65 cm	manejo fino	falta de informação no comando
John Deere 6405	botão de pressão	apertar	entre 60 cm e 73 cm	entre 55 cm e 65 cm	simbologia e manejo fino	não possui indicação quando acionado

5.2.26 Avaliação do controle do volante

Tabela 41 - Comando nº 26.Volante

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Diâmetro do volante	Diâmetro da pega	Vantagem
New Holland 7630	volante	girar	inferior a 60 cm	inferior a 55cm	Ø 42,5 cm	Ø 2,5 cm	empunhadura para os dedos
Massey Ferguson 292	volante	girar	inferior a 60 cm	inferior a 55cm	Ø 41 cm	Ø 2,5 cm	empunhadura para os dedos
Valtra BM 100	volante	girar	inferior a 60 cm	inferior a 55cm	Ø 35 cm	Ø 3 cm	empunhadura para os dedos
John Deere 6405	volante	girar	inferior a 60 cm	inferior a 55cm	Ø 40,5 cm	Ø 2,5 cm	empunhadura para os dedos

Todos os modelos possuem empunhadura para os dedos, com isso o

operador possui uma melhor pega do volante, tendo uma maior segurança ao dirigir.

5.2.27 Avaliação do controle do botão de alerta

Tabela 42 - Comando nº 27. Botão do alerta

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem
New Holland 7630	botão de pressão	apertar	entre 60 cm e 73 cm	entre 35 cm e 55 cm	simbologia no botão; manejo fino e possui indicação quando acionado
Valtra BM 100	botão de pressão	apertar	acima dos 73 cm	acima dos 65 cm	simbologia no botão; manejo fino e possui indicação quando acionado
John Deere 6405			Incluído no comando nº 24		

O outro modelo de trator avaliado não possui este comando.

5.2.28 Avaliação do controle da alavanca de seta

Tabela 43 - Comando nº 28. Alavanca de seta

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	alavanca	para frente e para trás	entre 60 cm e 73 cm	entre 35 cm e 55 cm	manejo fino	falta de informação no comando, não possui indicação quando acionado
Valtra BM 100	alavanca	para frente e para trás	inferior a 60 cm	entre 55 cm e 65 cm	manejo fino	falta de informação no comando
John Deere 6405	alavanca	para frente e para trás	acima dos 73 cm	acima dos 65 cm	manejo fino	falta de informação no comando

Os três modelos que possuem esse comando não possuem informação no comando, que pode prejudicar ao operador quando transita em rodovias ou vias públicas.

O outro modelo de trator avaliado não possui este comando.

5.2.29 Avaliação do controle da buzina

Tabela 44 - Comando nº 29.Buzina

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem e Desvantagem
Valtra BM 100			Incluído no comando nº 28.		

Os outros modelos de tratores avaliados não possuem este comando, sendo de grande auxílio para o operador.

5.2.30 Avaliação do controle da regulagem da inclinação do volante

Tabela 45 - Comando nº 30.Regulagem da inclinação do volante

Modelo trator	Modelo botão	Movimentação	Alcance vertical	Alcance horizontal	Vantagem	Desvantagem
John Deere 6405	alavanca	para cima e para baixo.	entre 60 cm e 73 cm	entre 55 cm e 65 cm	Posicionamento e manejo fino	falta de informação no comando e proteção

A falta de informação no comando prejudica o operador para a regulagem da inclinação do volante. Operadores iniciantes não conhecem a função deste controle.

Os outros modelos de tratores avaliados não possuem este comando.

5.3 Mostradores

5.3.1 Avaliação do mostrador do conta-giros

Tabela 46 - Mostrador nº 31. Conta-giros

Modelo trator	Modelo	Movimentação	Linha de visão	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	mostrador quantitativo semicircular	sentido anti-horário	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida e múltiplos de cinco	formato trapézio isóscele, não possui a mesma seqüência entre os outros mostradores, sentido anti-horário e o ponteiro encobre parcialmente o número
Massey Ferguson 292	mostrador quantitativo circular	sentido horário	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida; múltiplos de dois; sentido horário e seqüência	o ponteiro encobre parcialmente o número
Valtra BM 100	mostrador quantitativo circular	sentido horário	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida; múltiplos de cinco; sentido horário e seqüência	o ponteiro encobre totalmente o número e traços da escala
John Deere 6405	mostrador quantitativo circular	sentido horário	entre +5° a -30° da linha horizontal	informação rápida; múltiplos de cinco; sentido horário e seqüência	o ponteiro encobre totalmente o número e parcialmente os traços da escala

Todos os modelos analisados possuem o ponteiro do conta-giros, encobrindo a numeração do mostrador, o que prejudica a leitura do mesmo.

No modelo New Holland 7630, este mostrador não possui a mesma seqüência dos outros mostradores e seu formato é de difícil compreensão.

5.3.2 Avaliação do mostrador do marcador de combustível

Tabela 47 - Mostrador nº 32. Marcador de combustível

Modelo trator	Modelo	Movimentação	Linha de visão	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	mostrador qualitativo semicircular	sentido horário	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida e precisa, múltiplos de 5, uso das cores vermelha e verde	formato paralelogramo, não possui a mesma seqüência entre os outros mostradores, sentido anti-horário
Massey Ferguson 292	mostrador qualitativo circular	sentido horário	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida e precisa, sentido horário, seqüência com os outros mostradores, uso das cores vermelha e verde	
Valtra BM 100	mostrador qualitativo circular	sentido horário	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida e precisa, sentido horário, seqüência com os outros mostradores	o ponteiro encobre totalmente a simbologia
John Deere 6405	mostrador qualitativo circular	sentido horário	entre +5° a -30° da linha horizontal	informação rápida e precisa, múltiplos de 5, sentido horário; seqüência, uso das cores vermelha e verde	o ponteiro encobre totalmente a simbologia

Todos os modelos analisados possuem o ponteiro do marcador de combustível, a qual, porém encobre a numeração do mostrador, prejudicando a leitura do mesmo.

5.3.3 Avaliação do mostrador do horímetro

Tabela 48 - Mostrador nº 33. Horímetro

Modelo trator	Modelo	Movimentação	Linha de visão	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	mostrador quantitativo tipo janela	rotação	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida; múltiplos de um e contraste de dígito	posicionamento incorreto
Massey Ferguson 292	mostrador quantitativo tipo janela	rotação	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida; múltiplos de um e contraste de dígito	posicionamento incorreto
Valtra BM 100	mostrador quantitativo digital numérico eletrônico	digital	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida e múltiplos de um	posicionamento incorreto
John Deere 6405	mostrador quantitativo digital numérico eletrônico	digital	entre +5° a - 30° da linha horizontal	informação rápida e múltiplos de um	

Nos os modelos New Holland 7630 e Valtra BM 100 o mostrador oferece dificuldade de legibilidade, pois se encontra próximo ao volante.

5.3.4 Avaliação do mostrador da temperatura da água

Tabela 49 - Mostrador nº 34. Temperatura da água

Modelo trator	Modelo	Movimentação	Linha de visão	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	mostrador qualitativo semicircular	sentido anti-horário	acima de - 30° da linha horizontal	informação rápida e precisa, múltiplos de 5 uso das cores vermelha e verde	formato paralelogramo

Massey Ferguson 292	mostrador qualitativo circular	sentido horário	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida e precisa, sentido horário, seqüência com os outros mostradores, uso das cores vermelha e verde	o ponteiro encobre totalmente a simbologia
Valtra BM 100	mostrador qualitativo circular	sentido horário	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida e precisa, sentido horário, seqüência com os outros mostradores, uso das cores vermelha e verde	o ponteiro encobre totalmente a simbologia
John Deere 6405	mostrador qualitativo circular	sentido horário	entre +5° a 30° da linha horizontal	informação rápida e precisa, múltiplos de 5, sentido horário, seqüência com os outros mostradores, uso das cores vermelha e verde	o ponteiro encobre totalmente a simbologia

Todos os modelos analisados possuem o ponteiro da temperatura da água, o qual, porém encobre a numeração do mostrador, prejudicando sua leitura.

5.3.5 Avaliação do mostrador de pressão de óleo

Tabela 50 - Mostrador nº 35. Pressão do óleo

Modelo trator	Modelo	Movimentação	Linha de visão	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	dispositivo luminoso circular	luminoso	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida	falta de simbologia com a ignição desligada
Massey Ferguson 292	mostrador qualitativo circular	sentido horário	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida e precisa; sentido horário, seqüência com os outros mostradores e uso das cores vermelha e verde	

Valtra BM 100	dispositivo luminoso retangular	luminoso	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida	falta de simbologia com a ignição desligada
John Deere 6405	dispositivo luminoso retangular	luminoso	entre + 5° a 30° da linha horizontal	informação rápida; simbologia no dispositivo mesmo com a ignição desligada	

Os modelos New Holland 7630 e o Valtra BM 100 não informam no mostrador quando a ignição está desligada, o que dificulta o operador, mesmo estando o motor está desligado, sendo útil reter na memória o posicionamento do mostrador.

5.3.6 Avaliação do mostrador da carga do alternador

Tabela 51 - Mostrador nº 36.Carga do alternador

Modelo trator	Modelo	Movimentação	Linha de visão	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	dispositivo luminoso circular	luminoso	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida	falta de simbologia com a ignição desligada
Massey Ferguson 292	dispositivo luminoso retangular	luminoso	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida; simbologia no dispositivo mesmo com a ignição desligada	
Valtra BM 100	dispositivo luminoso retangular	luminoso	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida	falta de simbologia com a ignição desligada
John Deere 6405	dispositivo luminoso retangular	luminoso	entre +5° a 30° da linha horizontal	informação rápida; simbologia no dispositivo mesmo com a ignição desligada	

Este mostrador é idêntico ao mostrador de pressão do óleo.

5.3.7 Avaliação do mostrador do indicador do bloqueio do diferencial

Tabela 52 - Mostrador nº 37. Indicador do bloqueio do diferencial

Modelo trator	Modelo	Movimentação	Linha de visão	Vantagem
John Deere 6405	dispositivo luminoso retangular	luminoso	entre +5° a - 30° da linha horizontal	informação rápida; simbologia no dispositivo mesmo com a ignição desligada

Os outros modelos de tratores avaliados não possuem este mostrador.

5.3.8 Avaliação do mostrador do indicador de obstrução do filtro de ar

Tabela 53 - Mostrador nº 38. Indicador de obstrução do filtro de ar.

Modelo trator	Modelo	Movimentação	Linha de visão	Vantagem	Desvantagem
New Holland 7630	dispositivo luminoso circular	luminoso	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida	falta de simbologia com a ignição desligada
Massey Ferguson 292	dispositivo luminoso retangular	luminoso	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida, simbologia no dispositivo, mesmo com a ignição desligada	
Valtra BM 100	dispositivo luminoso retangular	luminoso	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida	falta de simbologia com a ignição desligada
John Deere 6405	dispositivo luminoso retangular	luminoso	entre +5° a - 30° da linha horizontal	informação rápida; simbologia no dispositivo mesmo com a ignição desligada	

Este mostrador é idêntico ao mostrador de pressão do óleo.

5.3.9 Avaliação do mostrador do indicador da tomada de força ligada

Tabela 54 - Mostrador nº 39. Indicador da tomada de força ligada.

Modelo trator	Modelo	Movimentação	Linha de visão	Vantagem	Desvantagem
Valtra BM 100	dispositivo luminoso retangular	luminoso	acima de -30° da linha horizontal	informação rápida	falta de simbologia com a ignição desligada
John Deere 6405	dispositivo luminoso retangular	luminoso	entre +5° a - 30° da linha horizontal	informação rápida, simbologia no dispositivo mesmo com a ignição desligada	

Os outros modelos de tratores avaliados não possuem este mostrador.

5.4 Resultado da Pesquisa

5.4.1 Pergunta 1

Tabela 55 - Distribuição dos entrevistados, segundo trator utilizado no trabalho.

Trator	Frequência	Frequência relativa (%)
Massey Ferguson 292	19	28,79
New Holland 7630	16	24,24
Valtra 985 / BM 100 / BM 110	14	21,21
John Deere 6405	17	25,76
Total	66	100,00

5.4.2 Pergunta 2

Tabela 56 - Pergunta 2. Quantas horas diárias você trabalha com o trator?

Quantidade de horas		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
até 2 horas	Entrevistados	1	0	4	5	10
	%	5,26	0,00	28,57	29,41	15,15
até 4 horas	Entrevistados	1	6	0	6	13
	%	5,26	37,50	0,0	35,29	19,70
até 6 horas	Entrevistados	5	2	2	0	9
	%	26,32	12,50	14,29	0,00	13,64
até 8 horas	Entrevistados	3	0	0	0	3
	%	15,79	0,00	0,00	0,00	4,55
acima de 8 horas	Entrevistados	9	8	8	6	31
	%	47,37	50,00	57,14	35,29	46,97
Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Obs: Significativo pelo teste exato de fisher p-valor = 0,001

Verifica-se que a maioria dos tratoristas trabalha mais de oito horas diárias. No caso do modelo John Deere 6405 houve uma frequência significativa em relação à resposta “até 2 horas” e “até 4 horas”, pois os entrevistados deste modelo eram em sua maioria estudantes do curso de Agronomia, os quais não operam frequentemente. Trata-se dos estudantes da Universidade Estadual de Londrina, proprietária de um trator modelo John Deere 6405, com o qual foi efetuado um dia de campo, ocasião em que foi passado aos alunos o questionário.

5.4.3 Pergunta 3

Tabela 57 - Pergunta 3. Já acionou algum comando acidentalmente?

Já acionou		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
SIM	Entrevistados	8	4	3	8	23
	%	42,11	25,00	21,43	47,06	34,85
NÃO	Entrevistados	11	12	11	9	43
	%	57,89	75,00	78,57	52,94	65,15
Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Obs: Não significativo pelo teste do qui-quadrado p-valor = 0,340

Apesar de não se obter um valor significativo pelo teste de qui-quadrado, pôde-se comprovar que, no caso dos modelos Massey Ferguson 292 e o John Deere 6405, houve uma considerável porcentagem de acionamentos acidentais (acima de 40%), por parte dos entrevistados destes modelos.

5.4.4 Pergunta 4

Tabela 58 - Pergunta 4. Qual?

Qual?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
Alavanca de câmbio	Entrevistados	0	0	0	2	2
	%	0,00	0,00	0,00	25,00	8,70
Embreagem	Entrevistados	0	0	0	4	4
	%	0,00	0,00	0,00	50,00	17,39
Acelerador de pé	Entrevistados	3	0	0	0	3
	%	37,50	0,00	0,00	0,00	13,04
Acelerador manual	Entrevistados	0	0	1	1	2
	%	0,00	0,00	33,33	12,50	8,70
Bloqueio do diferencial	Entrevistados	1	0	0	0	1
	%	12,50	0,00	0,00	0,00	4,35
TDF	Entrevistados	1	2	0	0	3
	%	12,50	50,00	0,00	0,00	13,04
Controle	Entrevistados	0	2	0	1	3
	%	0,00	50,00	0,00	12,50	13,04

remoto	%	0,00	50,00	0,00	12,50	13,04
Alavanca alta e baixa	Entrevistados	3	0	2	0	5
	%	37,50	0,00	66,67	0,00	21,74
Total	Entrevistados	8	4	3	8	23
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

A tabela 58 indica que comandos foram acionados acidentalmente pelos entrevistados para esclarecer a resposta à pergunta anterior.

Pode-se afirmar que a embreagem e a alavanca de câmbio do modelo John Deere 6405 e o acelerador de pé e alavanca de alta e baixa do trator Massey Ferguson 292, são, entre os modelos analisados, comandos em que os acionamentos acidentais ocorrem com maior frequência.

5.4.5 Pergunta 5

Tabela 59 - Pergunta 5. Você conhece todos comandos do trator?

Conhece todos comandos?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
SIM	Entrevistados	16	10	9	12	47
	%	84,21	62,50	64,29	70,59	71,21
NÃO	Entrevistados	3	6	5	5	19
	%	15,79	37,50	35,71	29,41	28,79
Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Obs: Não significativo pelo teste do qui-quadrado p-valor = 0,477

Por trabalharem por um grande período com o trator, houve uma grande porcentagem de operadores que conhecem todos os comandos.

5.4.6 Pergunta 6

Tabela 60 - Pergunta 6. Cite o comando que você utiliza com maior frequência?

Qual?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
Alavanca de câmbio	Entrevistados	0	2	0	5	7
	%	0,00	12,50	0,00	29,41	10,61
Alavanca de alta e baixa	Entrevistados	0	0	2	0	2
	%	0,00	0,00	14,29	0,00	3,03
Embreagem	Entrevistados	6	2	3	4	15
	%	31,58	12,50	21,43	23,53	22,73
Tração	Entrevistados	0	0	0	1	1
	%	0,00	0,00	0,00	5,88	1,52
Acelerador de pé	Entrevistados	4	6	3	6	19
	%	21,05	37,50	21,43	35,29	28,79
Tomada de força	Entrevistados	3	0	2	0	5
	%	15,79	0,00	14,29	0,00	7,58
Acelerador manual	Entrevistados	6	6	2	1	15
	%	31,58	37,50	14,29	5,88	22,73
Freio	Entrevistados	0	0	2	0	2
	%	0,00	0,00	14,29	0,00	3,03
Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

No modelo Massey Ferguson 292, o comando mais utilizado segundo os operadores, foi à embreagem e o acelerador manual, seguido do acelerador de pé. Este modelo tem o acelerador manual e de pé fora da área de alcance recomendada. Deve-se verificar a necessidade de estudos mais específicos nestes comandos.

Para os operadores do modelo New Holland 7630, o acelerador de pé e manual são os mais utilizados, e nesse modelo os dois comandos estão fora da área recomendada para usos freqüentes.

Os comandos mais utilizados, segundo os operadores que utilizam o modelo Valtra BM 100, foram o acelerador de pé e a embreagem. Este modelo possui os pedais de comando dentro da área recomendada para o acionamento.

Segundo os entrevistados, os comandos de uso freqüente no modelo

John Deere 6405 foram o acelerador de pé e a alavanca de câmbio. A alavanca de câmbio está dentro da área de alcance preferencial, possui canalização e indica qual a posição da marcha, já o acelerador de pé não está na área útil dos os pés.

5.4.7 Pergunta 7

Tabela 61 - Pergunta 7. A distância do comando selecionado acima, é adequada para o seu acionamento?

Distância adequada?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
SIM	Entrevistados	18	14	14	16	62
	%	94,74	87,50	100,00	94,12	93,94
NÃO	Entrevistados	1	2	0	1	4
	%	5,26	12,50	0,00	5,88	6,06
Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Obs: Não significativo pelo teste exato de fisher p-valor = 0,721

Mesmo não havendo diferença estatística significativa, sendo o valor de $p = 0,721$, pode-se observar que 93,94% dos operadores acham que o comando mais utilizado está numa distância conveniente para o seu acionamento; no caso do Valtra BM 100 essa variável foi de 100%.

5.4.8 Pergunta 8

Tabela 62 - Pergunta 8. Você considera a pega de algum comando ruim?

Alguma pega ruim?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
SIM	Entrevistados	10	6	7	3	26
	%	52,63	37,50	50,00	17,65	39,39
NÃO	Entrevistados	9	10	7	14	40
	%	47,37	62,50	50,00	82,35	60,61
Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Obs: Não significativo pelo teste do qui-quadrado p-valor = 0,142

Mesmo não se obtendo um valor estatístico significativo com o teste de qui-quadrado, pôde-se observar que a pega de alguns modelos, como o Valtra BM 100 e o Massey Ferguson 292, possuem um valor em percentual significativo consideravelmente.

5.4.9 Pergunta 9

Tabela 63 - Pergunta 9. Se a resposta for sim, qual o comando?

Qual?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
Alavanca de reduzida	Entrevistados	7	0	0	0	7
	%	70,00	0,00	0,00	0,00	26,92
Tomada de força	Entrevistados	3	0	0	0	3
	%	30,00	0,00	0,00	0,00	11,54
Alavanca de câmbio	Entrevistados	0	0	2	0	2
	%	0,00	0,00	28,57	0,00	7,69
Tração	Entrevistados	0	2	4	0	6
	%	0,00	33,33	57,14	0,00	23,08
Alavanca alta e baixa	Entrevistados	0	0	1	2	3
	%	0,00	0,00	14,29	66,67	11,54
Acelerador manual	Entrevistados	0	0	0	1	1
	%	0,00	0,00	0,00	33,33	3,85
Não respondeu	Entrevistados	0	4	0	0	4
	%	0,00	66,67	0,00	0,00	15,38
Total	Entrevistados	10	6	7	3	26
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

A alavanca de reduzida do modelo Massey Ferguson 292 foi considerada pela maioria dos entrevistados com uma pega ruim, apesar de possuir um manejo antropomórfico tipo cogumelo. Deve-se realçar que esse problema está relacionado ao posicionamento do comando, por estar entre as pernas do operador e posicionado fora do alcance, no plano sagital vertical, por isso seu acionamento é prejudicado, pois o operador tem que inclinar o tronco para efetuar o acionamento.

No modelo Valtra BM 100, o comando de tração foi considerado preocupante pela maioria dos operadores, como comentado na análise ergonômica e

evidenciado na entrevista.

5.4.10 Pergunta 10

Tabela 64 - Pergunta 10. Existe dificuldade para a visualização do painel devido ao reflexo do sol?

Há dificuldade?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
SIM	Entrevistados	5	2	7	3	17
	%	26,32	12,50	50,00	17,65	25,76
NÃO	Entrevistados	14	14	7	14	49
	%	73,68	87,50	50,00	82,35	74,24
Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Obs: Não significativo pelo teste do qui-quadrado p-valor = 0,095

A tabela 64 apresenta os resultados relacionados ao reflexo do sol no painel, dos usuários do modelo Valtra BM 100, 50% constataram haver reflexo do sol sobre o painel, enquanto que os usuários dos outros modelos relataram índices diferentes, 26,3% disseram haver reflexo no modelo Massey Ferguson 292, 12,5% no da New Holland 7630 e 17,6% no da John Deere, ou seja, os usuários do modelo da Valtra apresentaram certa dificuldade para a visualização dos mostradores, ficando prejudicados no reconhecimento da informação.

Apesar desta diferença entre os modelos, as estatísticas não apresentaram diferenças significativas pelo teste do qui-quadrado, em vista da homogeneidade entre os modelos da Massey, New Holland e John Deere.

5.4.11 Pergunta 11

Tabela 65 - Pergunta 11.A posição dos mostradores no painel é coerente com a sua importância?

Há coerência com sua importância?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
SIM	Entrevistados	12	14	11	17	54
	%	63,16	87,50	78,57	100,00	81,82
NÃO	Entrevistados	7	2	3	0	12
	%	36,84	12,50	21,43	0,00	18,18
Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Obs: Significativo pelo teste exato de Fisher p-valor = 0,024

Verifica-se pelo teste exato de Fisher não haver diferenças estatisticamente significativas entre a posição dos mostradores no painel ser coerente com a sua importância, segundo o tipo do trator analisado, este fato pode ser evidenciado quando comparado os tratores John Deere 6405 com os Massey Ferguson 292, os operadores do modelo John Deere 6405 acham que os mostradores possuem um posicionamento correto em relação à sua importância, já 36,84% dos operadores do Massey Ferguson 292, indicaram haver uma melhor distribuição dos mostradores no painel.

5.4.12 Pergunta 12

Tabela 66 - Pergunta 12. É possível a visualização integral do painel?

É possível a visualização do painel?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
SIM	Entrevistados	19	14	14	17	64
	%	100,00	87,50	100,00	100,00	96,97
NÃO	Entrevistados	0	2	0	0	2
	%	0,00	12,50	0,00	0,00	3,03
Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Obs: Não significativo pelo teste do exato de Fisher p-valor = 0,098

Pelo teste de exato de Fisher, constatou não se obtém um dado não semelhante entre os modelos analisados, em relação à visualização total do painel. Dentre os quatro modelos analisados, só 12,50% dos entrevistados do modelo New Holland 7630, opinam de não visualizar integralmente o painel. Provavelmente esse questionamento se dá por haver outros comandos impedindo essa visualização, como por exemplo, o volante de direção.

5.4.13 Pergunta 13

Tabela 67 - Pergunta 13. Quais comandos que devem ser modificados?

Qual?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
Braços hidráulicos	Entrevistados	5	0	0	0	5
	%	26,32	0,00	0,00	0,00	7,58
Alavanca alta e baixa	Entrevistados	2	0	1	2	5
	%	10,53	0,00	7,14	11,76	7,58
Controle remoto	Entrevistados	2	0	0	0	2
	%	10,53	0,00	0,00	0,00	3,03
Alavanca de reduzida	Entrevistados	6	0	2	0	8
	%	31,58	0,00	14,29	0,00	12,12
Tomada de força	Entrevistados	1	2	0	0	3
	%	5,26	12,50	0,00	0,00	4,55
Hidráulica	Entrevistados	0	2	0	0	2
	%	0,00	12,50	0,00	0,00	3,03
Alavanca de câmbio	Entrevistados	0	0	2	1	3
	%	0,00	0,00	14,29	5,88	4,55
Tração	Entrevistados	0	0	2	1	3
	%	0,00	0,00	14,29	5,88	4,55
Acelerador de pé	Entrevistados	1	0	0	0	1
	%	5,26	0,00	0,00	0,00	1,52
Acelerador manual	Entrevistados	0	0	0	3	3
	%	0,00	0,00	0,00	17,65	4,55
Freio	Entrevistados	0	0	0	1	1
	%	0,00	0,00	0,00	5,88	1,52
Não respondeu	Entrevistados	2	12	7	9	30
	%	10,53	75,00	50,00	52,94	45,45

Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Por haver muitos valores nulos não foi possível analisar esta questão pelo teste de qui-quadrado.

Pode-se verificar que alguns comandos receberam um valor significativo em relação a outros, no caso do trator Massey Ferguson 292, 31,58% dos operadores selecionaram a alavanca de reduzida, 26,32% selecionaram os comando do controle remoto 1 e 2. Esses comandos, segundo os operadores mereceriam modificações. Em relação à alavanca de reduzida seu posicionamento prejudica consideravelmente o comando, já o controle remoto 1 e 2, seu posicionamento está no lado esquerdo abaixo da linha do assento e bem próximo ao mesmo, sendo que os dois comandos estão próximos e sem proteção, podendo ocasionar algum acionamento acidental.

5.4.14 Pergunta 14

Tabela 68 - Pergunta 14. Você teria alguma sugestão para melhorar o painel do trator utilizado?

Qual?		Trator				Total
		Massey Ferguson 292	New Holland 7630	Valtra 985 / BM 100 / BM 110	John Deere 6405	
Velocímetro	Entrevistados	3	2	1	6	12
	%	15,79	12,50	7,14	35,29	18,18
Iluminação	Entrevistados	3				3
	%	15,79	0,00	0,00	0,00	4,55
Ponteiros no lugar de mostradores luminosos	Entrevistados	2	2	0	0	4
	%	10,53	12,50	0,00	0,00	6,06
Painel	Entrevistados	3	2	2	0	7
	%	15,79	12,50	14,29	0,00	10,61
Números maiores	Entrevistados	0	2	0	0	2
	%	0,00	12,50	0,00	0,00	3,03
Indicadores sonoros	Entrevistados	0	0	2	0	2
	%	0,00	0,00	14,29	0,00	3,03

Não respondeu	Entrevistados	8	8	9	11	36
	%	42,11	50,00	64,29	64,71	54,55
Total	Entrevistados	19	16	14	17	66
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Esta questão considera que 18,18 % do total dos entrevistados selecionaram a necessidade de um velocímetro ao painel, em segundo com 10,61 o posicionamento dos mostradores, depois de aplicado à pesquisa, foi cogitado o motivo da inserção de um velocímetro ao trator, alguns entrevistados alegaram que alguns equipamentos ainda trabalham com a unidade de quilômetro, como por exemplo, a distribuidora de calcário.

5.5 Análise dos resultados

Dentre os quatro tratores avaliados, o posto de trabalho do operador de trator contém trinta controles e nove mostradores, totalizando uma avaliação ergonômica de cento e vinte controles e trinta e seis mostradores.

Em relação aos controles pode-se destacar houve uma incidência de 91 controles incorretos uma porcentagem de 76%, sem considerar que em alguns casos o controle possuía mais de um erro ergonômico, esse grande número se deve a vários fatores avaliados como o posicionamento incorreto, falta de informação no controle, manejo incorreto do controle, problemas de acionamento do comando. Com relatado na avaliação ergonômica,

Em relação aos mostradores, dos 36 mostradores avaliados 30 estão incorretos, sendo de 83,5 %, devido ao posicionamento incorreto, ilegibilidade dos números e símbolos e concordância entre os mostradores.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível avaliar a real necessidade de alterações no posto de trabalho do tratorista, bem como a norma NBR/NM/ISO 5353 a qual existe uma diferença entre as dimensões dos pedais relacionados na norma, com a bibliografia consultada de ergonomia.

Projeto de tratores desenvolvidos em países estrangeiros, talvez não conheça a real necessidade ergonômica do consumidor brasileiro, a qual abrange uma grande miscigenação de etnias entre trabalhadores da região sul e da região norte.

O uso da tecnologia em proveito desta atividade pode promover melhorias nos postos de trabalho, substituindo alavancas por botões, inserindo mais comandos em um pequeno espaço, e com isso oferecendo um maior conforto ao operador.

Assim, conclui que, a partir dos problemas inicialmente levantados e da avaliação do posto de trabalho do operador de trator, os controles e mostradores que compõem o posto, não estão de acordo com os dados antropométricos específicos para o perfil do trabalhador brasileiro.

Nota-se a necessidade em se recordar que o princípio da ergonomia é que o trabalho tem que estar adequado ao homem, e não o homem ao trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AÑEZ, C.R.R. *Antropometria na ergonomia*. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/ergon/revista/artigos/Antro_na_Ergo.PDF>. Acesso em: 03 de abr. 2004.
- ANFAVEA. *Anuário estatístico*. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.htm>>. Acesso em: 23 de dez. 2005.
- APRESENTAÇÃO. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em <http://www.abnt.org.br/instit_apresen_body.htm>. Acesso em: 12 de set. 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023: referências : elaboração*. Rio de Janeiro, ago. 2002a.
- _____. *NBR 6024: informações e documentação- numeração progressiva das seções de um documento - apresentação*. Rio de Janeiro, maio 2003a.
- _____. *NBR 6027: informações e documentação - sumário – apresentação*. Rio de Janeiro, maio 2003b.
- _____. *NBR 6028: resumos*. Rio de Janeiro, maio 1990.
- _____. *NBR 7195: cores de segurança*. Rio de Janeiro, junho 1995.
- _____. *NBR 10520: informação e documentação: apresentação de citações em documentos*. Rio de Janeiro, jul. 2002b.
- _____. *NBR 14724: informações e documentação - trabalhos acadêmicos - apresentação*. Rio de Janeiro, jul. 2002c.
- _____. *NBR/NM/ISO 5353 - Máquinas rodoviárias e tratores e máquinas agrícolas e florestais - Ponto de referência do assento*. Rio de Janeiro, maio 1999.
- _____. *NBR/ISO 4253. Tratores agrícolas – Acomodação do assento do operador – Dimensões*. Rio de Janeiro, 1999.
- BARNES, R. *Estudo de movimentos e de tempos*. São Paulo: E. Blücher, 1977. 636 p.
- BESANT, C.B. *CAD/CAM Projeto e fabricação com o auxílio do computador*. 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1988, p 21-25.
- BRASIL. *Norma Regulamentadora NR 17: Ergonomia (117.000-7)*. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.mtb.gov.br/Empregador/segsau/Legislacao/Normas/conteudo/nr17/>> Acessado em: 05 de abr. 2004.

CHAPANIS, A. *A engenharia e o relacionamento homem-máquina*. São Paulo, Atlas, 1972, 153 p.

DUL, J., WEERDMEESTER, B. *Ergonomia prática*. São Paulo: E. Blücher, 1995. 147p.

EARLY TRACTORS. Disponível em <http://www.historylink101.com/lessons/farm-city/early_farm_tractors.htm>. Acesso em 14 abril 2003

FARINA, M. *Psicodinâmica das cores em comunicação visual*. 4. ed. São Paulo: E. Blucher, 1982.

FERREIRA, A.B.H. *Novo Aurélio Século XXI :o dicionário da língua portuguesa*. 3.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999, 2128p.

FIALHO, F., SANTOS, N. *Manual de análise ergonômica no trabalho*. 2. ed. Curitiba: E. Gênese, 1997. 318 p.

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: 3 Congresso Internacional de Pesquisa em design, 2005, Rio de Janeiro. Anais em CD ROOM, 2005.

GRANDJEAN, E. *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

HALL, S. *Biomecânica Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

HISTORYLINK. *1869 J.I. Case Steam Engine*. Disponível em:<http://www.historylink101.com/lessons/farm-city/case_steam_engine.htm>. Acesso em: 03 de abr. 2004.

HISTORYLINK. *1912 Hackney Auto-Plow*. Disponível em:<http://www.historylink101.com/lessons/farm-city/case_steam_engine.htm>. Acesso em: 03 de abr. 2004.

HOUAISS, A.; VILLAR, M.S. *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 3000 p.

IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção*. 6 ed. São Paulo: E. Blücher, 2000. 466 p.

INDÚSTRIAS agrícolas investem em desenvolvimento nacional, em Revista Cadesign. São Paulo, SP, ano 8, nº 87, p. 20-23, 2003.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. San Diego, USA. 2000. Disponível em:<<http://www.gente.ufrj.br/ceserg/arquivos/DefinicaoInternacionalErgonomia.rtf>> Acesso em: 23 de abr. 2004

ISO 4253 (E). *Agricultural tractors operators seating accommodation*, 1977.

- LAVILLE, A. *Ergonomia*. Tradução: Márcia Maria das Neves Teixeira. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1977. 100 p.
- LEPLAT, J. *Quelques aspects de la complexité en ergonomie*. In: DANIELLOU, F. (Dir.) *L'ergonomie en quête de ses principes: débats épistémologiques*. Toulouse: Octarès, 1996. p.57-76.
- MÁRQUEZ, L. *Maquinaria agrícola y seguridad vial*. Boletim Salud y Trabajo, Madrid, n.56, 6p. 1986.
- McCORMICK, E.J. *Ergonomia*. Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 462 p.1980.
- MIALHE, L.G. *Máquinas agrícolas: ensaios e certificações*. Piracicaba: E. Shekinah, 1996.
- MONTEDO, U. B. *O trabalho na unidade de produção agrícola familiar segundo a teoria da complexidade*. Florianópolis, SC: 2001. Originalmente apresentado como tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. *Ergonomia: conceitos e aplicações*. 2.ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2000. 132p.
- MURREL, K.F.H. *Ergonomics – man and his working environment*. London. Chapman and Hall. 1965, 496 p.
- NEVEIRO, D. M.; ZAMBERLAN, M. C. P. L. ; CUIABANO, A. M. S. C. ; FERERREIRA, D. M. P. ; PASTURA, F. ; BASÍLIO, P. M. A. ; MONTEIRO, M. P. V. *Ergokit*. Rio de Janeiro: IPT, 1998.
- NORDIN, M.; FRANKEL, V. H. *Biomecânica do Sistema Musculoesquelético*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- PANERO, J.; ZELNIK, M. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos*. 3. ed. México: G. Gilli, 1984. p.318
- PASSMORE, R.; DURIN, J.G.A. *Human energy expenditure*. Londres. Physiological Review. 35: 801-875,1955.
- PERES, C.C. et al.. A multiprofissionalidade e interinstitucionalidade necessárias em uma ação ergonômica complexa. Disponível em:<
<http://www.mte.gov.br/Empregador/segsau/Publicacoes/Ergonomia/Conteudo/695.pdf>>.
Acesso em: 13 de abr. 2005.
- PHEASANT, S. T.; HARRIS, C. M. *Human strength in the operation of tractor pedals*. Ergonomics, v. 25, n. 1, p. 53-63, 1982.
- ROEBUCK, J. A. Jr.; KROEMER, K. H. E.; THOMSON, W. G. *Engineering anthropometry methods*. New York : Wiley-Intersciencie : J Wiley, 1995.

R-PROJECT : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em:< <http://www.R-project.org> >. Acesso em: 10 de out. 2005.

RUSSO, S.; ILGNER, S.; BUZATTO, M. *Verificação dimensional de máquinas agrícolas com relação Ao perfil antropométrico do agricultor na área de abrangência de Santo Angelo*. Disponível em <<http://www.urisan.tche.br/~gep/1998/verificacaodimensional.pdf>>. Acesso em: 05 de jul. 2004.

SANTOS, N., *Aula 1*. Disponível em:< http://www.eps.ufsc.br/ergon/disciplinas/EPS5225/aula_1.htm>. Acesso em: 03 de abr. 2004.

SANTOS, N., et al. *Antropotecnologia – A Ergonomia dos Sistemas de Produção*. Curitiba: Gênese, 1997.

SCHLOSSER, José Fernando et al. *Caracterização dos acidentes com tratores agrícolas*. Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.6, p.977-981, 2002.

SELL, I. *Condições de trabalho na indústria têxtil em Santa Catarina*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 14: 1994, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Ed. Universitária, Universidade Federal de Paraíba, 1994b, v.1, p.239-244.

SELL, I. *Projeto do trabalho humano: Melhorando as condições de trabalho*. 1. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2002. v. 1. 469 p.

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

TILLEY, A.R.; DREYFUSS, H. *Associates. The measure of man and woman, human factors in design*. New York: Revised Edition Cloth, 2001. 104p.

VIDAL, M.C. *Introdução à ergonomia*. Rio de Janeiro. Disponível em:< <http://www.gente.ufrj.br/ceserg/arquivos/erg001.pdf>>. Acesso em: 03 de abr. 2004.

ZANETTI, Arthur. *Conheça algumas vantagens do uso de Digital Mockup*. Revista Cadesign. São Paulo, SP, ano 9, nº 94, p. 40-43, jul. 2004.