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

GUIA DE PARÂMETROS ERGONÔMICOS PARA INDÚSTRIAS FABRICANTES DE EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA AGROTÓXICOS

CRISTIANE AFFONSO DE ALMEIDA ZERBETTO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU - SP
Novembro – 2007

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

GUIA DE PARÂMETROS ERGONÔMICOS PARA INDÚSTRIAS FABRICANTES DE EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA AGROTÓXICOS

CRISTIANE AFFONSO DE ALMEIDA ZERBETTO

Orientador: PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS
Co-Orientador: PROF. DR. NORIVAL AGNELLI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU - SP
Novembro – 2007

Z582g Zerbetto, Cristiane Affonso de Almeida.
Guia de parâmetros ergonômicos para indústrias fabricantes de embalagens plásticas para agrotóxicos / Cristiane Affonso de Almeida Zerbetto. – Botucatu, 2007.
xv, 195f. : il.

Orientador: João Eduardo Guarnetti dos Santos.
Co-orientador: Norival Agnelli.
Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, 2007.
Bibliografia: F. 175-182.

1. Ergonomia – Embalagens plástica – Teses. 2. Design – Embala-gens plástica – Agrotóxicos – Teses. 3. Guia de parâmetros ergonômi-cos – Teses. 4. Embalagens plástica – Indústrias – Teses. I. Santos, João Eduardo Guarnetti dos. II. Agnelli, Norival. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho". Faculdade de Ciências Agronômicas. Campus de Botucatu. IV. Titulo.

CDU 658.512.2:632.95

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"GUIA DE PARÂMETROS ERGONÔMICOS PARA INDÚSTRIAS FABRICANTES DE EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA AGROTÓXICOS"**

ALUNA: CRISTIANE AFFONSO DE ALMEIDA ZERBETTO

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

PROF. DR. JOÃO CÂNDIDO FERNANDES

PROF. DR. JOSÉ CARLOS PLÁCIDO DA SILVA

PROF. DR. JAIR ROSAS DA SILVA

PROF. DR. PAULO KAWAUCHI

Data da Realização: 28 de novembro de 2007.

AGRADECIMENTOS

À força superior, Deus, pois sem ele certamente tudo teria sido bem mais difícil, agradeço não apenas o fato de ter conseguido estar neste momento apresentando parte da pesquisa, mas dele ter me dado a missão e oportunidade do conhecer e poder transmitir este conhecimento.

À minha base, meus pais, a estes devo antes de qualquer coisa o meu caráter, pois sem a educação familiar de respeito, persistência e luta jamais teria chegado até esta fase da minha vida.

Ao apoio de todos os momentos, meu marido, este Deus colocou em minha vida como uma luz para iluminar o meu caminho e me ajudar a alcançar todos os meus objetivos, sempre com carinho, disposição e alegria.

Ao meu irmão, agradeço pela força, amizade, compreensão e todo apoio técnico nos momentos das falhas do computador.

Ao amigo André, que fez parte das viagens, cansaço, trabalhos, conhecimento, formatações e, por fim, o mais importante de tudo, a amizade sem interesse.

Aos amigos do Colegiado do Curso de *Design* Gráfico da UEL, que em momentos imprescindíveis da minha vida profissional sempre estiveram presentes e prontos a me ajudar.

Aos alunos, docentes e empresas do projeto de pesquisa, que nunca mediram esforços para atender meus pedidos.

Agradeço todo o conhecimento, objetividade, otimismo e amizade do meu orientador Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos, o qual pode contribuir imensamente para que este trabalho se configurasse desta forma.

Finalmente, o muito obrigado a todos os amigos, que de uma forma ou de outra, me ajudaram a conquistar este objetivo em minha vida.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS VII
LISTA DE TABELAS X
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS XII
RESUMO 1
SUMMARY 2
1 INTRODUÇÃO 3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 8
2.1 Ergonomia 8
2.1.1 Introdução 8
2.1.2 Manejo 11
2.1.2.1. Histórico 13
2.1.2.2 Tipos 14
2.1.2.3 Formas 16
2.1.3 Aspectos fisiológicos e anatômicos da mão 18
2.1.4 Biomecânica 23
2.1.5 Antropometria 31
2.1.6 Fatores gerais que influenciam a usabilidade 37
2.1.7 Energia na atividade humana 42
2.1.8 Manuseio de cargas 45
2.1.8.1 Capacidade de carga máxima 51
2.1.8.2 Traumas musculares 55
2.2 Embalagem plástica para agrotóxicos 56
2.2.1 Polietileno de alta densidade 58
2.2.2 Processo de fabricação 61
2.2.3 Transformações tecnológicas 62
2.2.4 Vedação 63
2.2.5 Embalagem vazia 67
2.3 Agrotóxicos 71
3 PROPOSTA DO TRABALHO 77

4 MATERIAL E MÉTODOS 79
4.1 Material 79
4.1.1 Embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos 79
4.1.2 Sujeitos 80
4.1.3 Ambiente do teste 80
4.1.4 Equipamentos 81
4.2 Métodos 81
4.2.1 Ensaio 81
4.2.2 Procedimentos experimentais 83
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 85
5.1 Tabulação e análise 85
5.2 Produto final 117
6 CONCLUSÕES 172
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 175
GLOSSÁRIO 183
APÊNDICES 186
Apêndice 1 187
Apêndice 2 188
Apêndice 3 190
Apêndice 4 192
ANEXO 1 194

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 – Ação de manejo de um produto 12
Figura 2 – Exemplos de manejo fino e grosseiro e empunhaduras prismáticas e circulares 15
Figura 3 – Alguns tipos de pega 16
Figura 4 – Exemplos de manejo geométrico e antropomorfo 17
Figura 5 – Ossos dos membros superiores 19
Figura 6 – Juntas da mão 20
Figura 7 – Tendão e bainha sinovial 20
Figura 8 – Túnel do carpo 21
Figura 9 – Estrutura anatômica da mão 22
Figura 10 – Angulação radial entre os dedos da mão 22
Figura 11 – Representação dos principais movimentos relacionados à mão 24
Figura 12 – Força de preensão dos dedos, de acordo com a posição de pega 26
Figura 13 – Desenhos de pegas que proporcionam uma postura neutra do punho 29
Figura 14 – Variáveis antropométricas das mãos 33
Figura 15 – Antropometria estática das mãos 34
Figura 16 – Medidas da mão de parte da população alemã 35
Figura 17 – Medidas dinâmicas da mão 37
Figura 18 – Posições do punho 39
Figura 19 - Apresentação esquemática da transformação de nutrientes em calor e energia mecânica no corpo humano 43
Figura 20 – No início da atividade, o organismo atua em condições desfavoráveis, com um débito de oxigênio durante dois a três minutos 44
Figura 21 – A composição do consumo total de energia do homem em relação à carga de trabalho 44
Figura 22 – Carga sobre a coluna vertebral na direção do eixo vertical 47
Figura 23 – Com o aumento da distância entre as mãos e o corpo há um aumento da tensão nas costas 47
Figura 24 – Carregamento manual de volumes muito altos ou desajeitados 48
Figura 25 – A influência da postura do corpo durante levantamento de cargas 49

Figura 26 – Fatores de carga considerados na equação de NIOSH.....53
Figura 27 – Diferença entre uma garrafa em PEAD (esquerda) e em PEBD (direita).....59
Figura 28 – Tipos de fios da vedação 65
Figura 29 – Tampa plástica *screw cap* (tampa rosca).....66
Figura 30 – Sistema *child proof* para segurança.....66
Figura 31 – Sistema de destinação final das embalagens 68
Figura 32 – Identificação das embalagens de Polietileno de Alta Densidade 69
Figura 33 – Madeira plástica e embalagem para óleo lubrificante.....70
Figura 34 – Conduíte corrugado obtido por reciclagem.....70
Figura 35 – Gráfico do consumo de agrotóxicos kg/ha.....75
Figura 36 – Exemplos das embalagens Coex, Mauser e Retangular.....80
Figura 37 – Gráfico da distribuição segundo o desconforto ao pegar a embalagem.....86
Figura 38 - Pega da embalagem Mauser.....87
Figura 39 - Alça da embalagem Coex.....88
Figura 40 - Pega da embalagem Coex.....88
Figura 41 - Pega da embalagem Retangular 89
Figura 42 – Gráfico da distribuição segundo se o vão da pega da embalagem é estreito para a mão 90
Figura 43 – Gráfico da distribuição segundo a posição da pega da embalagem.....91
Figura 44 - Posição de pega nas embalagens Coex, Mauser e Retangular.....92
Figura 45 – Gráfico da distribuição segundo se a embalagem já causou ferimento.....93
Figura 46 - Sistema para o rompimento do lacre.....93
Figura 47 - Rebarba da costura da embalagem Retangular e espaço entre tampa e alça da embalagem Mauser.....94
Figura 48 – Gráfico da distribuição segundo a opinião sobre o peso da embalagem.....95
Figura 49 – Gráfico da distribuição segundo se tem dificuldade para levantar e tombar a embalagem.....96
Figura 50 - Pegas da embalagem Coex.....97
Figura 51 - Ausência de pega inferior na embalagem Retangular.....97
Figura 52 - Flexão do pulso e desvio ulnar ao tombar a embalagem Mauser 98
Figura 53 – Gráfico da distribuição segundo se há necessidade de mais pega para verter o

produto. 99
Figura 54 - Áreas de pega na parte inferior das embalagens 100
Figura 55 – Gráfico da distribuição segundo a opinião sobre a segurança de manusear a embalagem. 100
Figura 56 – Gráfico da distribuição segundo se sentiu alguma dificuldade ao abrir a tampa da embalagem. 101
Figura 57 - Manuseio das tampas das embalagens pesquisadas 103
Figura 58 - Uso de ferramentas na abertura das tampas 103
Figura 59 – Gráfico da distribuição segundo se o sistema para o rompimento do lacre interno funciona. 103
Figura 60 - Tentativas de rompimento do lacre 104
Figura 61 – Gráfico da distribuição segundo a força exigida para o rompimento do lacre 105
Figura 62 - Posições do pulso inadequadas e adequada 105
Figura 63 – Gráfico da distribuição segundo o tamanho da pega da tampa desta embalagem 106
Figura 64 – Gráfico da distribuição segundo se já devolveu a embalagem sem a tampa por tê-la perdido 107
Figura 65 – Gráfico da distribuição segundo se considera interessante deixar a tampa unida à embalagem após seu uso 108
Figura 66 – Gráfico da distribuição segundo se costuma utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) ao manusear a embalagem 109
Figura 67 – Gráfico da distribuição segundo se acha interessante poder visualizar o nível do agrotóxico dentro da embalagem 110
Figura 68 - Transferência do agrotóxico para um recipiente menor 111
Figura 69 – Gráfico da distribuição segundo o tipo de embalagem preferida 111
Figura 70 - Detalhes formais da embalagem Coex 112
Figura 71 - Detalhes formais da embalagem Retangular 112
Figura 72 - Detalhes formais da embalagem Mauser 113

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 – Síntese das recomendações biomecânicas para o Guia de Parâmetros Ergonômicos 30
Tabela 2 - Estimativa antropométrica das mãos.. 32
Tabela 3 – Medidas da antropometria estática das mãos.....34
Tabela 4 – Medidas da mão humana estendida. 34
Tabela 5 – Medidas da mão da população alemã 35
Tabela 6 – Medidas da mão direita.....35
Tabela 7 – Estimativa antropométrica das mãos dos brasileiros 36
Tabela 8 – Dimensões de pega e empunhadura.....41
Tabela 9 - Força máxima das pernas, braços e costas (população feminina e masculina) 51
Tabela 10 - Capacidade de levantamento repetitivo de pesos (população feminina e masculina) 51
Tabela 11 - Cargas máximas permissíveis em kg em diferentes situações 52
Tabela 12 - Qualidade da pega (C) e altura inicial do levantamento (V) 53
Tabela 13 - Valores da frequência (F) e da altura inicial do levantamento (V) 54
Tabela 14 – Localização de dores no corpo provocadas por posturas inadequadas 56
Tabela 15 - Tipos de embalagens rígidas para produtos fitossanitários.....57
Tabela 16 - Classificação da toxidade de agrotóxicos de acordo com a cor do rótulo.....73
Tabela 17 - Distribuição segundo a faixa etária. 85
Tabela 18 - Distribuição segundo a mão de preferência para pega. 86
Tabela 19 - Distribuição segundo se sentiu desconforto ao pegar a embalagem.....86
Tabela 20 - Distribuição segundo se o vão da pega da embalagem é estreito para a mão. 89
Tabela 21 - Distribuição segundo a opinião sobre a posição da pega da embalagem. 91
Tabela 22 - Distribuição segundo se a embalagem já causou ferimento nas mãos 92
Tabela 23 - Distribuição segundo a opinião sobre o peso da embalagem. 94
Tabela 24 - Distribuição segundo se tem dificuldade para levantar e tombar a embalagem.....96
Tabela 25 - Distribuição segundo se há necessidade de mais pega para verter o produto. 98
Tabela 26 - Distribuição segundo a opinião sobre a segurança de manusear a embalagem ...100
Tabela 27 - Distribuição segundo se sentiu alguma dificuldade ao abrir a tampa. 101

Tabela 28 - Distribuição segundo se o sistema para o rompimento do lacre funciona 103
Tabela 29 - Distribuição segundo a força exigida para o rompimento do lacre da tampa 104
Tabela 30 - Distribuição segundo a opinião sobre o tamanho da pega da tampa 106
Tabela 31- Distribuição segundo se já devolveu a embalagem sem a tampa.....107
Tabela 32 - Distribuição segundo se considera interessante deixar a tampa unida à embalagem após seu uso. 108
Tabela 33 - Distribuição segundo se costuma utilizar equipamentos de proteção individual ao manusear a embalagem. 109
Tabela 34 - Distribuição segundo se acha interessante poder visualizar o nível do agrotóxico dentro da embalagem.....110
Tabela 35 - Distribuição segundo o tipo de embalagem preferida.....111
Tabela 36 - Distribuição segundo sugestões com relação às embalagens. 113
Tabela 37 – Distribuição segundo outras sugestões. 114
Tabela 38 – Síntese percentual dos aspectos negativos em relação à cada embalagem.....115
Tabela 39 – Síntese dos aspectos negativos em relação às três embalagens 115
Tabela 40 – Diretrizes básicas da pesquisa de campo para o Guia 115

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANDAV -	Associação Nacional dos Distribuidores de Insumos Agrícolas e Veterinários
A -	Ângulo de assimetria, medido a partir do plano sagital, em graus
ANDEV -	Associação Nacional de Defesa Vegetal
apud -	Citado por
BA -	Bahia
C -	Qualidade da pega
°C -	Graus Celsius
cm -	Centímetro
CB23 -	Comitê Brasileiro de Embalagem e Acondicionamento
CNA -	Confederação Nacional da Agricultura
COROL -	Cooperativa Agroindustrial
D -	Deslocamento vertical, entre a origem e o destino, em cm
d.p. -	desvio padrão
EPI -	Equipamento de Proteção Individual
F -	Freqüência média de levantamentos em levantamentos/min
Gb -	*Gigabyte*
GO -	Goiás
H -	Distância horizontal entre o indivíduo e a carga (posição das mãos) em cm
h -	Hora
HD -	*Hard Disk*
HDPE -	*High Density Polyethylene*

IBAMA -	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
InpEV -	Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias
IPJ -	Junta Interfalangeal
ISO -	*International Standard Organization*
kcal -	Quilocaloria
kg -	Quilograma
kg/ha -	Quilo por hectare
kgf -	Quilograma força
kj -	Quilojoule
km -	Quilômetro
kp -	Quilopondio
LBDI -	Laboratório Brasileiro de Desenho Industrial
LEST -	*Laboratoire d´Économie et de Sociologie du Travail*
Ltda. -	Limitada
MbRAM -	Memória RAM
MG -	Minas Gerais
Mhz -	Megahertz
min. -	Minuto
mm -	Milímetro
MS -	Mato Grosso do Sul
MT -	Mato Grosso

N -	*Newton*
NBR -	Norma Brasileira da ABNT
NIOSH -	*National Institute for Occupational Safety an Health*
NR -	Norma Regulamentadora da Portaria n° 3.214 do Ministério do Trabalho
OIT -	Organização Internacional do Trabalho
OWAS-OVAKO -	*Working Posture Analysing System*
p -	Nível Descritivo
PE -	Polietileno
PEAD -	Polietileno de Alta Densidade
PEAD MONO -	Polietileno de Alta Densidade
PET -	Polietileno Tereftalado
PIPJ -	Junta Interfalangeal Proximal
PLR -	Peso Limite Recomendável
PR -	Paraná
PVC -	Policloreto Cloreto de Vinila
PVOH -	Álcool Polivinílico
RS -	Rio Grande do Sul
S.A. -	Sociedade Anônima
s.d. -	Sem data
seg. -	Segundo
SP -	São Paulo
V -	Distância vertical na origem da carga (posição das mãos) em cm
W -	*Watt*

GUIA DE PARÂMETROS ERGONÔMICOS PARA INDÚSTRIAS FABRICANTES DE EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA AGROTÓXICOS. Botucatu, 2007. 195 p. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autora: CRISTIANE AFFONSO DE ALMEIDA ZERBETTO

Orientador: PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

RESUMO

A tese apresentada tem como objetivos verificar os problemas de usabilidade encontrados durante o manuseio das embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos – a Coex, a Mauser e a Retangular - fabricadas pela Cimplast Ltda. e utilizadas pela Milênia Agro Ciência S.A., e com base nos dados teóricos levantados e nos problemas de usabilidade encontrados na pesquisa de campo, elaborar um Guia de Parâmetros Ergonômicos para o *Design* das Embalagens Plásticas para Agrotóxicos, direcionado às indústrias destas embalagens. Para a realização desta pesquisa foi realizado um levantamento do estado da arte em publicações pertinentes ao assunto, englobando a Ergonomia, como o fio condutor da pesquisa, e dentro deste assunto maior estudou-se o manejo, os aspectos fisiológicos e anatômicos da mão, a biomecânica, a antropometria, os fatores gerais que influenciam a usabilidade, a energia humana, o manuseio de cargas, a capacidade de carga máxima, os traumas musculares, também buscou-se um maior conhecimento sobre a embalagem plástica para agrotóxicos, envolvendo o estudo sobre o polietileno de alta densidade, os processos de fabricação, as transformações tecnológicas deste tipo de embalagem, a vedação, o destino da embalagem vazia, e por fim os agrotóxicos. Após este aprofundamento teórico, definiu-se as metodologias apropriadas para verificação dos requisitos ergonômicos de usabilidade destas embalagens e, para concluir esta etapa realizou-se um estudo estatístico onde pode-se confirmar as hipóteses. Com base em todos estes dados foi elaborado o Guia de Parâmetros Ergonômicos direcionado às indústrias fabricantes de embalagens plásticas para agrotóxicos.

Palavras-chave: Ergonomia, embalagem plástica, agrotóxico.

ERGONOMIC PARAMETERS GUIDE FOR INDUSTRIES MANUFACTURERS OF AGRITOXIC'S PLASTIC PACKING. Botucatu, 2007. 195 p. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CRISTIANE AFFONSO DE ALMEIDA ZERBETTO

Adviser: PROF. DR. JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS

SUMMARY

The present thesis has as objective to verify the found problems of usability during the manuscript of the plastic packing of 20 liters for agritoxics - the Coex, the Mauser and the Rectangular one - manufactured by Cimplast Ltda. and used by Milênia Agro Sciences, and on the basis of the raised theoretical data and in the problems of usability found in the field research, to elaborate a Ergonomic Parameters Guide for the Design of the Plastic Packing for Agritoxics, directed to the industries of these packing. For the accomplishment of this research a survey of the state of the art in pertinent publications to the subject was carried through, taking in consideration the Ergonomics, as the direction of the research, and inside of this bigger subject the handling was studied, the physiological aspects and anatomical of the hand, the biomechanics, the anthropometry, the general factors that influence the usability, the energy of the human being, the load manuscript, the maximum load capacity, the muscular traumas, also searched if a greater knowledge on the plastic packing for agritoxics, involving the study on high density's polyethylene, the manufacture processes, the technological transformations of this type of packing, the prohibition, the destination of the empty packing, and finally the agritoxics. After this theoretical deepening, defined the methodologies most appropriate for ergonomic requirements verification of this packing usability, and to conclude this stage was made a statistical study where the hypotheses can be confirmed. Based on all these data were elaborated the Ergonomic Parameters Guide directed to the industries manufacturers of agritoxics plastic packing.

Keywords: Ergonomics, plastic packing, agritoxic.

1 INTRODUÇÃO

Dentre as ciências estudadas na atualidade está a Ergonomia, a qual tem como síntese dos seus objetivos a segurança, a satisfação e o bem-estar do usuário na realização de suas atividades, sejam no lazer ou no trabalho. Vale destacar que estas atribuições não pertencem apenas à Ergonomia, mas a diferença está na forma científica e interdisciplinar como ela trata esses assuntos, tendo para isto uma sólida base de conhecimentos e metodologias para poder interferir na estruturação e execução do projeto, buscando desta maneira resultados finais mais amigáveis junto ao ser humano.

Um ponto importante em relação à Ergonomia é que a mesma deve ser considerada como o meio para se obter maior sucesso em um projeto, ela não tem a pretensão de se sobrepor às ações projetuais, mas quando utilizada o homem passa a ser o centro do processo projetual, onde todas as decisões estarão direcionadas a ele, chegando a soluções bem mais coerentes com as suas necessidades e desejos.

Neste sentido pode-se dizer que quando as capacidades e os limites do usuário são respeitados, as condições de insegurança, insalubridade, stress, desconforto, fadiga e ineficiência podem ser eliminados, ou ao menos amenizados.

Sintetizando, a Ergonomia pode proporcionar ao processo projetual

um direcionamento mais sistemático para a análise, especificação e avaliação dos requisitos de usabilidade, chegando a um resultado que permita ao ator principal, o ser humano, maior conforto, saúde, segurança, qualidade de vida e uso adequado da energia.

Este uso apropriado da energia humana está totalmente vinculado à maneira de se executar uma atividade física, e isto é uma responsabilidade da Ergonomia.

A produção desta energia ocorre por meio da alimentação e do ar inseridos no interior do corpo, o qual transforma estas fontes físicas, biológicas e químicas em energia térmica e mecânica, responsáveis pela sobrevivência do ser humano, mantendo seu corpo em funcionamento e permitindo ao mesmo a execução de suas tarefas de ordem física e/ou psíquica.

Relacionado às tarefas de ordem física tem-se o manuseio das Embalagens Plásticas de 20 litros para Agrotóxicos fabricadas em Polietileno de Alta Densidade, objeto de investigação desta pesquisa.

Quanto ao manuseio destas embalagens, a Ergonomia pode contribuir consideravelmente com as informações já disponíveis nas publicações, envolvendo o manejo, seus tipos e formas; os aspectos fisiológicos e anatômicos da mão; a biomecânica, com as posturas e forças; a antropometria; os fatores gerais que influenciam a usabilidade; o manuseio de cargas; a capacidade de carga máxima; e os traumas musculares.

Estas informações, quando bem aplicadas no desenvolvimento dos projetos das embalagens, podem contribuir significativamente para o melhor desempenho das atividades com menor gasto energético, tornando a vida dos agricultores, muitas vezes desvalorizados e desmotivados, um pouco mais salutar e agradável, com um produto que realmente foi pensado com base em parâmetros humanos importantes para eles.

Percebe-se no decorrer da história do *design* que pouco tem se aplicado os conceitos ergonômicos aos produtos de pequeno porte vinculados à agricultura, dentre estes encontram-se as embalagens plásticas de agrotóxicos disponíveis no mercado.

Antes de explanar especificamente as questões funcionais destes produtos, serão vistos alguns dados importantes que justificam o direcionamento da pesquisa.

Primeiramente, chama-se atenção para o crescimento do uso dos materiais plásticos ou polímeros. Estes até a metade do século XX não ultrapassavam a produção industrial de 350.000 toneladas/ano, contudo este número deve atingir 200 milhões de toneladas no século XXI, podendo-se perceber um aumento significativo no seu consumo e, consequentemente, nas novas tecnologias que os acompanharão (MANO; MENDES, 2000). Entre os polímeros que se destacam neste crescimento desenfreado está o Polietileno, sendo o Polietileno de Alta Densidade a segunda resina mais reciclada no mundo (IDENTIFICAÇÃO..., 2005).

Um outro dado relevante foi apontado pelo presidente do Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias, João César Rando, onde ele relata que no ano de 2005 foram comercializadas 38 mil toneladas de embalagens de agrotóxicos, sendo este um número considerável, o qual realmente justifica a realização de pesquisas que possam contribuir para o aprimoramento do desempenho destes produtos (INPEV, 2005 apud EMBALAGEM..., 2005).

Entre as embalagens vazias de agrotóxicos devolvidas, o Paraná é o que aparece na frente, com um volume de 2.358 toneladas, sendo este um estado de destaque, tanto no consumo destas embalagens, como na conscientização da devolução das mesmas (DESENVOLVIMENTO..., 2005).

Existem vários tipos de embalagens plásticas para agrotóxicos, porém as mais problemáticas são as de 20 litros.

Este apontamento é feito com base no peso considerável destas embalagens quando já envasadas, aproximadamente 23 kg, sendo necessário no momento de verter o produto a utilização das duas mãos, porém algumas delas apresentam apenas uma pega superior dificultando muito a ação, podendo ocorrer o derramamento de um produto caro e altamente perigoso para a salubridade do usuário, ou mesmo o comprometimento dos discos intervertebrais.

Sabe-se que 60% das lesões musculares têm sido ocasionadas pelo levantamento de cargas de forma indevida, seja pelo seu posicionamento em relação ao corpo, pelo excesso de peso ou mesmo devido ao *design* do produto a ser manuseado (BRIDGER,

2003 apud IIDA, 2005). Um outro dado relevante em relação a este assunto é que 20% dos afastamentos no trabalho e 50% das solicitações de aposentadoria precoce são decorrentes dos traumas nos discos intervertebrais; e entre as profissões mais suscetíveis às doenças dos discos intervertebrais, encontra-se a do agricultor (KRÄMER, 1973 apud GRANDJEAN, 1998).

Além do fator peso/quantidade de pegas, deve-se destacar a grande dificuldade encontrada para romper o lacre no bocal da embalagem. Apesar de alguns modelos apresentarem uma área de corte sobre a tampa, a qual deve ser invertida e forçada para baixo para romper o lacre, isto não ocorre; além do usuário machucar sua mão durante esta tarefa, acaba entrando em contato direto com o agrotóxico, pois muitas vezes usa o dedo para efetuar a ação.

É interessante ressaltar que no rótulo vem indicado o uso de luvas descartáveis, porém este é um produto manuseado normalmente pelo empregado agrícola, pessoas estas com um baixo nível de instrução, muitos até analfabetos, os quais normalmente não usam os Equipamentos de Proteção Individual, não estão preparados para a manipulação de produtos tóxicos e nem recebem as instruções sobre os perigos a que se expõe. Eles não acreditam que os agrotóxicos, em contato com a pele, sem queimá-la ou irritá-la, possam ser absorvidos em quantidades mortais, ou causar sérios danos de ordem respiratória, neurológica e/ou cancerígena; neste sentido as intoxicações são muito freqüentes.

A faixa etária com maior incidência de problemas decorrentes do uso indevido de agrotóxicos está entre os 20 e 29 anos, com cerca de 35 % do total, atingindo na maioria homens, com mais de 80 % das notificações. Dentre as incidências, quase 75 % estão relacionadas a intoxicação pelo exercício da atividade profissional ou por acidente no manuseio do produto (AGROTÓXICO…, 2005).

Um outro problema nestas embalagens são algumas dimensões inadequadas para a mão do usuário, causando incômodo a este e prejudicando o desempenho do mesmo na sua atividade.

A solda a quente localizada próxima a pega principal da embalagem, também pode se tornar um sério problema, se por ventura ocasionar ferimento na mão do

agricultor, considerando a toxidade destes produtos e a normal ausência do uso de EPI, neste caso a luva.

Com base nestes problemas indicados, percebe-se que as indústrias fabricantes deste tipo de embalagem pouco tem aplicado os parâmetros ergonômicos, os quais são indispensáveis para o aprimoramento das questões de usabilidade destes produtos.

Vale salientar que muitas vezes o *designer* destas empresas tem um tempo muito exíguo para o desenvolvimento dos projetos das embalagens, não conseguindo buscar todas as informações ergonômicas necessárias para a concepção das mesmas.

Fundamentado nestas observações, o objetivo geral desta pesquisa é verificar os problemas de usabilidade encontrados durante o manuseio das embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos – a Coex, a Mauser e a Retangular - fabricadas pela empresa Cimplast Ltda. e utilizadas pela indústria Milênia Agro Ciência S.A., e com base nos dados teóricos levantados e nos problemas de usabilidade encontrados na pesquisa de campo, elaborar um Guia de Parâmetros Ergonômicos para o *Design* ou *Redesign* das Embalagens Plástica para Agrotóxicos, direcionado às indústrias destas embalagens.

Como objetivos específicos pretende-se verificar e analisar os modelos das embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos junto à empresa Cimplast Ltda.; averiguar se os modelos de embalagens selecionadas apresentam a quantidade e o *design* da pega adequados para o seu manuseio; apontar os problemas de usabilidade apresentados durante o manuseio destas embalagens; propor um documento com os parâmetros ergonômicos levantados; contribuir de forma prática e efetiva com o desenvolvimento de embalagens para agrotóxicos ergonomicamente corretas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ergonomia

2.1.1 Introdução

Neste tópico são abordadas algumas definições e conceitos básicos sobre a Ergonomia, os quais dão suporte para o trabalho como um todo.

A Ergonomia é considerada por Iida (2005) como uma ciência que tem como objetivo estudar o relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente e, particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desta relação. De acordo com Pheasant (1988), a Ergonomia tem por objetivo adaptar o trabalho ao trabalhador e o produto ao usuário. Percebe-se que de forma geral esta ciência tem o homem como foco principal, e os demais elementos devendo funcionar em relação ao mesmo, jamais o inverso.

Considerando as definições que cercam a Ergonomia, existem alguns termos que merecem uma melhor elucidação, como por exemplo, a “máquina” refere-se a todos aqueles aparatos físicos utilizados durante o trabalho e o lazer, o termo “trabalho” está relacionado com as atividades, remuneradas ou não, as quais são desempenhadas pelo homem para atingir um objetivo, utilizando-se de um sistema manual, mecânico ou informatizado, dentro de certo ambiente e, por fim, o termo “homem” engloba as características fisiológicas, anatômicas, biomecânicas, psicológicas e cognitivas do usuário envolvido na tarefa (FRISONI; MORAES, 2000).

Segundo Meister e Enderwick (2002), o “homem” ou “usuário” pode ser classificado em vários tipos, tais como: adulto, criança, idoso, normal e deficiente. Também é possível caracterizá-lo pela idade, gênero, capacidade (exemplo: nível de inteligência), recursos econômicos (renda) e interesses (exemplo: automóveis).

Os objetivos práticos da Ergonomia de uma forma geral são a segurança, a satisfação e o bem-estar do ser humano na execução de suas tarefas, buscando ao máximo a redução dos problemas causados por estas atividades. É importante ressaltar que estes objetivos não são méritos somente da Ergonomia, mas a diferença se dá na forma científica e interdisciplinar como esta trata esses assuntos, tendo para isto uma sólida base de conhecimentos e metodologias para poder interferir na execução do projeto, como na sua operação, obtendo desta forma resultados finais satisfatórios (DUL; WEERDMEESTER, 1995; IIDA, 2005).

É interessante destacar que a Ergonomia tem utilizado de maneira enfática a metodologia da análise da tarefa, tendo como foco principal o homem manuseando os produtos, a fim de poder criar um quadro-diagnóstico dos pontos críticos que envolvem a situação de trabalho abordada, e a partir deste poder fazer as recomendações necessárias para se obter maior conforto e satisfação do usuário e, consequentemente, um aumento da produtividade e redução dos acidentes e doenças ocupacionais.

Com estas informações fica evidente que vale dispensar maior atenção à integração da Ergonomia ao desenvolvimento de produtos. Contudo, deve-se observar as colocações de Righi et al. (2005, p. 3), onde aponta-se para o fato de que a Ergonomia não é

uma atividade de índole executiva, a mesma busca estabelecer parâmetros para os projetos, onde serão solucionados os problemas detectados por ela. Enfim, esta ciência é considerada "…uma 'atividade-meio' que não se contrapõe, mas que também não se sobrepõe às atividades executivas e/ou projetuais. Seu melhor papel é o de contribuir para que o ser humano (com suas particularidades) seja considerado como ator nas decisões a serem tomadas no processo de projeto."

A Ergonomia pode oferecer ao processo de projeto um enfoque mais sistemático para a análise, especificação e avaliação dos requisitos de usabilidade. Os dados fornecidos por esta ciência são capazes de conferir maiores e melhores condições ao *designer* na concepção de interfaces bem sucedidas com o usuário (MORAES, 1993). Entende-se pelo termo usabilidade "...a capacidade em atender as necessidades apresentadas pelos usuários desse produto, através de um processo de avaliação específico" (BUTTI, 1995 apud ALMEIDA; NAVEIRO, 1998, p. 375).

Para Han et al. (2001), a usabilidade envolve além do grau de eficiência e facilidade de uso do produto, os fatores emocionais e comportamentais ligados à atratividade deste, ou seja, os aspectos subjetivos passaram a ser considerados.

Ao relacionar a ergonomia com o *design* é importante se pensar de um modo mais global segundo Benktzon (1993), ou seja, no *design* universal, o qual está preocupado com um número mais abrangente de usuários, pois é preciso lembrar que nem todos têm uma condição operacional saudável, e que estas pessoas também merecem atenção no desenvolvimento dos produtos.

Pece (1995) chama atenção para um detalhe essencial que diz respeito ao produto considerado correto; para o autor este não deve simplesmente ser adequado para a tarefa em questão, mas deve principalmente ser julgado correto pelo usuário em termos de peso, formas, vantagens mecânicas, sensibilidade ao contato e modo de utilização, reduzindo assim o processo de fadiga e tensão física ao final de seu uso. Na concepção de Dul e Weerdmeester (1995), todas as condições de insegurança, insalubridade, desconforto e ineficiência podem ser eliminadas, quando as capacidades e limitações do homem são respeitadas.

De acordo com Putz-Anderson (1992), o desenvolvimento ergonômico de um produto, que tem por objetivo a prevenção das lesões por traumas cumulativos, deve considerar os seguintes fundamentos:

evitar altas forças de contato e carregamento estático;

evitar posições extremas ou inadequadas das articulações;

evitar ação repetitiva dos dedos;

evitar vibrações.

Para que isto seja possível é preciso que fatores ergonômicos como o formato, dimensões, estratégia de utilização, aspectos biomecânicos, fisiológicos e anatômicos das partes do corpo envolvidas, sejam observados e aplicados com seriedade, proporcionando desta maneira uma relação amigável entre produto e usuário.

Pheasant (1988) sintetiza o enfoque ergonômico do *design* dizendo que se um objeto, um sistema ou um ambiente é elaborado para o homem, seu *design* deve estar embasado nas características físicas e mentais deste, chegando a um resultado que permita ao mesmo facilidade de uso, conforto, saúde, segurança e qualidade de vida.

Por fim, pode-se dizer que não adiantaria a existência da Ergonomia e dos Ergonomistas, se efetivamente não ocorressem as Ações Ergonômicas, as quais proporcionam as melhorias necessárias ao homem no campo de trabalho.

A seguir se pode conhecer o elemento ergonômico principal desta pesquisa, o manejo.

2.1.2 Manejo

Neste tópico e seus sub-tópicos são apresentados um breve histórico sobre o manejo, seus tipos e formas.

Dentre os conhecimentos que a Ergonomia detém está o manejo, o qual é considerado como a forma de contato estabelecida entre o homem e o produto, por

meio dos membros superiores ou inferiores, executando assim a ação de comando para a realização da tarefa (IIDA, 2005).

A ação de manejo é definida por Gomes Filho (1995, p. 92) como sendo “o ato de pegar, movimentar e/ou por em funcionamento, manter em funcionamento ou fazer cessar o funcionamento de um produto de uso. Através de ações de simples pega ou empunhadura, e ainda, por meio do acionamento de elementos...” (Figura 1).



Figura 1 – Ação de manejo de um produto
Fonte: (DUL; WEERDMEESTER, 1995)

Bullinger e Solt (1979 apud PASCHOARELLI; COURY, 2000), revelam um taxonomia das formas de pega, dividindo-as em:

contato: se dá pelo toque ou aperto com os dedos e /ou palma da mão;

pega: se dá pelo envolvimento dos extremos dos dedos em redor dos componentes dos equipamentos;

empunhadura: se dá pelo envolvimento palmar ao redor dos equipamentos.

A abordagem desta pesquisa esta direcionada para o manejo com os membros superiores, por se tratar da tarefa de manusear com as mãos as embalagens plásticas (bombonas) de 20 litros para agrotóxicos.

Acredita-se que a mão humana é uma parte fundamental do corpo, e talvez a mais usada, permitindo uma enorme mobilidade de movimentos com aplicação de força, velocidade e precisão variadas de acordo com as características do homem e dos

manejos (MURALIDHAR; HALLBECK, 1999).

A partir desta colocação fica clara a importância da relação que deve ser estabelecida entre o *design* da empunhadura do produto e a anatomia, fisiologia, biomecânica e antropometria da mão dos usuários que irão utilizá-lo.

O manejo dos produtos tanto pode aumentar a capacidade manipulativa do homem, quanto causar problemas de indisposições crônicas ou de ordem clínica ao usuário, dependendo da qualidade ergonômica da forma de engate (MCCORMICK, 1980; PECE, 1995).

Características do manejo, como textura, tamanho, diâmetro, vibrações, luvas, ou mesmo a presença de uma substância tóxica, como no caso das embalagens de agrotóxicos, todos estes itens irão alterar o resultado da interface mão/produto, dependendo da maneira que forem tratados (FREIVALDS, 1996 apud MCGORRY, 2000).

Conclui-se, portanto, que o manejo é parte integrante e fundamental para o bom desempenho de um produto, por conseguinte, as pesquisas realizadas sobre o assunto serão essenciais para o desenvolvimento de novos produtos, atendendo cada vez melhor as necessidades e características dos usuários.

Para melhor compreensão do tópico descrito acima, será apresentado um pouco da história do manejo.

2.1.2.1. Histórico

Desde a pré-história o homem já se preocupava com uma melhor adaptação do instrumento a sua mão, o qual seria usado para a execução da tarefa. Esta colocação fica evidente, quando Iida (2005) exemplifica dizendo que o homem pré-histórico já escolhia a pedra cujo formato melhor se adaptasse à forma e movimentos de sua mão, para usá-la como arma; outro exemplo fornecido por Moraes e Mont'Alvão (2000), são as empunhaduras de foices, com data de séculos passados, onde estas já demonstravam uma preocupação em adequar o formato da pega às características das mãos dos usuários, de forma a propiciar maior conforto na sua usabilidade.

Dentro desta evolução histórica sócio-tecnológica a Revolução Industrial foi primordial para alavancar uma série de desenvolvimentos, entre eles os sistemas de manuseio dos produtos. Pode-se dizer que nos últimos 150 anos, com as transformações nos processos industriais, houveram consideráveis evoluções nas pegas e empunhaduras, entre elas destaca-se a "Empunhadura Lamb", criada em 1941 por Thomas Lamb, conhecida como o "...primeiro *design* de empunhaduras cientificamente ergonômico", por advir de diversos estudos, registros e referências teórico-práticas (GANTZ, 1996 apud PASCHOARELLI; COURY, 2000, p. 82).

Apesar de todas as evoluções ocorridas desde os primórdios até os nossos dias, ainda podem ser melhorados muitos manejos, considerando tanto a forma da pega, como a usabilidade dos produtos.

2.1.2.2. Tipos

A seguir são apontados alguns tipos de manejo e empunhaduras, de acordo com as referências bibliográficas pesquisadas.

Segundo Iida (2005), os manejos se classificam em manejo fino e manejo grosseiro.

manejo fino: é aquele executado pelas pontas dos dedos, fornecendo grande precisão e velocidade aos movimentos, com pouca força transmitida. Este tipo de manejo é indicado para as tarefas mais delicadas que exigem maior precisão (Figura 2).

manejo grosseiro: é aquele onde os dedos apenas seguram o objeto, enquanto o movimento é executado pelo punho e braço. Este tipo de manejo é indicado quando se necessita de grande força, com velocidade e precisão reduzidas (Figura 2).

Para confirmar estes apontamentos, Grandjean (1998) diz que o movimento da mão é mais rápido e preciso quando este é executado pelo antebraço, já a utilização do braço no movimento retarda a velocidade e reduz a precisão.

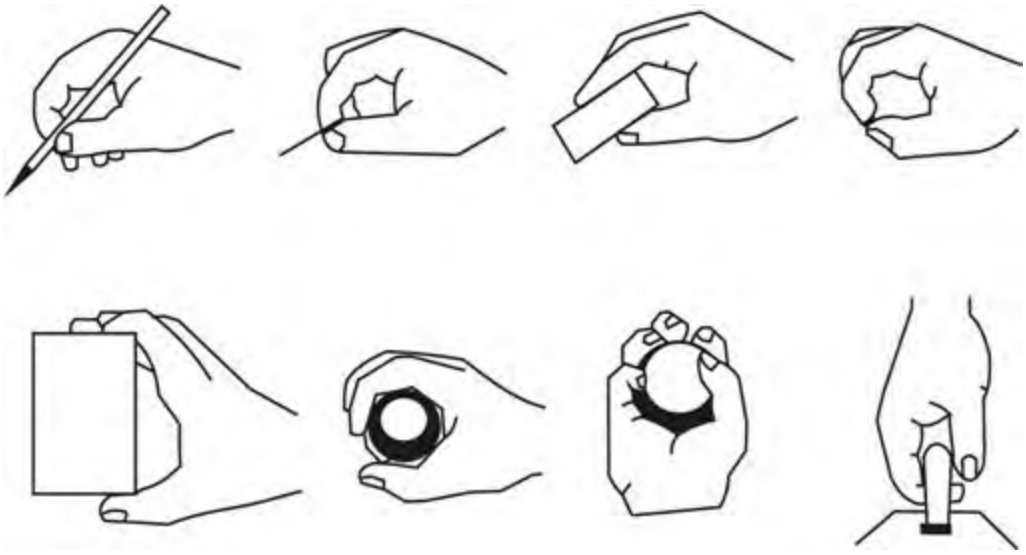


Figura 2 – Exemplos de manejo fino e grosseiro e empunhaduras prismáticas e circulares
Fonte: (IIDA,2005)

Cutkosky e Wright (1986 apud KINOSHITA et al., 1996), dividiram o manejo realizado por pressão com múltiplos dedos em duas grandes categorias, a empunhadura circular e a prismática.

empunhadura circular: envolve discos, esferas e modelos de pega com o mínimo de três dedos (tripé), onde o dedo polegar e os outros dedos são dispostos radialmente em torno do objeto (Figura 2).

empunhadura prismática: são as pegas onde o dedo polegar opõe-se aos demais ao segurar objetos planos (Figura 2).

Ao considerar as referências de Putz-Anderson (s.d. apud RIO; PIRES, 2001), os tipos de pegas podem estar divididos da seguinte maneira (Figura 3).



Figura 3 – Alguns tipos de pega
Fonte: (PUTZ-ANDERSON, s.d. apud RIO; PIRES, 2001)

Sapién (1996) faz uma colocação interessante com relação a estes tipos de pega, dizendo que a pega medial irá proporcionar força ao usuário, enquanto que a pega em pinça lateral e pulpar irá transmitir maior precisão à ação executada pelo mesmo. Ele diz ainda que o uso repetitivo da pega em pinça acaba criando uma fricção nos tendões que movimentam o dedo polegar, e se esta pega exigir a flexão do pulso a tarefa pode se tornar extremamente fadigante.

Percebe-se que de uma forma geral os tipos de manejo estão muito inter-relacionados com força e precisão, sendo estas as variáveis principais que direcionam a maioria das suas classificações.

Além dos tipos diferentes de manejo, existem também particularidades formais entre os mesmos, as quais serão abordadas logo abaixo.

2.1.2.3. Formas

Segundo Iida (2005), existem basicamente dois tipos de desenhos de manejo, o geométrico e o antropomorfo.

manejo geométrico: este se assemelha a uma figura geométrica regular, proporcionando uma menor superfície de contato com as mãos. Como vantagem permite maiores variações de pega e sem sofrer demasiadamente as conseqüências das variações individuais das medidas antropométricas. Como desvantagem ocasiona alguns pontos de tensão na mão e transmite menos força (Figura 4).

manejo antropomorfo: este caracteriza-se por apresentar uma superfície irregular, a qual irá se conformar com a parte do corpo em contato com o mesmo. Tem como vantagem maior superfície de contato, maior firmeza de pega, transmite maiores forças, com menor concentração de tensões em relação ao manejo anterior. Por desvantagem limita a pega a uma ou duas posições, podendo gerar fadiga para um trabalho prolongado, exigindo apenas uma pequena variação das medidas antropométricas dos usuários envolvidos (Figura 4).

Alguns autores recomendam a pega antropomorfa apenas quando o uso do equipamento for para um perfil de usuários que não apresenta discrepância nas medidas antropométricas. Caso contrário, este formato de pega pode prejudicar o controle da ação desenvolvida, reduzindo a força quando os dedos ficam afastados, ou se estes forem maiores do que o espaço destinado a eles, podendo sofrer força compressiva nas suas laterais, por onde passam inúmeros nervos e veias, causando fadiga ao usuário (LEWIS; NARAYAN, 1993; PECE, 1995).

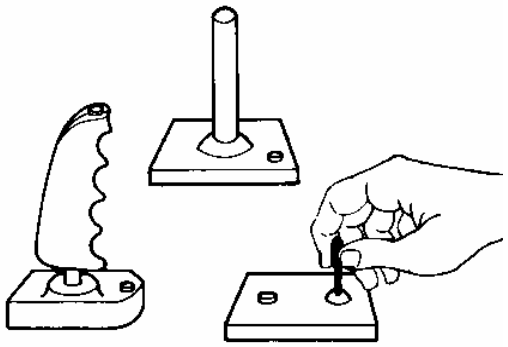


Figura 4 – Exemplos de manejo geométrico e antropomorfo
Fonte: (IIDA, 2005**)**

Após a identificação dos tipos e formas dos manejos, serão verificados alguns aspectos fundamentais para a análise e desenvolvimento da pega de um produto.

2.1.3 Aspectos fisiológicos e anatômicos da mão

Este tópico trata dos aspectos anatômicos e fisiológicos das mãos, ou seja, como estas são constituídas e o seu funcionamento.

São inúmeros os fatores ergonômicos que irão exercer influência sobre o manejo e a usabilidade dos equipamentos, dispositivos e ferramentas manuais, entre estes destacam-se os aspectos fisiológicos e anatômicos das mãos dos indivíduos, a biomecânica, a antropometria, entre outros (PASCHOARELLI; COURY, 2000).

O fato de se conhecer alguns detalhes sobre a mão torna-se fundamental quando o assunto tratado é o manuseio de um produto.

De acordo com Iida (2005), a mão humana pode ser considerada como uma das "ferramentas" mais complexas, versáteis e sensíveis do ser humano. É através da sua mobilidade que o homem torna-se capaz de manusear os produtos ao seu redor.

Esta parte do membro superior é formada por pele, tendões, veias, artérias, nervos, músculos e ossos, sendo que as características anatômicas, fisiológicas, biomecânicas e antropométricas irão permitir, e ao mesmo tempo restringir, certas ações de manejo ao usuário.

Quanto à parte anatômica e fisiológica da mão, Moraes e Pequini (2000) relatam que a sua formação se dá pelos ossos carpianos, metacarpianos e falanges (Figura 5). A irrigação ocorre através das artérias radial e ulnar, e participam das inervações os nervos mediano, radial e ulnar.



Figura 5 – Ossos dos membros superiores
Fonte: (GRANT, 1965 apud SAPIÉN, 1996)

De acordo com Paschoarelli e Coury (2000, p. 88), os ossos da mão são divididos em três porções, somando um total de vinte nove, são eles:

"ossos do carpo, constituindo um conjunto proximal de quatro ossos – escafóide, semilunar, piramidal e pisiforme – e outro conjunto distal também com quatro ossos – trapézio, trapezóide, capitato e ulnato;

ossos do metacarpo, caracterizado por cinco ossos denominados metacarpos – um para cada dedo; e associado ao metacarpo do polegar, dois pequenos ossos denominados sesamóides;

falanges, caracterizados por duas falanges no polegar – proximal e distal; e três falanges em cada um dos demais dedos (proximal, média e distal)".

Com relação às juntas entre os ossos da mão têm-se os seguintes tipos:

juntas planas: aquelas cujas superfícies opostas são praticamente planas, como dos ossos carpianos (Figura 6);

juntas uniaxiais: são juntas dobráveis, onde uma superfície é côncava e a outra convexa, e o movimento se dá em um eixo horizontal, como nas falanges (Figura 6).

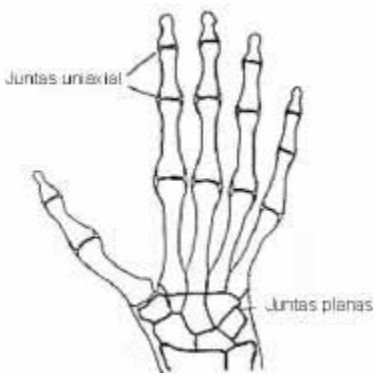


Figura 6 – Juntas da mão
Fonte: (CROUCH, 1965 apud SAPIÉN, 1996)

A musculatura que participa da movimentação da mão se conecta com os ossos por meio dos tendões (Figura 7). Estes são considerados feixes fibrosos ligados paralelamente entre si; quando eles passam por pontos de angulação, proeminências ósseas, fáscias (bainhas que protegem os músculos), túneis ostrofibrinosos ou faixas formadas por ligamentos, são revestidos completa ou parcialmente por uma bainha, chamada de bainha sinovial, a qual promove a lubrificação dos tendões facilitando a livre movimentação dos mesmos (SAPIÉN, 1996; MORAES; PEQUINI, 2000).

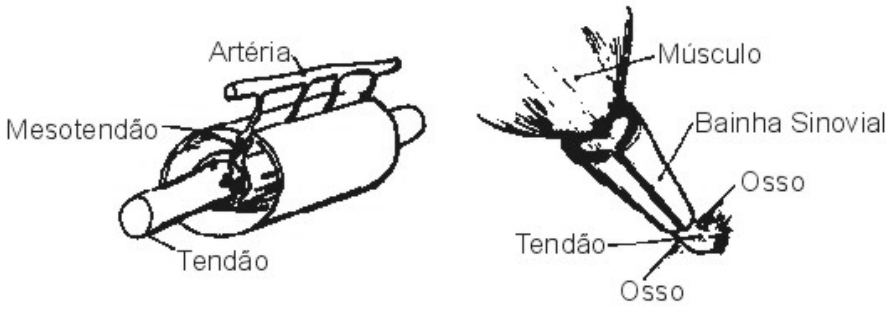


Figura 7 – Tendão e bainha sinovial
Fonte: (PUTZ - ANDERSON, 1988 apud MORAES; PEQUINI, 2000)

A bainha sinovial é composta de duas camadas separadas por um líquido, uma das camadas é rica em células e está aderida à superfície do tendão (camada visceral) e a outra é composta por fibras, estando aderida ao tecido circunjacente (camada parietal ou vagina). O local onde ocorre a comunicação da visceral com a parietal é conhecido

como mesotendão, e é neste ponto onde os vasos sangüíneos e linfáticos e os nervos entram no tendão.

Esta bainha reveste os tendões em quase todo seu trajeto, por existirem vários pontos de acidentes e túneis ósteofibrinosos, como por exemplo, o túnel do carpo (Figura 8).

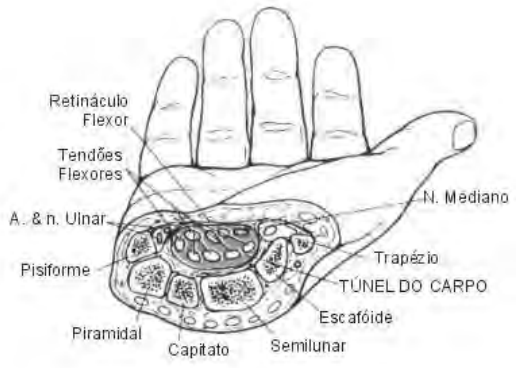


Figura 8 – Túnel do carpo
Fonte: (HAMILL; KNUTZEN, 1999)

A flexão dos dedos ocorre por meio dos músculos do antebraço. Os tendões que atravessam o canal do pulso fazem a ligação entre os músculos do antebraço e os dedos. Os ossos do dorso da mão, por um lado (dorsal), e os ligamentos transversos do carpo (flexor retinaculum) por outro lado (palmar), formam o canal do pulso – o túnel do carpo. Atravessam esse túnel uma série de estruturas anatômicas vulneráveis, inclusive a artéria radial e o nervo mediano. Por fora do ligamento transverso do carpo, têm-se a artéria ulnar e o nervo ulnar (Figura 9). Os ossos do punho conectam-se ao cotovelo por meio dos dois ossos do antebraço – a ulna e o rádio. O rádio liga-se ao lado do polegar, e a ulna ao lado do dedo mínimo. Estes dois longos ossos estão conectados ao úmero através das estruturas periarticulares do cotovelo. É interessante ressaltar que, de acordo com os movimentos desempenhados pelo braço, a ulna e o rádio assumem posições distintas, sendo que quando o braço está em supinação estes ossos estão paralelos, e quando em posição de pronação , eles estão cruzados. Por fim, as articulações do punho permitem a movimentação da mão apenas em dois planos ortogonais, flexão dorsal / palmar e desvio ulnar / radial (MORAES; PEQUINI, 2000; PASCHOARELLI; COURY, 2000).

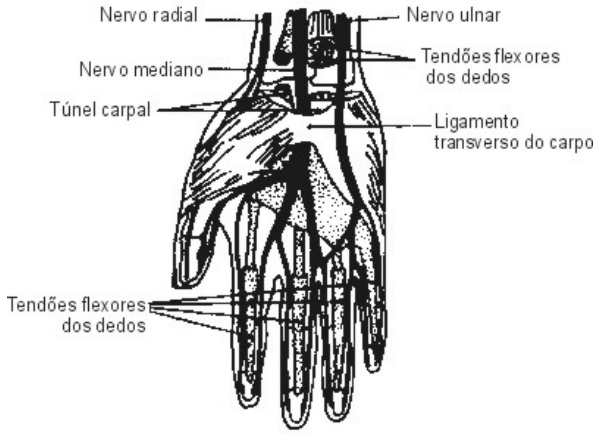


Figura 9 – Estrutura anatômica da mão
Fonte: (PUTZ - ANDERSON, 1988 apud MORAES; PEQUINI, 2000)

Toda esta constituição referente à mão é de suma importância, principalmente os túneis, pois dependendo do *design* da pega, esta poderá proporcionar um manuseio forçado, comprometendo as estruturas que passam por eles, podendo muitas vezes causar lesões irreversíveis ao usuário.

Por fim, serão apresentados os ângulos radiais formados entre os dedos da mão ao segurar um objeto cilíndrico (KINOSHITA et al., 1996) (Figura 10).

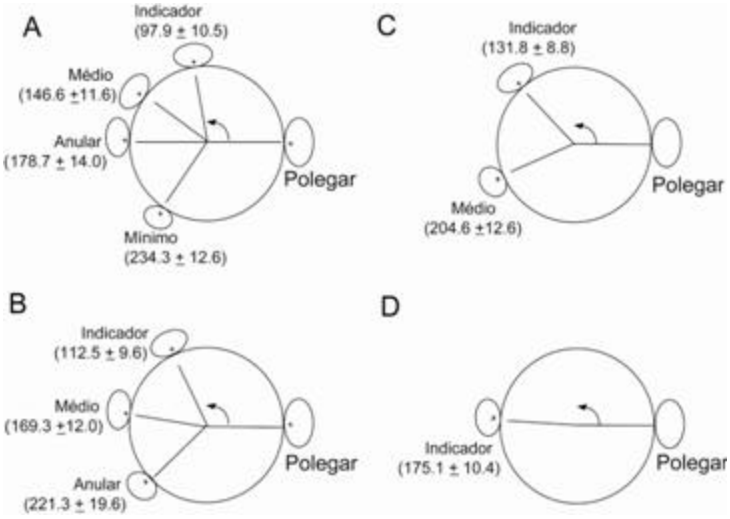


Figura 10 – Angulação radial entre os dedos da mão
Fonte: (KINOSHITA et al., 1996)

Além dos fatores fisiológicos e anatômicos da mão, a biomecânica, assunto este que será visto a seguir, trata-se de uma parte da Ergonomia primordial para o objeto de estudo abordado nesta tese.

2.1.4 Biomecânica

Neste tópico podem ser observadas questões relacionadas à força e posturas da mão/antebraço.

A biomecânica, segundo Iida (2005), trata da relação do homem em seu trabalho, relacionando os movimentos dos músculos-esqueléticos envolvidos e suas conseqüências. Neste sentido, as posturas assumidas e as forças despendidas durante a execução da tarefa ficarão sob a responsabilidade desta área do conhecimento.

Para que uma pessoa se posicione ou movimente-se são acionados diversos músculos, ligamentos e articulações. Os músculos irão contribuir com a força para esta ação, os ligamentos desempenham uma função auxiliar, enquanto as articulações permitirão a movimentação das partes do corpo. Sendo assim, pode-se dizer que posturas ou movimentos inadequados provocarão tensões mecânicas nos músculos, ligamentos e articulações, ocasionando dores ou, até mesmo, traumas nas partes envolvidas (DUL; WEERDMEESTER, 1995).

Dentre os parâmetros biomecânicos relacionados à mão estão as posturas assumidas entre esta, o punho e o antebraço (PASCHOARELLI; COURY, 2000).

Alguns destes movimentos do antebraço / mão, do punho / mão e dedos / mão, foram citados por Panero e Zelnik (1987), como sendo respectivamente, pronação e supinação (antebraço); flexão dorsal e flexão palmar, desvio radial e desvio ulnar (punho); e por último tem-se a hiperextensão, abdução, oposição e flexão dos dedos (Figura 11).

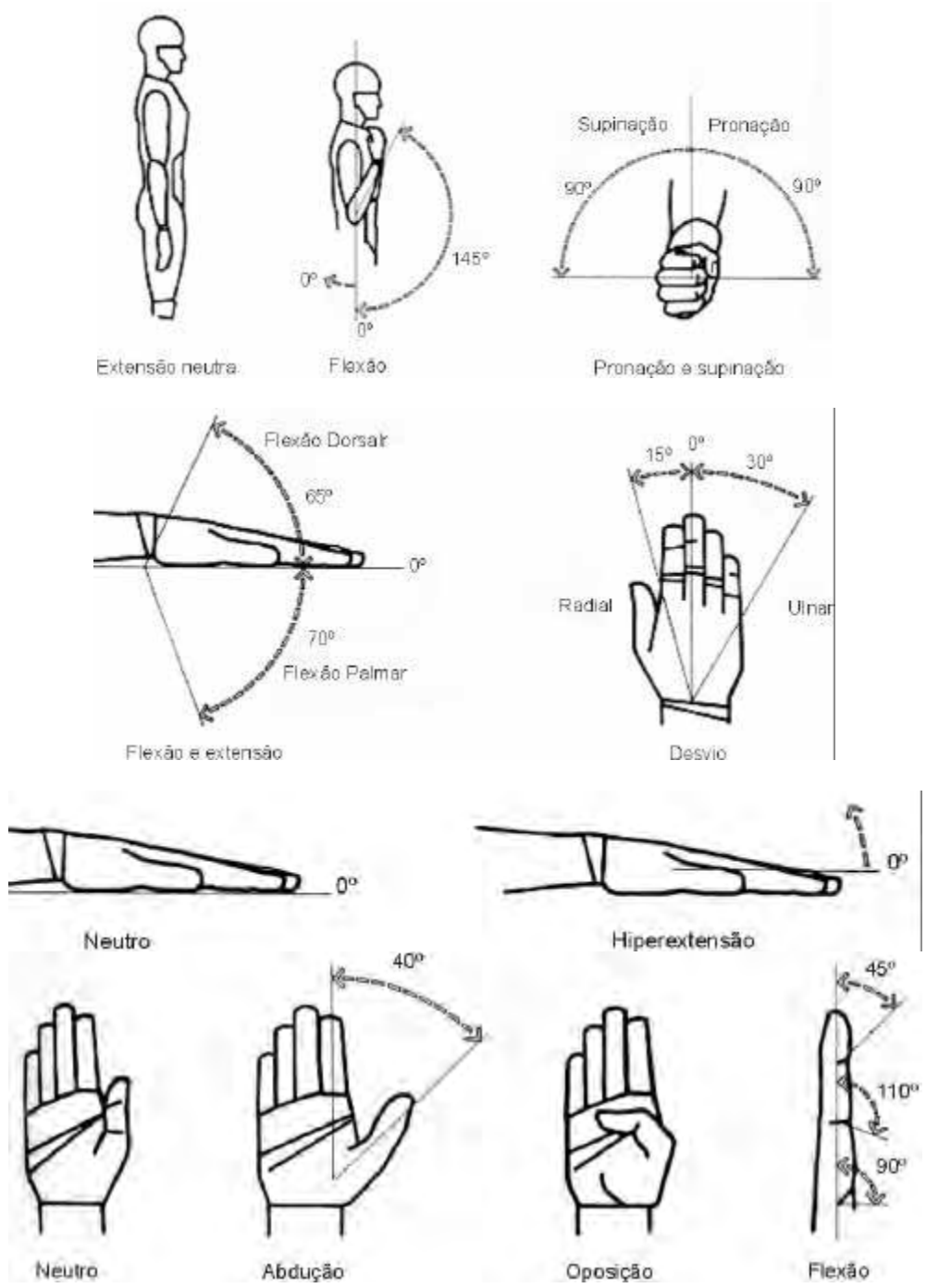


Figura 11 – Representação dos principais movimentos relacionados à mão
Fonte: (PANERO; ZELNIK, 1987)

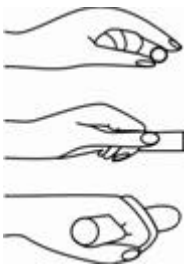
Além das posturas, também fazem parte da biomecânica as relações de força exercida ao realizar uma atividade.

Estas relações são influenciadas por diversos fatores de acordo com Jung e Hallbeck (2001) e Damon et al. (1966 apud SAPIÉN, 1996), sendo eles: fatores biológicos como gênero, idade, raça, posição corpórea, tipo de luva, etc; fatores ambientais como altitude, etc; fatores psicológicos como motivação, estado emocional, etc; e por fim, os fatores ocupacionais como vestuário, equipamentos pessoais, equipamentos do posto de trabalho, etc.

Para exemplificar a diferença existente em um dos itens apontados anteriormente, Konz (1979 apud PASCHOARELLI; COURY, 2000) relata que a força de aperto das mulheres é apenas dois terços da dos homens, ou 30% como descreve Grandjean (1998), porém ao considerar as colocações de Lehmkuhl e Smith (1987 apud PASCHOARELLI; COURY, 2000), esta diferença pode chegar ao dobro na faixa etária dos 20 aos 30 anos, tendo as mulheres uma força de preensão próxima a 24,57 kgf e os homens 48,68 kgf. Este apontamento se confirma quando Sperling et al. (1993) diz que ao se comparar mulheres mais velhas com pequenas dimensões corpóreas, com homens mais novos que possuem grandes dimensões, a diferença da força de preensão fica entre 100 a 150%. Estas diferenças ocorrem basicamente devido à força estar relacionada, em primeira instância, à secção transversal do músculo, e como as mulheres com o mesmo condicionamento físico de um homem possuem esta secção menor, a redução da força se dá como conseqüência (GRANDJEAN, 1998).

O ponto máximo da força muscular dos homens e mulheres ocorre na faixa etária dos 25 aos 35 anos, e quando estas pessoas chegam na faixa dos 50 até os 60 anos, a perda da força máxima original alcança os 25% (GRANDJEAN, 1998). Já para Daams (1994 apud VOORBIJ; STEENBEKKERS, 2005) a força física máxima é conseguida entre os 20 e 30 anos, e para Asmussen e Nielsen (1962 apud VOORBIJ; STEENBEKKERS, 2005) o valor máximo para força de mão e braço ocorre por volta dos 22 anos.

Na Figura 12, pode ser visto como a força de preensão em relação ao objeto se altera consideravelmente, dependendo da forma como se segura o mesmo.



posição na ponta dos dedos	7-14Kgf (70-140N)
posição lateral	7-14Kgf (70-140N)
posição de garra	30-54Kgf (300-540N)

Figura 12 – Força de preensão dos dedos, de acordo com a posição de pega
Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

Ainda em relação à força, Kinoshita et al. (1996) chegaram a algumas indicações a partir de um experimento realizado com 26 indivíduos, dentre os quais 15 eram homens e 11 mulheres, todos saudáveis e sem histórico de deficiência das extremidades superiores.

Pôde-se observar através deste teste que a força total de pega cresceu linearmente conforme o peso do objeto; este dado é importante, pois na medida em que se trabalha com produtos mais pesados, o desenho da pega deste pode contribuir para amenizar a força exercida. Por exemplo, ao se utilizar um produto que apresente uma pega antropomorfa, um manejo grosseiro, textura na área de pega e um material com um coeficiente de fricção mais elevado, consequentemente, este exigirá uma menor força das musculaturas envolvidas na ação.

De acordo com algumas pesquisas mensuradas por Kinoshita et al. (1996), é necessária uma maior força para as pegas prismáticas do que para as pegas circulares; a explicação deste apontamento talvez esteja no fato de que nas pegas prismáticas está envolvida apenas a área da polpa da falange distal, enquanto para a pega circular estão envolvidas a área da polpa da falange distal e a área da polpa da falange média, aumentando, portanto a área de contato de pega. É sabido que quanto maior a área de contato entre a mão e o produto, maior a fricção entre eles.

No teste foi observada uma maior força despendida para os objetos de diâmetros de 10,0 cm e 5,0 cm. A maioria dos usuários envolvidos no experimento, reportou que a pega com 5 dedos no objeto de diâmetro 7,5 cm foi a mais natural de todas.

Lembrando-se aqui que estes foram os diâmetros verificados.

Os resultados demonstraram que os dedos indicador e médio têm maior capacidade para força de pinçamento, do que os dedos anular e mínimo. Isto se confirmou nas experimentações com pegas prismáticas.

A força do dedo polegar, do médio e do anular aumentou conforme o acréscimo do peso.

Um outro ponto importante a ser destacado é que quanto menor a dimensão da mão, assim como, quanto mais fraca a força de aperto, mais o polegar e o dedo mínimo contribuíram para a força total de pega.

Percebeu-se através dos estudos realizados que as pessoas devem usar a pega com 5 ou 4 dedos para não fatigar os dedos anular e mínimo, já que estes são fracos na geração de força de pinçamento. Além disto, sabe-se que quanto mais dedos usados, menos extenuante torna-se a tarefa, o que por sua vez pode reduzir a probabilidade de queda inesperada dos objetos.

Outro fator é que o coeficiente de fricção dos dedos em relação ao tipo de material varia consideravelmente, influenciando na força despendida para se segurar um objeto, portanto, esta variável deve ser considerada sempre que se estiver desenvolvendo um produto.

Um dado fundamental fornecido por esta pesquisa foi que as forças individuais dos dedos não são uniformes em ações de empunhadura humana. Na pega circular, os dedos polegar, anular e mínimo fazem a maior parte do trabalho na geração de força, contabilizando cerca de 80% da força total de pega. Na pega prismática, o polegar, indicador e dedo médio dividem mais ou menos a mesma força.

Para Mcgorry (2000), em uma pega circular a distribuição de força ocorre de forma mais radial. Em uma pega elíptica ou retangular seccionado em cruz, podem-se esperar maiores forças ao longo do eixo da pega. Ao comparar a pega em cruz com uma pega com três hastes, esta última produz melhores resultados quanto à transmissão de força.

A seguir serão relatados alguns dados de uma pesquisa realizada por

Kong e Lowe (2005), com 24 indivíduos entre homens e mulheres, com idade que varia de 20 a 43 anos, todos com as funções motoras normais e sem apresentar deficiência nas extremidades superiores. Foram avaliados 6 diâmetros de pega (25 mm, 30 mm, 35 mm, 40 mm, 45 mm e 50 mm).

Primeiramente, percebeu-se uma redução da força total dos dedos conforme se aumentava o diâmetro da pega. A redução da força do diâmetro de 25 mm para 30mm foi 11,6%, já com do diâmetro de 40 mm para 45 mm foi 23,5%.

Um outro dado relevante foi que a falange da ponta dos dedos sempre exercia e mantinha maior força que as outras falanges para todos os diâmetros testados. Este fato é interessante para a distribuição das áreas de textura de uma pega.

Por fim, a última consideração desta pesquisa válida para o trabalho aqui apresentado, é que o dedo indicador exerceu maior força no diâmetro de 30 mm, já os outros dedos exerceram maior força com o diâmetro de 25 mm. Isto pode ser aplicado ao diferenciar-se o diâmetro em uma mesma pega.

Segundo Jung e Hallbeck (2001), a força da mão em flexão é maior do que em extensão. A força máxima conseguida com as mãos, segundo os autores, é quando a mesma se mantém entre 30° de flexão e 15° de extensão.

É interessante ressaltar que esta parte da biomecânica (força máxima) pode ser útil em várias situações, como por exemplo, na pega de alças cilíndricas, abertura de tampas circulares, movimentação de discos, manipulação de botões de máquinas, desenvolvimento de próteses, mãos robóticas, enfim, em vários produtos.

Considerando que a musculatura dos dedos das mãos é pequena e relativamente fraca, qualquer esforço demasiado para a mesma poderá causar sérios problemas, não só físicos como também funcionais na relação com o produto, portanto, todos os relatos feitos anteriormente sobre este tema devem ser cuidadosamente analisados e aplicados no desenvolvimento de produtos.

Um outro fator da biomecânica que não poderia deixar de ser mensurado, é a manutenção da posição neutra das articulações durante a execução de uma tarefa (Figura 13). Deve-se sempre que possível manter esta postura, pois assim os músculos

serão capazes de liberar a força máxima, além destes, os ligamentos que passam pelas articulações permanecerão tensionados ao mínimo, sem grandes prejuízos da destreza na ação. Segundo Pheasant (1988), dependendo do plano da bancada, os movimentos de punho prejudiciais são a flexão palmar / dorsal e os desvios ulnar / radial, aconselhando-se manter um ângulo de 100º à 110º entre a pega/empunhadura com o antebraço.

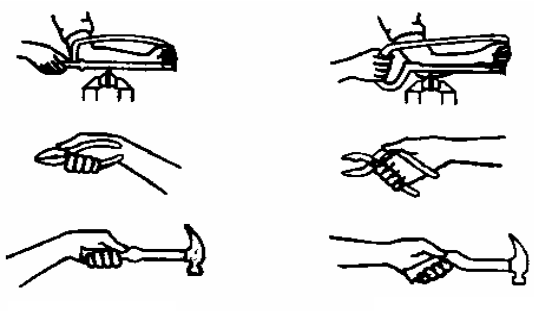


Figura 13 – Desenhos de pegas que proporcionam uma postura neutra do punho
Fonte: (DUL; WEERDMEESTER, 1995)

Ainda com relação a este assunto, Sperling et al. (1996) relata que uma posição ótima (confortável) para o pulso, além da neutra, é quando o mesmo assume uma postura com 30º de extensão, 10º de desvio ulnar e uma semipronação. Para Sapién (1996) o desvio ulnar pode prejudicar a força de pega em 25%, e o desvio radial pode estar associado a uma perda de 20%. Em relação à posição neutra do pulso, a flexão deste pode reduzir a força de pega em 40-50% de acordo com Mogk e Keir (2003).

Com relação às posturas assumidas para execução de uma tarefa, Dul e Weerdmeester (1995) observam que a postura das mãos e cotovelos acima do nível dos ombros deve ser evitada, caso isto não seja possível, a duração desta tarefa deve ser breve para que não cause fadiga às musculaturas envolvidas.

Iida (2005) lembra que os movimentos curvos são mais fáceis de serem executados pelo ser humano, pelo fato do mesmo ser constituído de alavancas que se movimentam através das articulações. Ao se desenvolver um produto, este ponto deve ser aplicado na definição de certos detalhes do mesmo, buscando desta forma facilitar a atividade do usuário.

Segundo Laville (1977 apud GOMES FILHO, 1995), existem alguns dados que indicam as amplitudes máximas de movimentos articulares, os quais estão vinculados à idade e grau de treinamento, porém ele ressalta que ao fazer uso dos mesmos, deve-se lembrar que as pessoas não agüentariam chegar ao seu limite máximo e permanecer nesta situação por longo período, pois isto levaria à fadiga múltipla das partes do corpo envolvidas.

Concluindo, é possível afirmar diante de todas as colocações anteriores, que o desempenho biomecânico do ser humano está diretamente relacionado à morfologia do produto e à maneira como estes são manuseados.

A seguir pede ser observado na Tabela 1 uma síntese das recomendações Biomecânicas para o Guia de Parâmetros Ergonômicos.

Tabela 1 – Síntese das recomendações biomecânicas para o Guia de Parâmetros Ergonômicos

FATORES BIOMECÂNICOS	CONSIDERAÇÕES
Posturas	Mão e Antebraço - flexão dorsal e palmar, e desvio radial e ulnar (punho) (PANERO; ZELNIK, 1987)
Força de preensão	Da mulher é: - 2/3 da dos homens (KONZ, 1979 apud PASCHOARELLI; COURY, 2000); - 30% da dos homens (GRANDJEAN, 1998); - 50% da dos homens na faixa etária dos 20 aos 30 anos (LEHMKUHL; SMITH, 1987 apud PASCHOARELLI; COURY, 2000).
	Entre os 20 e 30 anos a força de preensão (aperto) das mulheres é 24,57 kgf e a dos homens é 48,68 kgf (LEHMKUHL; SMITH, 1987 apud PASCHOARELLI; COURY, 2000).
	A diferença desta força entre mulheres idosas e homens jovens fica entre 100 à 150% (SPERLING et al., 1993).
Força máxima	Esta força dos homens e das mulheres ocorre entre os 25 e 35 anos (GRANDJEAN, 1998). Entre os 50 e 60 anos a perda desta força pode chegar aos 25% (GRANDJEAN, 1998).

Força entre pegas prismáticas e circulares	É necessário mais força para as pegas prismáticas do que para as circulares (KINOSHITA et al., 1996). Pega Circular: os dedos polegar, anular e mínimo somam 80% da força total (KINOSHITA et al., 1996). Pega Prismática: os dedos polegar, indicador e médio fazem a maior parte do trabalho na geração de força (KINOSHITA et al., 1996).
Força da mão em flexão e extensão	A mão exerce maior força em flexão do que em extensão (JUNG; HALLBECK, 2005).

Na seqüência será abordada a antropometria, por se tratar de um fator ergonômico de extrema relevância para definição das dimensões da pega de uma embalagem.

2.1.5 Antropometria

Neste tópico é apresentada uma série de tabelas com medidas relacionadas às mãos.

Considerando a definição de Iida (2005, p. 97) "a antropometria trata de medidas físicas do corpo humano", buscando definir dimensões que sejam estatisticamente representativas das comunidades humanas. Estes dados são fundamentais para a adequação dimensional dos equipamentos e produtos que estabelecem uma interface usual com o homem. Segundo Paschoarelli e Coury (2000), estas informações são utilizadas levando em consideração as características físicas individuais (biotipos, gênero, idade), populacionais (origem, etnia, época) e os elementos humanos desta interface, observando as atividades desenvolvidas pelos mesmos.

Roebuck (1995) refere-se à antropometria como sendo uma ciência da arte da aplicação das medidas, a qual estabelece uma relação entre a geometria física e as propriedades de massa do ser humano. O autor ainda faz uma importante colocação ao se considerar o foco principal desta tese, relatando que as principais questões antropométricas relacionadas aos produtos que sofrem empunhadura são: forma, tamanho e as capacidades dimensionais dos dedos, palma da mão e pulso. Relacionado a este ponto, Eksioglu (2004)

chama atenção que para determinar a capacidade de força de pega, para projetar produtos que proporcionem maior eficiência no uso das mãos e braços, para reduzir as lesões, é fundamental conhecer as dimensões das mãos da população.

Pheasant (1988) define a antropometria como um ramo da ciência, que além de se preocupar com as medidas do ser humano, também observa as formas, resistências e capacidades de trabalho das partes do corpo envolvidas na tarefa.

Dentro do campo da antropometria existem três tipos distintos de informações, aquelas com base na antropometria estática (medidas do corpo parado ou com movimentos mínimos), na antropometria dinâmica (medidas dos limites de alcances da parte do corpo envolvido) e por último, na antropometria funcional (medidas dos alcances considerando o movimento das várias partes do corpo para executar aquela ação). A literatura dispõe de um maior número de dados da antropometria estática, do que da dinâmica e da funcional (IIDA, 2005; RIO; PIRES, 2001).

A seguir, serão disponibilizadas algumas das dimensões antropométricas das mãos obtidas no decorrer da pesquisa.

A Tabela 2 e a Figura 14 referem-se aos dados da população adulta inglesa, apresentada por Pheasant (1988).

Tabela 2- Estimativa antropométrica das mãos

Dados antropométricos em mm	HOMENS				MULHERES			
VARIÁVEIS	5%	50%	95%	d.p.	5%	50%	95%	d.p.
1. Comprimento da mão	173	189	205	10	159	174	189	9
2.Comprimento da palma	98	107	116	6	89	97	105	5
3. Comprimento do polegar	44	51	58	4	40	47	53	4
4. Comprimento do indicador	64	72	79	5	60	67	74	4
5. Comprimento do médio	76	83	90	5	69	77	84	5
6. Comprimento do anular	65	72	80	4	59	66	73	4
7. Comprimento do mínimo	48	55	63	4	43	50	57	4
8. Largura do polegar (IPJ) [A]	20	23	26	2	17	19	21	2
9. Espessura do polegar (IPJ)	19	22	24	2	15	18	20	2
10. Largura do dedo indicador (PIPJ) [B]	19	21	23	1	16	18	20	1
11. Espessura do dedo indicador (PIPJ)	17	19	21	1	14	16	18	1

12. Largura da mão (metacarpal)	78	87	95	5	69	76	83	4
13. Largura da mão (no polegar)	97	105	114	5	84	92	99	5
14. Largura da mão (no mínimo) [C]	71	81	91	6	63	71	79	5
15. Espessura da mão (metacarpal)	27	33	38	3	24	28	33	3
16. Espessura da mão (com o polegar)	44	51	58	4	40	45	50	3
17. Diâmetro máximo da pega [D]	45	52	59	4	43	48	53	3
18. Abertura máxima	178	206	234	17	165	190	215	15
19. Abertura funcional máxima [E]	122	142	162	12	109	127	145	11
20. Mínimo quadro de acesso [F]	56	66	76	6	50	58	67	5

Fonte: (PHEASANT, 1988)

Notas: A – IPJ é a junta interfalangeal, i.e. a articulação entre os dois dedos do polegar; B – PIPJ é a junta interfalangeal proximal; C - como a dimensão 12, exceto quando a palma da mão é contraída ao mínimo; D – medida do movimento da mão sobre um cone graduado unindo pelo toque o polegar com o dedo médio; E – medida ao apertar um plano de madeira em cunha com a extremidade final dos segmentos do polegar e toque dos dedos; F – o lado da menor abertura equivalente através da qual a mão pode passar.

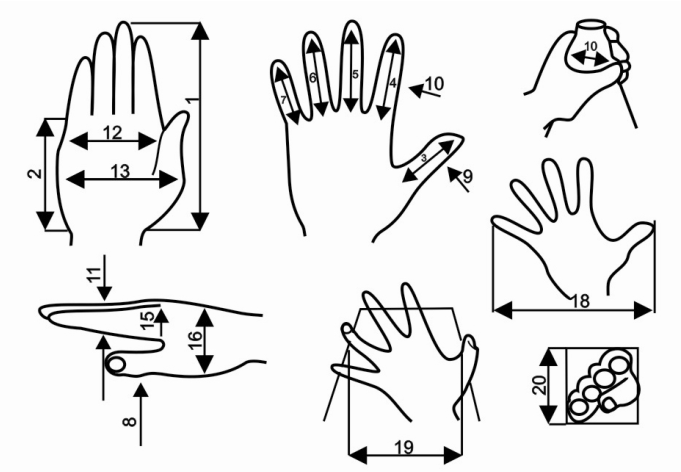


Figura 14 – Variáveis antropométricas das mãos
Fonte: (PHEASANT, 1988)

Iida (1998) mostra na Tabela 3 e Figura 15 as dimensões da antropometria estática das mãos, segundo a norma alemã DIN 33402 de 1981.

Tabela 3 – Medidas da antropometria estática das mãos

MEDIDAS DE ANTROPOMETRIA ESTÁTICA	Mulheres			Homens		
(cm)	5%	50%	95%	5%	50%	95%
1. Comprimento da mão	15,9	17,4	19,0	17,0	18,6	20,1
2. Largura da mão	8,2	9,2	10,1	9,8	10,7	11,6
3. Comprimento da palma da mão	9,1	10,0	10,8	10,1	10,9	11,7
4. Largura da palma da mão	7,2	8,0	8,5	7,8	8,5	9,3
5. Circunferência da palma	17,6	19,2	20,7	19,5	21,0	22,9
6. Circunferência do pulso	14,6	16,0	17,7	16,1	17,6	18,9
7. Cilindro de pega máxima (ϕ)	10,8	13,0	15,7	11,9	13,8	15,4

Fonte: (IIDA, 1998, p. 117)

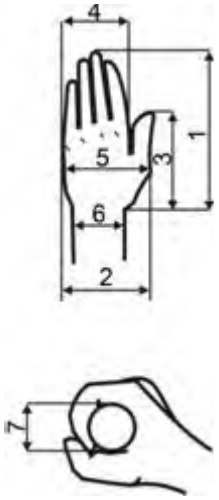


Figura 15 – Antropometria estática das mãos
Fonte: (IIDA, 1998)

Os dados disponíveis na Tabela 4 tratam da dimensão da mão estendida (início do pulso à ponta do dedo médio) de homens e mulheres.

Tabela 4 – Medidas da mão humana estendida

Tamanho da mão	Percentil	Mulher (mm)	Homem (mm)
Pequena	5–30	160,0–159,8	175,0–186,0
Média	30–70	169,8–180,3	186,0–196,3
Grande	70–95	180,3–190,0	196,3–205,0

Fonte: (KONG; LOWE, 2005)

A Tabela 5 e a Figura 16 apresentam as medidas antropométricas da mão segundo Jürgens (1973 apud GRANDJEAN, 1998), as quais representam o universo de 8.000 homens de 20 anos e mulheres que foram selecionadas ao acaso para as medições.

Tabela 5 – Medidas da mão da população alemã

Número Medida	Medida Antropométrica	Homens		Mulheres	
		Média	LC 90%	Média	LC 90%
1	Perímetro da mão	21,1	19,3-23,0	18,7	17,5-20,1
2	Largura da mão	10,6	9,8-11,1	-	-
3	Perímetro do punho	17,1	15,5-18,8	16,1	14,3-17,9
4	Perímetro de "pega" (anel formado pelo polegar e indicador)	13,4	12,0-15,3	-	-

Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

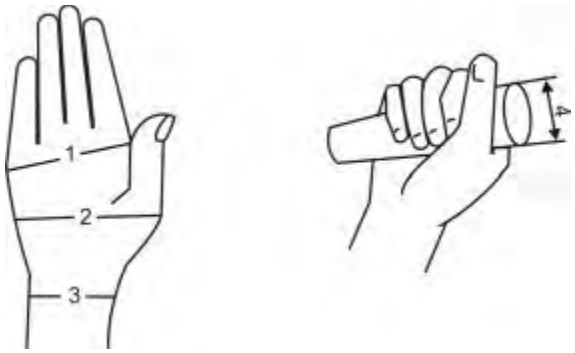


Figura 16 – Medidas da mão de parte da população alemã
Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

Tabela 6 – Medidas da mão direita

	Mulheres (n = 33) Média ± SD (Min–Máx)	Homens (n = 17) Média ± SD (Min–Máx)
Largura da palma (cm)[a]	7,8 ± 0,4 (6,8–8,8)	8,9 ± 0,6 (7,2–10,0)
Comprimento da palma (cm)[a]	10,1 ± 0,5 (9,2–11,2)	11,0 ± 0,5 (9,9–12,2)
Comprimento do dedo (cm)[a]	7,1 ± 0,5 (5,7–8,5)	7,4 ± 0,5 (6,6–8,3)

Fonte: (NICOLAY; WALKER, 2005)

Nota-se que as medidas apresentadas até o momento têm como referência a população estrangeira, devido ao fato de praticamente não existirem dados antropométricos das mãos da população brasileira nas literaturas. Contudo, este não seria um grande problema para o pré-dimensionamento de um produto, pois segundo Iida (2005) as dimensões brasileiras não apresentam grandes discrepâncias em relação às estrangeiras, principalmente se comparadas às dos povos europeus mediterrâneos (portugueses, espanhóis, franceses, italianos e gregos).

Rio e Pires (2001) chamam a atenção para a dificuldade em se desenvolver uma pesquisa antropométrica no Brasil devido à composição étnica variada, aos

grandes desníveis sócio-econômicos, os quais influenciam significantemente nas medidas corpóreas, além da falta de incentivo financeiro à pesquisa em nosso país.

Mesmo com estas dificuldades, o Laboratório Brasileiro de Desenho Industrial (LBDI) (s.d. apud GRANDJEAN, 1998) em parceria com a Copersucar, realizou um levantamento antropométrico da mão de homens e mulheres brasileiros que trabalhavam no meio rural. Estes dados podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7 – Estimativa antropométrica das mãos dos brasileiros

Dados antropométricos em mm	Dados gerais			
Variáveis	5%	50%	95%	d.p.
1. comprimento do centro da base palmar à base do mínimo	81	91	100	-
2. comprimento do centro da base palmar à base do anular	89	99	110	-
3. comprimento do centro da base palmar à base do médio	93	104	115	-
4. comprimento do centro da base palmar à base do indicador	95	105	117	-
5. comprimento do centro da base palmar à base do polegar	69	77	87	-
6. comprimento do centro da base palmar ao extremo do polegar	116	130	144	-
7. comprimento do mínimo	50	58	66	-
8. comprimento da primeira e segunda falange do mínimo	27	33	39	-
9. comprimento da primeira falange do mínimo	14	18	22	-
10. comprimento do anular	63	72	81	-
11. comprimento do médio	67	76	86	-
12. comprimento da primeira e segunda falange do médio	42	49	57	-
13. comprimento da primeira falange do médio	21	25	30	-
14. comprimento do indicador	61	69	78	-
15. comprimento entre base do indicador e base do polegar	33	39	48	-
16. comprimento do polegar	55	62	71	-
17. comprimento da primeira falange do polegar	25	31	38	-
18. largura na articulação entre a primeira e a segunda falange do mínimo	14	16	19	-
19. largura na articulação entre a primeira e a segunda falange do anular	16	18	21	-
20. largura na articulação entre a primeira e a segunda falange do médio	17	20	23	-
21. largura na articulação entre a segunda e a terceira falange do médio	15	17	20	-
22. largura na articulação entre a primeira e a segunda falange do indicador	17	20	22	-
23. largura da palma na base dos ossos da primeira falange dos dedos	75	85	94	-
24. largura do punho	52	59	66	-
25. altura (maior) da mão entre a face palmar e a dorsal	41	50	59	-
26. altura da articulação entre a primeira e a segunda falange do polegar	16	19	22	-
27. altura da articulação entre a primeira e a segunda falange do médio	16	10	22	-
28. altura da articulação na primeira falange do médio	25	30	35	-
29. largura na articulação entre a primeira e a segunda falange do polegar	20	23	27	-
30. comprimento da articulação (dorsal) à extremidade do médio a 90º	97	108	120	-
31. comprimento do dorso da mão (médio a 90º)	76	88	102	-
32. diâmetro da empunhadura, com o toque do polegar com indicador	34	39	43	-

Fonte: (STIER; MEYER, s.d. apud GRANDJEAN, 1998)

Além das dimensões estáticas apresentadas até o momento, existem algumas medidas dinâmicas que poderão ser vistas na Figura 17.

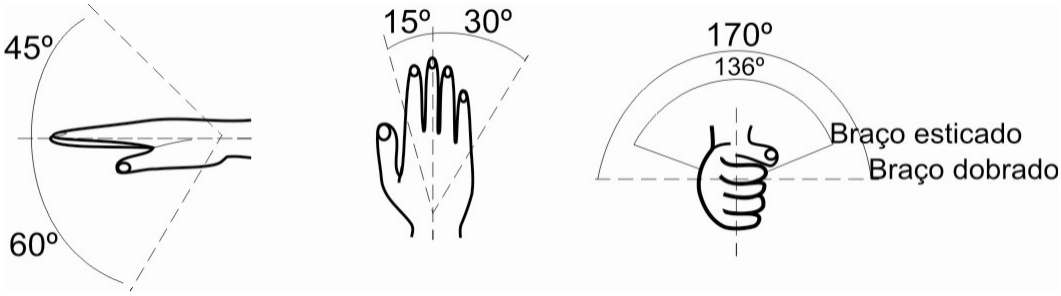


Figura 17 – Medidas dinâmicas da mão
Fonte: (STIER; MEYER, s.d. apud GRANDJEAN, 1998)

O estudo e a aplicação da antropometria das mãos estão vinculados à preocupação de se projetar adequadamente, proporcionando maior conforto e segurança aos usuários. Neste sentido faz-se necessário o desenvolvimento de novas pesquisas nesta área do conhecimento, podendo contribuir para o sucesso dos novos produtos e sistemas gerados.

Não obstante a todos os aspectos ergonômicos abordados até então, serão apresentados em seqüência alguns fatores que influenciam consideravelmente a usabilidade dos produtos.

2.1.6 Fatores gerais que influenciam a usabilidade

Este tópico trata de aspectos que podem interferir diretamente na usabilidade dos produtos, tais como: incapacidade, posicionamento das articulações, acidentes, texturas, canto vivo, destro e canhoto, diferenças sexuais, dimensões de pega, idade e esteriótipo popular.

Toda análise e projeto ergonômico deveriam ter por base os princípios da usabilidade, os quais caracterizam-se pela "...efetividade, eficiência e satisfação com a qual usuários específicos alcançam metas específicas em ambientes particulares" (ISO - DIS

9241-11 apud SILVA et al., 2005, p. 2).

Segundo Rio e Pires (2001) existem algumas perguntas que auxiliam a análise da usabilidade de um objeto, sendo elas:

quais são as posturas assumidas pelos usuários durante o uso do produto?

que movimentos são executados durante o seu manuseio?

o desenho do produto exige muita força?

são muito pesados?

existem cantos vivos na superfície da pega que possam comprimir algum dos segmentos do corpo?

Diante destas questões é possível perceber o quão complexo é a questão da usabilidade de um produto. Abaixo serão apresentados alguns destes fatores que devem ser observados pelo *designer* ao projetar um produto.

incapacidade: entre as pessoas que apresentam incapacidades físicas, estão aquelas com força e mobilidade comprometidas, como por exemplo, os indivíduos com artrite. Quando o *design* do produto atende este público, certamente estará cumprindo de forma mais eficiente e abrangente a sua função. Não se pode esquecer que a função do *designer* não é apenas projetar, mais sim tornar possível aos indivíduos uma vida ativa e independente tanto quanto possível, mesmo que estes apresentem certas enfermidades que seguem o processo de envelhecimento ou incapacidades causadas por outras razões (BENKTZON, 1993);

posicionamento das articulações: as posições extremas das articulações podem causar indisposições ocupacionais ao usuário muitas vezes irreversíveis; com relação ao pulso, este deve ser mantido na posição neutra (alinhado com o antebraço) (Figura 18), evitando flexões, extensões e/ou desvios ulnar / radial extremos, pois os músculos responsáveis pela movimentação dos dedos estão localizados no antebraço, e estes conectam-se aos mesmos através de longos tendões que passam pelo pulso, portanto a capacidade de empunhadura está totalmente vinculada à posição assumida pelo pulso. Considerando o cotovelo e o ombro, os quais estão relacionados com a mão, estes devem evitar, respectivamente, a flexão extrema e a abdução, reduzindo o tensionamento dos tendões e nervos da mão. O resultado deste

sistema irá depender do desenho da pega do produto, o qual deve proporcionar mínima tensão, e consequentemente, conforto e bem estar ao ser humano durante o seu manuseio (DUL; WEERDMEESTER, 1995; LEWIS; NARAYAN, 1993; PECE, 1995; RIO; PIRES, 2001; SPERLING et al., 1993);



Figura 18 – Posições do punho
Fonte: (PUTZ-ANDERSON, s.d. apud RIO; PIRES, 2001)

risco de acidentes: o uso de ferramentas manuais pode resultar em dois tipos gerais de acidentes, sendo classificado como trauma de efeito cumulativo e trauma de um único acidente. Quanto ao primeiro, o dano ocorre progressivamente nas partes do corpo envolvidas na tarefa, pelo uso inadequado por longo período; já no segundo ocorre por uma única e inesperada distorção excessiva. Ao abordar este assunto fica evidente o quanto o *design* do produto, a definição de materiais e os sistemas funcionais poderão contribuir para se evitar vários tipos de acidentes (EKSIOGLU, 2004; MITAL; SANGHAVI, 1986 apud LEWIS; NARAYAN, 1993; WOODSON, 1981 apud LEWIS; NARAYAN, 1993);

texturas: a presença das texturas na área de pega dos objetos pode reduzir a força de preensão em torno da pega ou empunhadura dos mesmos, esta não deve ser utilizada apenas como elemento estético, mas sim para aumentar a fricção entre o produto e a mão. Contudo, dependendo da textura e de onde o equipamento é utilizado, esta poderá ser um local de acúmulo de sujeiras prejudicando a higiene do produto, portanto a sua escolha deve ser feita com o máximo de critério (LEWIS; NARAYAN, 1993; PASCHOARELLI; COURY, 2000);

canto vivo: ao se projetar a pega de um produto, esta não deve possuir cantos vivos, pois eles

irão causar pressões sobre a palma da mão, prejudicando desta forma o desempenho do operador ao manusear o equipamento (LEWIS; NARAYAN, 1993; SAPIÉN, 1996);

destro e canhoto (ou sinistro): um produto que tenha embutido os padrões de simetria poderá atender tanto destros quanto canhotos (9% da população mundial), ampliando seu raio mercadológico por tornar-se mais atrativo aos usuários, considerando a relação custo/benefício, como por exemplo, a possibilidade de evitar-se fadiga na mão de preferência pela facilidade em trocar a mão operante. Além disto, sabe-se que a mão dominante produz mais força do que a outra (SAPIÉN, 1996; NICOLAY; WALKER, 2005; PECE, 1995);

diferenças sexuais: estas devem ser necessariamente observadas na concepção de um produto, levando em conta que a população feminina perfaz hoje cerca de 50% da população mundial. As diferenças entre os gêneros estão presentes tanto na antropometria, com relação às proporções dimensionais, quanto na biomecânica, considerando a amplitude dos movimentos e força (PASCHOARELLI; COURY, 2000; PECE, 1995);

dimensões: serão apresentadas a seguir algumas considerações com relação às dimensões das pegas e empunhaduras. Sabe-se que o tamanho da ferramenta ou produto não tem uma ligação diretamente proporcional ao dimensionamento da pega ou empunhadura do mesmo, mas sim com as medidas antropométricas do público alvo que este irá atingir. A dimensão da pega entre outros fatores do *design*, tem sido considerada como um ponto crítico no produto, pois influencia diretamente nas lesões que podem ocorrer ao usuário e na performance durante o uso. De uma forma geral, o comprimento de uma pega ou empunhadura não deve ser inferior a 100 mm, pois caso isto não seja respeitado, haverá redução do número de dedos para segurar o objeto, diminuindo a segurança no manuseio e podendo resultar na compressão da região central da palma da mão, causando isquemia. Se possível, a área de pega deve ser distribuída para as regiões tenar e hipotenar (extremos inferiores da palma da mão). Com relação ao diâmetro da pega, este deveria ter entre 30,0 mm e 50,8 mm num contexto mais amplo, caso seja uma pega que necessite força para seu manuseio o diâmetro poderia ficar entre 31,7 mm e 50,8 mm, já numa pega que exige precisão este poderia apresentar 7,6 mm a 15,2 mm. Sendo que para os homens a medida de maior conforto é aproximadamente de 40,0 mm e para as mulheres 35,0 mm. Na Tabela 8, podem ser observadas algumas dimensões específicas relacionadas à seção circular de tipos diferentes de pega / empunhadura. Para o

diâmetro da passagem do dedo indicador, este deve ter 35 mm de espaço livre, possibilitando assim a inserção, rotação e extração do dedo (SAPIÉN, 1996; GRANDJEAN, 1998; IIDA, 2005; KONG; LOWE, 2005; LEWIS; NARAYAN, 1993; PECE, 1995; PHEASANT, 1988);

Tabela 8 – Dimensões de pega e empunhadura

Tipo de pega / empunhadura	Ação	ϕ Seção Circular em mm
Cilíndrica	Movimento Axial	30 / 50
Cilíndrica	Movimento Rotacional	50 / 65
Esférica	Movimento Rotacional	65 / 75
Disco	Movimento Rotacional	90 / 130

Fonte: (PHEASANT, 1988)

idade: este é um fator que irá influenciar diretamente na usabilidade dos produtos. Com o passar dos anos as pessoas vão perdendo a agilidade, a flexibilidade, os alcances, enfim as habilidades funcionais dependentes da mobilidade das articulações. A força está totalmente vinculada a este item, principalmente após os 40 anos, quando o ser humano tem seu tônus muscular reduzido, como já foi visto anteriormente. Porém, estes indivíduos não podem ser excluídos do raio mercadológico dos produtos, pois eles não estão inabilitados para o trabalho. Além do mais, é importante considerar o fato de que este público vem crescendo a cada ano, tornando-se uma fatia potencial de mercado (BOOM et al., 2003; CERSOSIMO et al., 2003; GOMES FILHO, 1995; IIDA, 2005);

esteriótipo popular: refere-se ao modo como a maioria das pessoas está habituada a executar uma ação, por exemplo, girar o botão para a direita para ligar um aparelho, e girá-lo para a esquerda para desligar. No desenvolvimento de um produto isto deve ser observado, pois dependendo da forma como se configuraram certos detalhes, pode tornar-se um problema durante o manuseio (IIDA, 2005).

Como pode ser visto, são inúmeros os fatores que irão interferir direta ou indiretamente na usabilidade dos produtos, neste sentido os *designers* precisam ter domínio pleno sobre estes itens para poder aplicá-los da melhor forma possível, durante a concepção de um projeto, respeitando os limites humanos.

Dando continuidade às referências bibliográficas que fundamentarão

esta pesquisa, será visto em seqüência o Manuseio de Cargas, considerando que o produto estudado apresenta um peso considerável.

2.1.7 Energia na atividade humana

Neste tópico pode ser observado o metabolismo humano, envolvendo a produção e consumo de energia com o corpo em repouso ou executando uma atividade.

Segundo Rio e Pires (2001), o conhecimento do ergonomista em relação aos processos energéticos do homem e aos princípios básicos do metabolismo é essencial devido a sua aplicação direta na biomecânica, mais especificamente no sistema músculo-esquelético.

Tomando por base a fisiologia, o trabalho está totalmente relacionado à geração de energia pelo homem. Isto ocorre através da alimentação e do ar inseridos no interior do corpo humano, os quais irão transformá-los em energia que será gasta na execução de atividades físicas e mentais, a todo este processo dá-se o nome de metabolismo.

Portanto, o metabolismo humano consiste na transformação das fontes físicas, biológicas e químicas obtidas por meio da respiração e alimentação, em energia térmica e mecânica, responsáveis pela sobrevivência do ser humano na sua vida diária, mantendo seu organismo em funcionamento e permitindo que o mesmo execute as tarefas de ordem física e/ou pisíquica (GRANDJEAN, 1998; RIO; PIRES, 2001) (Figura 19).

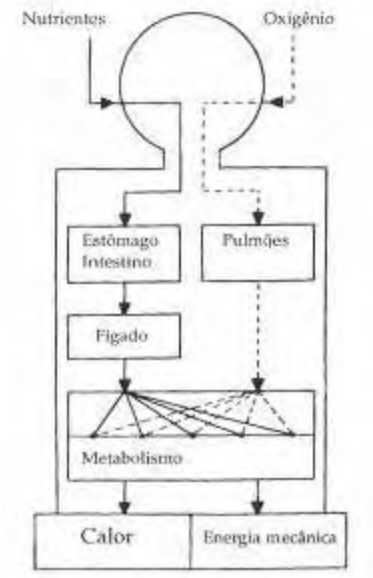


Figura 19 - Apresentação esquemática da transformação de nutrientes em calor e energia mecânica no corpo humano
Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

Vale ressaltar de acordo com os autores acima, que mesmo quando o homem permanece em repouso (deitado sem sobrecarga dos órgãos da digestão), o seu corpo está produzindo e consumindo energia para se manter, isto corresponde ao metabolismo basal do organismo humano, o qual equivale de acordo com Dul e Weedmeester (1995), a aproximadamente 80 W, e segundo Grandjean (1998) a 7.000 kJ por 24 horas para um homem de 70 kg e 5.900 kJ por 24 horas para uma mulher de 60 kg.

Sá e Fonseca (2005) ressaltam que o ser humano tem duas capacidades básicas para ampliar o seu metabolismo, sendo: a capacidade aeróbica e a capacidade anaeróbica (Figura 20).

capacidade aeróbica: corresponde ao valor máximo de quilocalorias por minuto que o homem produz usando apenas a quebra de alimentos por mecanismo aeróbico;

capacidade anaeróbica: corresponde ao máximo de aumento que o homem "é capaz de instituir à energética de sua máquina utilizando tanto o metabolismo aeróbico, quanto metabolismo anaeróbico".

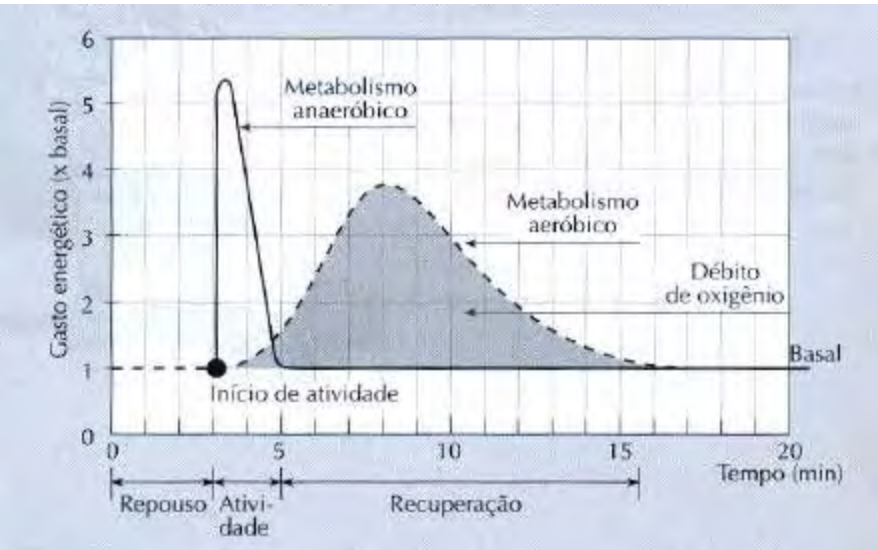


Figura 20 – No início da atividade, o organismo atua em condições desfavoráveis, com um débito de oxigênio durante dois a três minutos
Fonte: (IIDA, 2005)

O gasto energético do ser humano é influenciado por diversos fatores, sendo eles: a base genética, o condicionamento físico, treinamento, a carga de trabalho físico, a carga de trabalho mental, o estresse e o estado de saúde (Figura 21).

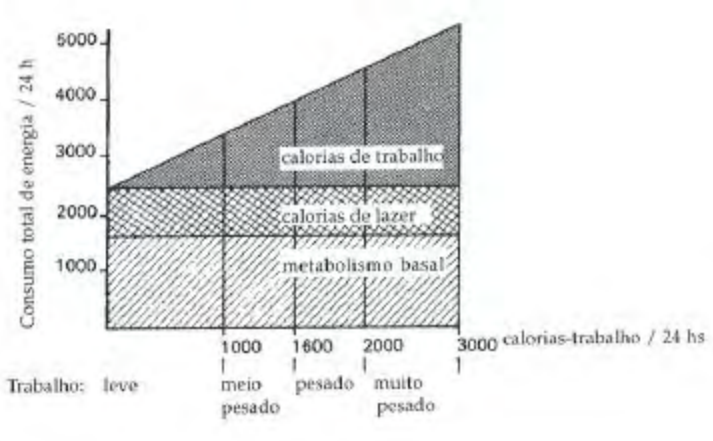


Figura 21 – A composição do consumo total de energia do homem em relação à carga de trabalho
Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

Conforme Rio e Pires (2001, p. 56), esta energia consumida pode ser medida em quilojoules (kJ), unidade mais recente segundo Grandjean (1998), ou quilocalorias (kcal), sendo que 1 caloria equivale a 4,187 joules, isto "corresponde à quantidade de energia que deve ser fornecida a um litro de água para que ele passe de 14,5°C para 15,5°C". Para Dul e Weedmeester (1995) pode-se usar ainda a unidade Watts, sendo que 1 W = 0,06 kJ/min = 0,0143 kcal/min

Este consumo ainda pode ser indiretamente medido pelo consumo de oxigênio (a queima de 1 litro de oxigênio equivale aproximadamente a 20 kJ ou 4,8 kcal) e pela freqüência cardíaca.

É de fundamental importância o apontamento feito por Dul e Weedmeester (1995), em que eles classificam a atividade que excede o gasto energético de 250 W como pesada e, portanto, para este tipo de atividade devem ser introduzidas pausas objetivando a recuperação ou substituição por uma tarefa mais leve. Exemplos de atividades com gasto acima de 250 W: andar a 4 km/h com um peso de 30 kg, levantar um peso de 1 kg uma vez/seg, correr a 10 km/h, entre outros.

2.1.8 Manuseio de cargas

Este tópico e seus sub-tópicos trazem definições e a classificação do levantamento de cargas, recomendações para o manuseio destas, algumas normas que limitam a carga máxima, métodos usados para determinar o limite de peso em função de uma determinada tarefa, dando um destaque especial para a Equação de NIOSH, e por fim os traumas musculares que podem ocorrer em conseqüência do manuseio inadequado de cargas.

O levantamento de cargas pode ser considerado como o deslocamento de um produto de um nível inferior para um nível superior (MENDES et al., 2000).

Contudo, segundo Mairiaux (1991 apud MENDES et al., 2000, p. 11) o manuseio de uma carga não é tão simples assim, como pode ser observado na sua argumentação:

> o caráter aceitável ou não de uma carga à erguer, e em particular o risco dorso lombar associado, são ainda muito avaliados a partir unicamente do valor do peso desta carga. Ora os princípios de base da biomecânica indicam que as forças de compressão que se exercem ao longo do levantamento da carga sobre as estruturas da coluna vertebral dependem não somente da massa da carga, mas também da aceleração imprimida a esta carga, da freqüência e, sobretudo da posição da carga no espaço, ou seja, do comprimento do braço de alavanca com relação à coluna.

Segundo Grandjean (1998) o manuseio de cargas, especialmente o levantamento de cargas, é considerado como um trabalho árduo, apesar de não aumentar a freqüência cardíaca e o consumo de energia. Para o autor o principal problema deste tipo de atividade é a sobrecarga sobre a coluna vertebral, principalmente quando a mesma não é executada corretamente.

Segundo Iida (2005), o manuseio de cargas pode ser classificado em dois tipos: o levantamento esporádico de cargas e o levantamento repetitivo de cargas. O primeiro está relacionado com a capacidade muscular do indivíduo e o segundo com a capacidade energética e a fadiga física, ou seja, o condicionamento físico terá grande influência neste último caso.

Independentemente do tipo de levantamento de carga, o esforço deste é sempre transmitido à coluna vertebral, direcionando-se posteriormente à bacia e pernas, até chegar aos pés. Considerando o fato de que a parte acima da cintura de um adulto pesa em média 40 kg, e que a coluna é composta de discos vertebrais superpostos conectados por ligamentos, entre os quais se encontram os discos cartilaginosos, quando se levanta uma carga no sentido axial (vertical), esta estrutura da coluna é capaz de suportar uma grande carga, contudo quando esta força ocorre perpendicularmente ao seu eixo, isto provoca uma espécie de cisalhamento dos discos cartilaginosos que se encontram entre as vértebras, podendo ocasionar sérios traumas. Por este motivo deve-se sempre que levantar uma carga usar a musculatura das pernas e manter a coluna na posição vertical (DUL; WEEDMEESTER, 1995; IIDA, 2005) (Figura 22).

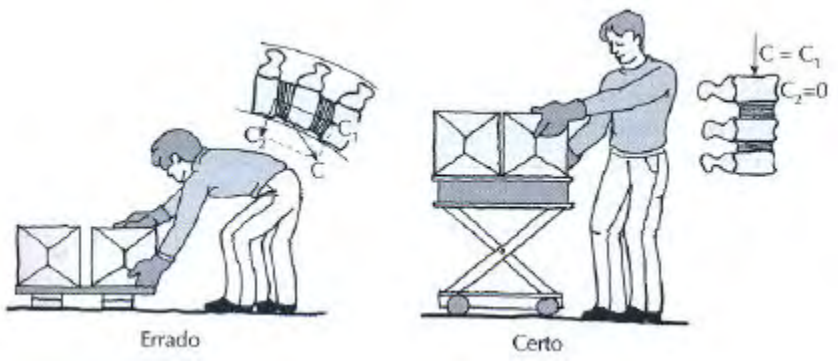


Figura 22 – Carga sobre a coluna vertebral na direção do eixo vertical
Fonte: (IIDA, 2005)

Além desta indicação citada acima, Dul e Weedmeester (1995), Grandjean (1998) e Iida (2005) fazem algumas recomendações para o levantamento de cargas:

a carga deve estar junto ao corpo para evitar o momento gerado pela mesma (Figuras 23 e 25);

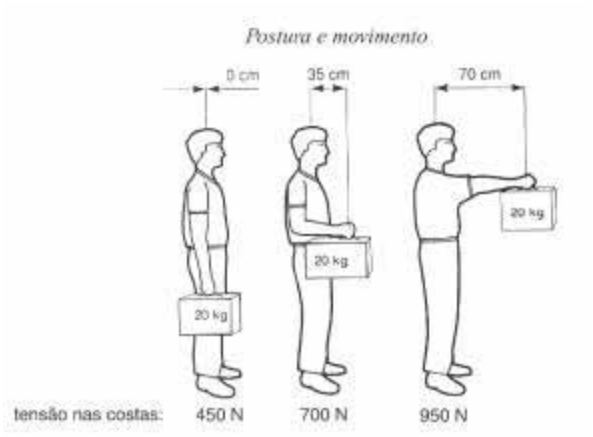


Figura 23 – Com o aumento da distância entre as mãos e o corpo
há um aumento da tensão nas costas
Fonte: (DUL; WEERDMEESTER, 1995)

distribuir as cargas de forma simétrica;

manter a carga a 40 cm do chão ou próximo dos joelhos (50 a 75 cm do chão) para dar início

ao levantamento, quando isto não for possível executar o levantamento em duas fases, primeiramente posicionando a mesma com 100 cm do piso, e depois movimentando-a devidamente;

a carga tem que possuir alças ou furos para o encaixe das mãos ou dedos. Com cargas mais pesadas dar preferência para as pegas com a palma das mãos;

os ombros não devem ultrapassar os 90°, pois segundo Sá e Fonseca (2005) nesta situação as fibras superiores do músculo trapézio entram rapidamente em fadiga;

no momento do levantamento não deve ocorrer a rotação do tronco;

a carga não pode apresentar protuberâncias ou arestas cortantes;

evitar levantar um peso antes de pré-aquecer a musculatura, pois de acordo com Dul e Weedmeester (1995, p. 20) “os movimentos devem ter um ritmo suave e contínuo”;

a altura da carga não deve ser excessiva, pois isto cria a necessidade de erguer os braços tencionando a musculatura dos braços, ombros e costas (Figura 24);

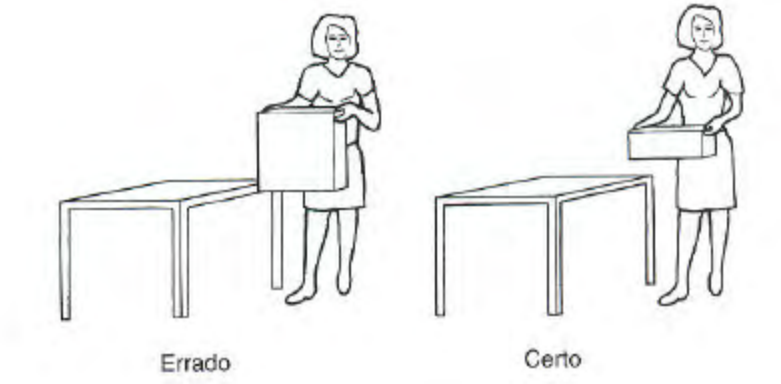


Figura 24 – Carregamento manual de volumes muito altos ou desajeitados
Fonte: (DUL; WEERDMEESTER, 1995)

remover todos os objetos que possam atrapalhar o levantamento da carga.

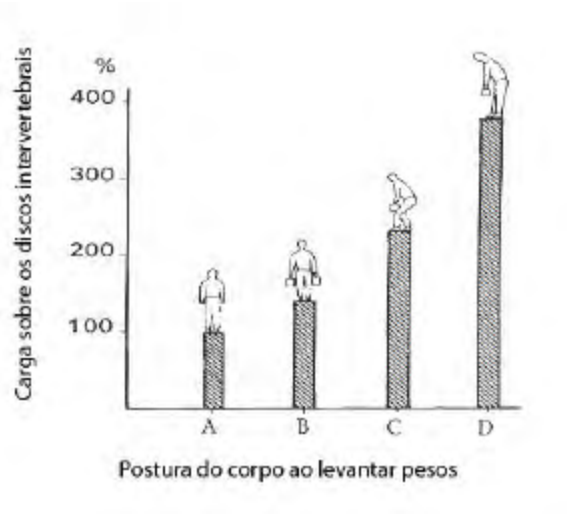


Figura 25 – A influência da postura do corpo durante levantamento de cargas na pressão no disco intervertebral entre L_3 e L_4. A = postura ereta. B = postura ereta com 10 kg de peso em cada braço. C = levantamento de uma carga de 20 kg, com joelhos dobrados e costas retas (postura correta de levantamento de cargas). D = levantamento de uma carga de 20 kg com joelhos retos e costas curvadas. Carga no disco intervertebral na postura correta = 100%.
Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

Quanto ao transporte de carga as indicações são as seguintes:

a carga deve estar junto ao corpo para evitar o momento gerado pela mesma;

respeitar o valor máximo de 23 kg indicado pela equação de Niosh;

distribuir as cargas de forma simétrica;

as pegas apropriadas devem ser respeitadas. A pega do tipo pinça – empunhadura prismática (capacidade: 3,6 kg) deve ser substituída por pega do tipo agarrar – empunhadura circular (capacidade: 15,6 kg). O material usado também irá influenciar no resultado final, sendo indicado a borracha ou textura na área da pega;

trabalhar em equipe quando necessário;

remover todos os objetos que possam atrapalhar o transporte da carga.

Relacionado a este assunto está o Convênio 127 da Organização Internacional do Trabalho, o qual indica no seu artigo 3º, que "não se deverá exigir, nem permitir a um trabalhador, o transporte manual de cargas cujo peso possa comprometer sua

saúde ou sua segurança".

A Recomendação 128 da OIT institui que "quando o peso máximo a ser transportado manualmente por um trabalhador adulto do gênero masculino for superior a 55 kg dever-se-á adotar medidas, o mais rapidamente possível para reduzi-lo a este nível" (GOMES; MORAES, 2000, p. 15).

No ano de 1970 o Brasil ratificou o Convênio e em 1978 estabeleceu o limite de peso máximo para trabalhadores da construção civil; para as demais profissões determinou-se que

> todos os trabalhadores designados para o transporte de cargas, que não as leves, devem receber treinamento ou instruções satisfatórias quanto aos métodos de trabalho que deverão utilizar com vistas a salvaguardar a saúde dos trabalhadores...Quando mulheres e trabalhadores jovens forem designados para o transporte manual de cargas, o peso máximo destas cargas deverá ser nitidamente inferior àquele admitido para homens, para não comprometer sua saúde ou sua segurança. (GOMES; MORAES, 2000, p. 15)

É interessante prestar atenção para dois trechos muito vagos deste convênio, os quais são "cargas que não as leves" e "nitidamente inferior". Estas terminologias sem especificação real de peso, ainda permitem muitos danos à saúde do trabalhador.

Alguns métodos são citados por Gomes e Moraes (2000) para determinar o limite de peso em função de uma determinada tarefa, buscando prevenir as lesões ao sistema músculo-esquelético. Dentre estes tem-se o método OWAS –OVAKO *Working Postures System* (Finlândia), o qual adota a abordagem psicofísica da análise de posturas; a equação NIOSH *National Institute for Occupational Safety and Health* (Estados Unidos), a qual faz uso conjuntamente das abordagens psicofísica, fisiológica e biomecânica; e o método LEST - *Laboratoire d'Économie et de Sociologie du Travail* (França), o qual utiliza a abordagem fisiológica. Todos os métodos citados utilizam pesos variáveis como limite de tolerância.

Com relação às normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho para o manuseio e transporte de cargas têm-se apenas duas de acordo com Iida (2005). A NR 11 que regulamenta o manuseio e transporte de sacarias; e a NR 18 que limita o peso de 60 kg

para o transporte e descarga individual em obras de construção, demolição e reparos, e o peso de 40 kg para o levantamento individual.

Dando seqüência ao assunto, a seguir será visto detalhadamente um dos métodos para a determinação da capacidade de carga máxima.

2.1.8.1. Capacidade de carga máxima

A capacidade de carga máxima tem uma variação considerável, sendo influenciada pelo uso da musculatura das pernas, braços e dorso e pelo seu posicionamento em relação ao corpo (IIDA, 2005). Além destes fatores, o desenho da pega do produto e o tipo de material usado também proporcionarão forte influência.

Na Tabela 9 têm-se a força máxima das pernas, braços e costas e na Tabela 10 pode ser observado a capacidade de levantamento repetitivo de pesos.

Tabela 9 - Força máxima das pernas, braços e costas (população feminina e masculina)

Força para movimentos não repetitivos (kgf)	Mulheres			Homens		
	95%	50%	5%	95%	50%	5%
Força das pernas	15	39	78	39	95	150
Força dos braços	7	20	36	20	38	60
Força do dorso	10	24	58	21	50	105

Fonte: (CHAFFIN in GARG, 1980 apud IIDA, 2005)

Quando se trata de tarefas repetitivas, deve-se primeiramente verificar a carga isométrica das costas, a qual é obtida através do levantamento da carga máxima para uma pessoa, com as pernas flexionadas e a coluna na vertical. A carga ideal será 50% desta carga isométrica levantada.

Tabela 10 - Capacidade de levantamento repetitivo de pesos (população feminina e masculina)

Distância a partir do (cm)		Capacidade de Levantamento			
Corpo (Horizontal)	Piso (Vertical)	Mulheres		Homens	
		50%	95%	50%	95%
30	30	23	11	51	45
	90	19	7	44	39
	150	11	5	47	29

Fonte: (CHAFFIN in GARG, 1980 apud IIDA, 2005)

A Tabela 11 irá mostrar dados de pesquisas realizadas por Davis e Stubbs (1977 apud GRANDJEAN, 1998), sobre as cargas máximas permissíveis em kg para 95% das pessoas, com uma postura ereta da coluna e a carga sendo segura com as duas ou uma mão em frente ao corpo.

Tabela 11 - Cargas máximas permissíveis em kg em diferentes situações

CONDIÇÕES	Homens				Mulheres			
	< 50		> 50		< 50		> 50	
	s	h	s	h	s	h	s	h
Com duas mãos, carga compacta, próxima do corpo, em altura favorável	30	21	24	14	18	13	14	10
Uma mão, carga compacta e próxima do corpo	20	14	12	8	12	8	7	5

Fonte: (DAVIS; STUBBS, 1977 apud GRANDJEAN, 1998)
Notas: S = levantamento ocasional H+ = levantamento freqüente (>1vez/min); < 50 = menos de 50 anos; > 50 = acima de 50 anos.

Para concluir este assunto será apresentada a equação de NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health – EUA*), a qual "foi desenvolvida para calcular o peso limite recomendável em tarefas repetitivas de levantamento de cargas", com o objetivo de prevenir ou reduzir o surgimento de dores ocasionadas por este levantamento. Esta equação é válida para a tarefa onde se desloca uma carga de um nível inferior para um superior usando as duas mãos (WALTERS et al., 1993).

Segundo Iida (2005, p. 182) "a equação estabelece um valor de referência de 23 kg que corresponde à capacidade de levantamento no plano sagital, de uma altura de 75 cm do solo, para um deslocamento vertical de 25 cm, segurando-se a carga a 25 cm do corpo". Esse valor de 23 kg é multiplicado por seis fatores de redução, incluindo valores iguais ou inferiores a 1,0, os quais estarão relacionados com as condições de trabalho para o levantamento da carga.

A seguir serão apresentadas as variáveis (Figura 26):

PLR = peso limite recomendável

H = distância horizontal entre o indivíduo e a carga (posição das mãos) em cm.

V = distância vertical na origem da carga (posição das mãos) em cm.

D = deslocamento vertical, entre a origem e o destino, em cm.

A = ângulo de assimetria, medido a partir do plano sagital, em graus.

F = freqüência média de levantamentos em levantamentos/min (Tabela 13)

C = qualidade da pega (Tabela 12)

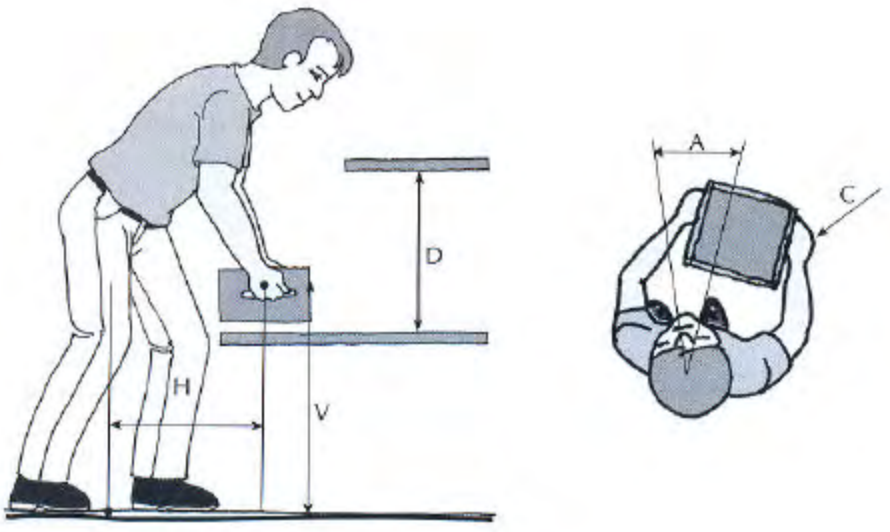


Figura 26 – Fatores de carga considerados na equação de NIOSH
Fonte: (IIDA, 2005)

Equação de Niosh:

PRL = 23 x (25 / H) x (1-0,003 / [V-75]) x (0,82 + 4,5 / D) x (1 – 0,0032 x A) x F x C

Tabela 12 - Qualidade da pega (C) e altura inicial do levantamento (V em cm)

	Coeficientes da Pega	
Qualidade da Pega	V < 75	**V = 75**
Boa	1,00	1,00
Média	0,95	1,00
Ruim	0,90	0,90

Fonte: (IIDA, 2005)

Tabela 13 - Valores da Frequência (F) e altura inicial do levantamento (V em cm)

Freqüência Levantamentos / min	Duração do trabalho (h/dia)					
	= 1 h		= 2 h		= 8 h	
	V < 75	V = 75	V < 75	V = 75	V < 75	V = 75
0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,94	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: (IIDA, 2005)

Finalizar-se-á este assunto com um exemplo de Iida (2005, p. 185), objetivando sanar as possíveis dúvidas.

> Vamos supor que uma pessoa levante uma carga situada a 100 cm de altura (V = 100) e a 30 cm do corpo (H = 30), deslocando-a até 150 cm de altura (D = 50), rotacionando o corpo em 45° (A = 45°). Suponhamos que esse movimento seja repetido 5 vezes ao minuto, durante 1 h/dia. O fator F será de 0,80. A qualidade da pega é ruim (caixa com paredes planas). No caso C = 0,90.

Ao resolver a equação do Instituto NIOSH com os dados tem-se: PRL=23 x (25 / 30) x (1-0,003 / [100-75]) x (0,82 + 4,5 / 50) x (1 – 0,0032 x 45) x 0,80 x 0,90 = 10,739 kg.

Percebe-se com este exemplo que o valor de 23 kg não é uma constante. Portanto, a carga máxima que uma pessoa pode levantar sem sofrer danos

músculos-esqueléticos dependerá das condições reais em que isto ocorre.

2.1.8.2. Traumas musculares

De acordo com Bridger (2003), 60% das lesões musculares têm sido ocasionadas pelo levantamento de cargas de forma indevida, seja pelo seu posicionamento em relação ao corpo (Tabela 14), pelo excesso de peso ou mesmo devido ao *design* do produto a ser manuseado. Ainda com relação às lesões, Krämer (1973 apud GRANDJEAN, 1998), relata que 20% dos afastamentos no trabalho e 50% das solicitações de aposentadoria precoce são decorrentes dos traumas nos discos intervertebrais.

Grandjean (1998) destaca algumas profissões mais suscetíveis às doenças dos discos intervertebrais, entre estas encontra-se a do agricultor. Neste sentido, justificativa-se mais uma vez o objeto de estudo desta pesquisa, ou seja, poder proporcionar maior conforto e segurança por meio da energia humana, estudada pela ergonomia, aos trabalhadores rurais (agricultores), desenvolvendo um guia de parâmetros ergonômicos a ser utilizado pelas indústrias que projetam embalagens para agrotóxico, compatível com as características e limitações deste tipo de usuário.

Os traumas musculares podem acontecer em função basicamente de duas causas: impacto e esforço excessivo.

trauma por impacto: "...ocorre quando a pessoa é atingida por uma força súbita, durante um curto espaço de tempo, em uma região específica do corpo";

trauma por esforço excessivo: "...ocorre durante a atividade física no trabalho, principalmente quando há cargas excessivas [...]. Ele pode decorrer de uma atividade eventual, mas que exija forças e movimentos inadequados do corpo, como deslocar um peso excessivo" (IIDA, 2005, p. 164).

Tabela 14 – Localização de dores no corpo provocadas por posturas inadequadas

Postura Inadequada	Risco de Dores
Pegas inadequadas em ferramentas	Antebraço
Punhos em posições não-neutras	Punhos
Rotação do corpo	Coluna vertebral

Fonte: (IIDA, 2005)

Tomando por base todos estes apontamentos feitos sobre o manuseio de cargas, torna-se claro a importância deste estudo quando se visa proporcionar maior conforto e segurança aos agricultores, os quais são tão esquecidos por grande parte dos profissionais capazes de lhes oferecer uma vida um pouco mais saudável e justa.

Em seqüência à explanação sobre a Ergonomia, será apresentado o objeto de pesquisa deste trabalho, a Embalagem Plástica para Agrotóxicos.

2.2 Embalagem plástica para agrotóxicos

Neste tópico são abordados itens como a definição de embalagem de agrotóxico, os tipos mais comuns desta embalagem e as normas que regulamentam as embalagens de produtos perigosos em nosso país.

O decreto n° 4.074, de 04 de janeiro de 2002, o qual já foi citado anteriormente, define Embalagem de Agrotóxico como: “invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não, destinado a conter, cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter os agrotóxicos, seus componentes e afins” (BRASIL…, 2002).

Um levantamento junto às Associadas da ANDAV, disponível em Defensivos…(2004), identificou alguns tipos de embalagens mais comuns em que são acondicionados os produtos fitossanitários, os quais podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15 - Tipos de embalagens rígidas para produtos fitossanitários

Metálicas:	Plásticas:	Vidros:
tambores	bombonas	garrafas
50, 100 e 200 litros	10 e 20 litros	¼, ½ e 1 litro
baldes	botijas	fibrolatas
10, 20 litros e 25 quilos	5 litros	5 a 20 quilos
latas	garrafas	-
1, ½ e 2 litros	1 litro	-

Fonte: (DEFENSIVOS…, 2004)

As embalagens plásticas para agrotóxicos estudadas nesta pesquisa são as Bombonas de 20 litros, fabricadas em PEAD MONO, podendo também receber as seguintes siglas: PE ou HDPE.

As bombonas para movimentação manual fabricadas em PEAD não podem ter capacidade acima de 40 litros. Estas devem apresentar nervuras longitudinais para ampliar a sua resistência no transporte e empilhamento, pois este plástico apresenta pouca resistência à flexão (MOURA; BANZATO, 1997).

Antes de passar ao próximo item, vale destacar que as normas que regulamentam as embalagens de produtos perigosos em nosso país – NBR 9476, NBR 12909 e NBR 11564 - não fazem nenhuma exigência quanto aos aspectos formais direcionados ao conforto do usuário, apenas tratam de questões relacionadas ao ensaio que verifica a resistência das embalagens em movimentação (queda). A norma NBR 9476 prescreve o método do ensaio para avaliação do desempenho destas embalagens, sendo que as mesmas devem conter o conteúdo a que se destinam ou um simulativo, quando submetidas ao levantamento em sua movimentação; já a norma NBR 12909 estabelece o procedimento para se obter uma amostra representativa das embalagens, sendo que as mesmas devem conter o conteúdo a que se destinam ou um simulativo, para o ensaio de avaliação de desempenho; e por fim, a norma NBR 11564 estabelece os requisitos e determina os métodos de ensaio para as embalagens de produtos perigosos, excluindo os de classe 2 (gases inflamáveis, gases comprimidos não tóxicos e não inflamáveis, gases tóxicos) e 7 (materiais radioativos) (ABNT..., 1986; ABNT..., 1993; ABNT..., 2002).

A inexistência de normas que determinem requisitos básicos de

usabilidade para este tipo de embalagem, acaba permitindo erros projetuais graves, ocasionando muitas vezes lesões irreversíveis aos usuários. Neste sentido, percebe-se a necessidade proeminente da criação de novas Normas Brasileiras que possam reger as questões de usabilidade às indústrias fabricantes de Embalagens Plásticas para Agrotóxicos.

A seguir será apresentado o PEAD com todos os detalhamentos importantes para este estudo.

2.2.1 Polietileno de alta densidade

Este tópico contempla o posicionamento do PEAD no mercado mundial, sua definição, características técnicas, aplicações e propriedades.

Segundo Mano e Mendes (2000), até a metade do século XX a produção industrial de polímeros no mundo não ultrapassava 350.000 toneladas/ano, contudo estima-se que no século XXI o consumo mundial de plásticos, elastômeros e fibras devam atingir a ordem de 200 milhões de toneladas. Com base neste dado é possível imaginar a dimensão que este material está alcançando diante do mercado consumidor.

Considerando ainda os apontamentos dos autores, a ciência não mediu esforços para a descoberta constante de novos polímeros, cada qual com sua aplicação prática e distinta. Contudo, a partir das últimas décadas do século XX, as pesquisas relacionadas a estes materiais voltaram-se às misturas poliméricas, ao invés do desenvolvimento de novas estruturas químicas, tendo como objetivo a reciclagem destes materiais, visando a necessidade de preservação ambiental e a economia cada vez maior da energia consumida.

No decorrer da década de 1970, a produção mundial dos plásticos ultrapassou a do ferro. A partir deste período a nossa dependência em relação aos polímeros sintéticos tornou-se cada vez mais evidente, destacando-se entre eles o poliestireno, o PVC, o polipropileno e o polietileno (CANTO, 2004).

Com relação ao Polietileno, este é um material que provém da polimerização do etileno (matéria prima que tem sua origem no petróleo ou no álcool de cana-de-açúcar), neste processo de polimerização tomam parte muitas moléculas do reagente,

que se unem sucessivamente, formando uma macromolécula.

De acordo com a característica que se deseja para um plástico é possível se alterar as condições em que ocorre a polimerização, configurando desta forma a aparência física e as propriedades deste material. Quanto ao polietileno existe basicamente o Polietileno de Baixa Densidade e o Polietileno de Alta Densidade, o qual aplica-se a esta pesquisa (Figura 27).

O PEAD é composto por longas moléculas de polietileno, sendo que cada uma destas se forma por meio da adição de aproximadamente 100.000 moléculas de monômero, fazendo com que as mesmas se unam fortemente originando um material sólido, compacto e com alta resistência (CANTO, 2004).



Figura 27 – Diferença entre uma garrafa em PEAD (esquerda) e em PEBD (direita)
Fonte: (CANTO, 2004)

Com base nas colocações de Moura e Banzato (1997) e Teixeira (1999), o Polietileno apresenta as seguintes característica:

pode ser transparente ou opaco;

cor natural – branca leitosa (translúcido);

apresenta-se em grãos e a sensação ao tato é parecida com a cera;

incolor ou colorido (pigmentos orgânicos em aplicações específicas).

Como propriedades gerais deste termoplástico, pode-se dizer que o

mesmo é um material muito leve, possui ampla faixa de resistência química, térmica (até 120°C) e física (choques e impactos), é inerte ao contato com a atmosfera, água, solo e meios corrosivos, é atingido pelos raios ultravioletas da luz solar, é permeável ao oxigênio e possui elevado coeficiente de dilatação térmica.

Com relação especificamente ao PEAD, a autora faz as seguintes considerações:

Quanto às aplicações:

peças de grande volume, tais como adubadeiras, engradados, etc.;

peças fabricadas pelo processo do sopro, como frascos e recipientes;

peças fabricadas pelo processo de injeção;

tubos rígidos e laminados para embalagens;

perfis extrudados;

revestimento anticorrosivo e de fios e cabos elétricos.

Quanto às propriedades:

alta rigidez e ótimo isolante (rigidez dielétrica);

apresenta resistência a água em ebulição;

temperatura de uso do produto é de até 105°C;

densidade a 20°C é de 0,94 a 0,96 g/cm^3;

permite a correção de erros através de nova moldagem;

possibilita a reciclagem;

inflamável.

Após conhecer um pouco mais sobre as características do PEAD, a seguir serão abordados os processos de fabricação que transformam este material.

2.2.2 Processo de fabricação

Neste tópico são explicados os processos de moldagem das embalagens plásticas para agrotóxicos, sendo estes o sopro e a injeção; e apresentadas algumas resinas utilizadas nestes produtos.

De acordo com Mestriner (2002), os plásticos rígidos, entre eles o PEAD, utiliza basicamente três processos de moldagem: o sopro, a injeção e a termoformagem, sendo que cada processo apresenta uma tecnologia específica. A partir desta, o *designer* vai desenvolver a forma do objeto, a qual dará origem ao molde de fabricação.

No caso do frasco da bombona de 20 litros, este é fabricado pelo processo da moldagem a sopro, onde "uma mangueira (Parissol) de plástico amolecido entra no interior do molde, que é fechado, para que um jato de ar, aplicado no interior da mangueira, expanda o plástico como uma bolha, fazendo-o aderir às paredes do molde". Quando este se abre, o frasco já adquiriu o formato final (MESTRINER, 2002, p. 77).

Segundo Kamio (2003) os três processos apresentam muitas vantagens para a fabricação de produtos diversificados, tais como: embalagens para materiais perigosos ou químicos, tampas, garrafas, recipientes para produtos lácteos e bebidas carbonadas, tanques de combustível, etc.

Os plásticos que podem ser utilizados neste processo são o polietileno, o polipropileno, o poliuretano, o PVC e o PET; a escolha vai depender principalmente das exigências de rendimento que se fazem necessárias, do volume de produção, da resistência e do custo.

Uma das resinas de polietileno muito utilizada na fabricação de bombonas e peças de maior necessidade de rigidez é o BT 003, classificada como homopolímero monomodal. Também podem ser empregadas as grades BS 002 e BS 002J, copolímeros monomodais, com elevada resistência ao *stress cracking* e impactos por queda, indicados para o sopro de frascos e bombonas de até 60 litros, destinados ao envase de vários tipos de produto, como detergentes, cosméticos, inclusive formulados com tensoativos, e também agrotóxicos.

Mestriner (2002, p. 78) explica que “na moldagem por injeção, o plástico derretido é transformado em líquido e injetado na cavidade do molde, preenchendo todas as suas reentrâncias”. De acordo com Emblem e Emblem (2000), após esta etapa o material moldado é resfriado e retorna ao estado sólido, isto ocorre através de canais no corpo do molde por onde o fluído passa. No molde ainda existe um canal por onde entra o material, e um ou mais canais por onde sai o ar. Este processo exige que o molde sempre tenha ângulos de extração precisos, para que a peça se desprenda do mesmo sem problemas.

O PEAD JV060U se destaca para a moldagem por injeção, sendo usado na fabricação de tampas, *pallets*, baldes, entre outros produtos (KAMIO, 2003).

2.2.3 Transformações tecnológicas

Este tópico mostra um panorama geral das inovações tecnológicas relacionadas às embalagens para agrotóxicos, envolvendo novos materiais e maquinários.

Diante da grande competitividade que tem ocorrido entre os segmentos de embalagens, objetivando a manutenção dos seus consumidores e a conquista de novos mercados e, consequentemente, o atendimento dos desejos e anseios dos mesmos, percebe-se que a área tem implementado uma série de transformações tecnológicas, das quais serão apresentadas apenas as relacionadas às embalagens para agrotóxicos.

a indústria nacional Pavan Zanetti de sopradoras e injetoras, lançou na Feira Brasilplast 2005 uma sopradora capaz de produzir bombonas de 20 litros para agroquímicos com uma faixa vertical transparente, de forma a facilitar a visualização do nível do conteúdo interno, garantindo desta maneira maior praticidade e funcionalidade à embalagem (KAMIO, 2005b);

a Ipiranga Petroquímica lançou em 2005 três resinas específicas para as embalagens obtidas a partir do processo de sopro, entre estas a que mais interessa a esta pesquisa é a GF 5250 aplicada na produção de frascos com paredes reforçadas para agrotóxicos, produtos de limpeza doméstica, detergentes e itens tensoativos em geral, apresentando alta resistência ao fissuramento *(stress cracking)* (KAMIO, 2005a);

a RES Brasil, empresa que atua na área do desenvolvimento de tecnologias para a produção

de embalagens plásticas degradáveis, trouxe para o Brasil o aditivo produzido a partir da tecnologia D2W da *Symphony*, o qual pode ser aplicado ao polietileno e outros plásticos, sem a necessidade de alteração dos processos industriais e das máquinas, mantendo a propriedade de reciclagem dos plásticos, apenas adicionando mais uma boa característica, a de se degradar em curto espaço de tempo. Estes aditivos são oxibiodegradáveis, onde a degradação acontece por oxidação, termodegradação, fotodegradação, estresse do produto e umidade (UMA EQUAÇÃO…, 2005);

a embalagem *Farm-park*, que comporta 420 litros de produto, ou seja, 84 bombonas de 5 litros, foi desenvolvida com o objetivo de minimizar o contato do produto com o usuário nas operações de manuseio e preparo da calda, para aqueles proprietários rurais que utilizam grandes quantidades. Depois do uso de todo o conteúdo, a embalagem retorna aos postos de serviço da empresa para a manutenção e reabastecimento (FERRARI, 1986);

uma outra novidade são as embalagens solúveis em água, constituídas de álcool polivinílico, as quais são introduzidas juntamente com a água dentro dos tanques de pulverização, evitando assim a abertura da embalagem, dosagem do produto, preparo da calda, tríplice lavagem e o descarte da embalagem vazia. A única desvantagem deste tipo de embalagem é o custo, o qual ainda é muito alto para a realidade da economia brasileira (FERRARI, 1986).

Com base nestes apontamentos, percebe-se que ainda pode ser feito muito para o desenvolvimento e aprimoramento das embalagens para agrotóxicos, justificando a necessidade e importância desta pesquisa.

Na seqüência será visto um ponto primordial para as embalagens de agrotóxicos, o sistema de vedação, o qual é essencial para que a mesma possa conter com segurança este tipo de conteúdo.

2.2.4 Vedação

Este tópico envolve a definição de vedação, considerações funcionais que esta deve apresentar, questões técnicas do fio do gargalo e inovações tecnológicas das tampas.

O termo vedação pode ser definido como “qualquer dispositivo usado para fechar uma embalagem de forma que esta preencha seus papéis de proteger e preservar, ao alcance demandado pelo produto” (EMBLEM; EMBLEM, 2000, p. 15).

De acordo com os autores, as vedações são consideradas por muitos como banalidade, mesmo sendo essencial para o sucesso de um produto. Os consumidores certamente reclamariam, podendo não comprar mais o produto se um sistema de vedação permitisse que o conteúdo vazasse, fosse difícil de abrir ou fechar, ou se a tampa explodisse sob pressão.

A vedação deve ser amigável ao consumidor, fornecendo benefícios agregados e demonstrando inovação tecnológica. Esta pode ser considerada uma das principais características da embalagem, principalmente se o conteúdo for o agrotóxico.

Sendo assim, a vedação tem como obrigatoriedade permitir que qualquer consumidor tenha segurança e fácil acesso ao produto, sendo que o tipo e estilo desta irão influenciar a maneira pela qual a embalagem é aberta e o produto é usado (EMBLEM; EMBLEM, 2000). Considerando as colocações de Um show… (2003, p. 26), são vários os critérios que devem ser levados em consideração para a definição da tampa mais adequada para se conseguir uma perfeita vedação, sendo eles: “as características físicas do produto que se deseja fechar ou cobrir; o nível de segurança que se almeja conferir ao produto; como deverá ser a utilização deste produto; e qual a imagem que a empresa pretende transmitir ao produto”.

Quanto ao fácil acesso citado anteriormente, Emblem e Emblem (2000, p. 19) chamam atenção para o fato que este não pode representar falta de resistência às crianças, pois para os produtos que caem na categoria dos químicos e categorias subseqüentes, como é o caso dos agrotóxicos, estes devem:

> ter vedações à prova de crianças se fornecidos em embalagens que podem ser fechadas novamente. Nestes produtos incluem-se substâncias que são classificadas como ‘tóxicas’ ou ‘corrosivas’, e preparados contendo mais de uma determinada porcentagem de certos solventes orgânicos.

Ao pensar no projeto ideal para a vedação deve-se buscar o equilíbrio

entre a dificuldade para a criança e a facilidade para o adulto. A melhora na abertura da embalagem pode ser obtida a princípio com a curvatura das arestas da tampa, com as formas hexagonais, octagonais e assim por diante, com os materiais mais rígidos ao invés de flexíveis, etc.

A seguir serão apresentadas algumas exigências quanto ao fio do gargalo da embalagem para se obter uma boa vedação:

Quanto ao tipo de fio:

fio contínuo – o fio forma um espiral completo ao redor do gargalo. É usado em gargalo largo e alto;

fio seccionado – os fios se apresentam em seções discretas. É usado em gargalos largos e baixos (Figura 28).

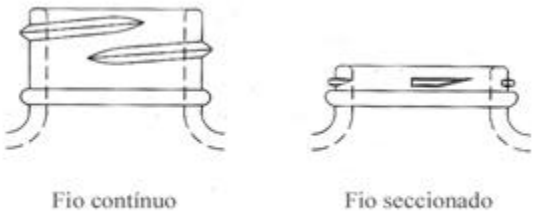


Figura 28 – Tipos de fios da vedação
Fonte: (EMBLEM; EMBLEM, 2000)

Quanto ao perfil do fio:

perfil simétrico – é utilizado em gargalos de vidro;

perfil assimétrico – é utilizado em gargalos de plástico.

Ao abordar este tema “Vedação”, não poderia deixar de ser comentado sobre as tampas plásticas, as quais contemplam as funções primordiais para um bom acondicionamento do produto, prolongando o *shelf-life* (vida-de-prateleira) e demonstrando facilmente aos consumidores quando a embalagem foi violada (UM SHOW…, 2003).

Entre as tampas plásticas, uma das mais utilizadas no mercado é a *screw cap* (tampa rosca) (Figura 29), aplica-se principalmente à produtos químicos, farmacêuticos, tintas, óleos automotivos, higiene/limpeza, leite e frascos de boca larga para produtos em pó, em conserva, entre outros.



Figura 29 – Tampa plástica *screw cap* (tampa rosca)
Fonte: (UM SHOW…, 2003)

Contudo, quando se trata de proteção vários componentes podem ser incorporados à estas tampas, como por exemplo, a banda de segurança, o selo de indução/vedação, o sistema de *pull ring*, o *child proof* (Figura 30), o mecanismo de absorção de oxigênio e umidade, entre outros.



Figura 30 – Sistema *child proof* para segurança

Ao finalizar este tópico percebe-se a importância do sistema de vedação para uma embalagem, destacando que este deve dificultar a abertura acidental por uma criança, e facilitar a abertura para um idoso; neste sentido o *designer* de embalagens tem a função de buscar o equilíbrio para este sistema. Além da vedação, puderam ser observados alguns avanços tecnológicos presentes nas tampas.

2.2.5 Embalagem vazia

Neste tópico é apresentado o sistema de destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos, o órgão responsável pelo processamento destas embalagens, as ações executadas por esta entidade e os produtos obtidos com as embalagens recicladas.

O sistema de destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos é composto de diversos elos da cadeia produtiva agrícola, envolvendo agricultores, canais de distribuição, cooperativas, indústria e o poder público (Figura 31).

O Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias é uma entidade sem fins lucrativos responsável pela destinação final das embalagens devolvidas nas unidades de recebimento. O Instituto representa a indústria fabricante de agrotóxicos e atende às especificações da Lei Federal 9.974, de 06 de junho de 2000 (PROCESSAMENTO…2005). Segundo o engenheiro agrônomo Mário Kazuchira Fujii, gerente de logística do InpEV, o instituto é composto por 39 associados, que representam a totalidade da indústria de agrotóxicos no Brasil (nacionais e multinacionais), além de sócios colaboradores, como a Confederação Nacional de Agricultura e a Associação Nacional de Defesa Vegetal (CAMPANIL, 2005).

O grande desafio de acordo com as colocações do gerente do InpEV é conscientizar revendedores e agricultores da importância e necessidade de participar deste processo de destinação final correta das embalagens vazias de agrotóxicos.

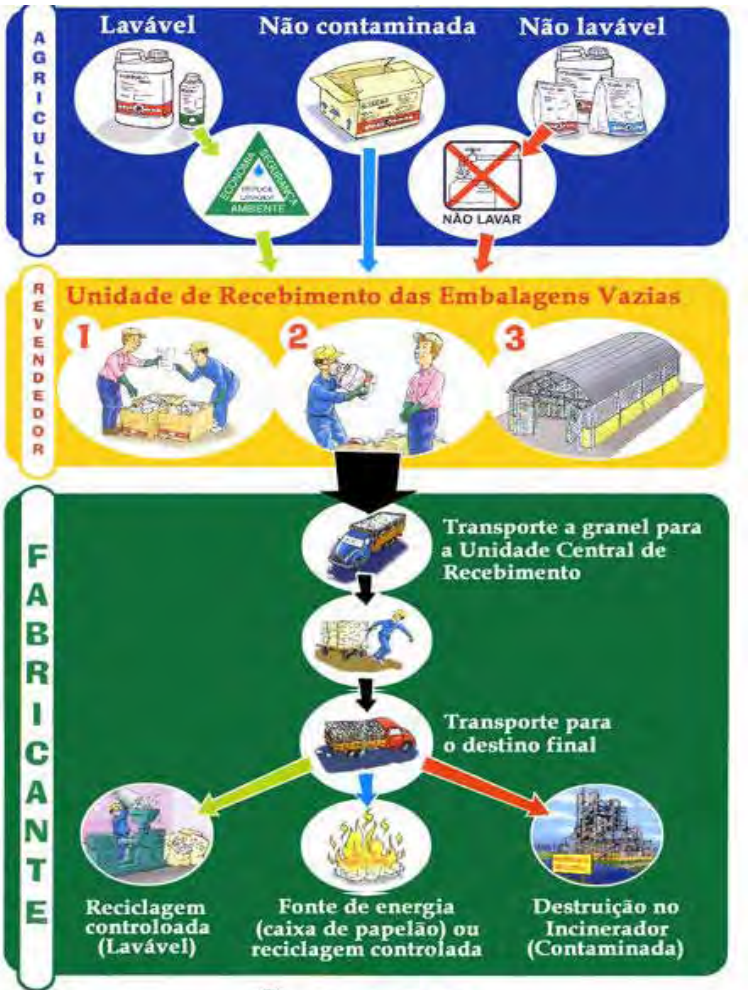


Figura 31 – Sistema de destinação final das embalagens
Fonte: (DESTINAÇÃO…, 2005)

De acordo com Bahia…(2005), a campanha de conscientização para o recolhimento de embalagens começou no ano de 1999 em todo o país, sendo depois regulamentada pela Lei Federal n° 9.974, que como já foi visto anteriormente, orienta o produtor a devolver as embalagens de agrotóxicos utilizadas na sua propriedade às centrais de devolução.

Este panorama nacional da conscientização das pessoas envolvidas nestes sistemas das embalagens parece estar mudando, pois segundo informações do InpEV (2005 apud EMBALAGEM…, 2005) entre janeiro e outubro de 2005 foram processadas

15.075 toneladas de embalagens vazias de agrotóxicos, número 28,2% superior ao alcançado no mesmo período de 2004 (11.757 toneladas). Os Estados que mais destinaram embalagens no período foram PR, MT, SP, RS e GO seguidos por MG, MS e BA. O Paraná, segundo Desenvolvimento… (2005), é o estado que apresenta o maior volume de embalagens vazias de agrotóxicos devolvido, atingindo 2.358 toneladas em 2005.

No Paraná são 04 centrais de recebimento, as quais se localizam nas cidades de Cambé (1), Maringá (2) e Cornélio Procópio (1) (CENTRAIS…, 2005).

Conforme Identificação…(2005), nestas centrais as embalagens são inicialmente inspecionadas e classificadas entre lavadas e não lavadas.

Após a classificação, as embalagens não lavadas são separadas das demais e as lavadas são novamente agrupadas de acordo com o tipo, recebendo uma sigla e uma numeração padronizadas mundialmente. Elas são constituídas de quatro materiais: PEAD MONO, COEX, PET e Embalagem Metálica.

O material utilizado nas embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos é o Polietileno de Alta Densidade, como visto anteriormente. Esta é considerada a segunda resina mais reciclada no mundo, apresenta alta resistência a impactos e aos agentes químicos. Este tipo de embalagem leva o número 2 (Figura 32).



Figura 32 – Identificação das embalagens de Polietileno de Alta Densidade
Fonte: (IDENTIFICAÇÃO…, 2005)

Toda a matéria-prima proveniente das embalagens recicladas é utilizada para a fabricação de alguns produtos, tais como: conduítes corrugados, dutos corrugados, luvas para emendas, cordas, embalagem para óleo lubrificante, madeira plástica,

economizadores de concreto, sacos para lixo hospitalar, tampas para embalagens de agrotóxicos, entre outros (PROCESSAMENTO…, 2005; RECICLAGEM…, 2005) (Figura 33).



Figura 33 – Madeira plástica e embalagem para óleo lubrificante
Fonte: (BANCO…, 2005)

Segundo Reciclagem…(2005), o primeiro produto fabricado a partir da reciclagem das embalagens foi um conduíte (Figura 34), o qual é 100% constituído por material reciclado e produzido pela mesma empresa que fabrica os sacos para armazenamento de lixo hospitalar. Outro produto interessante é a madeira plástica que substitui integralmente a madeira natural, sendo esta empregada como mourões de cerca, *deck* de piscina, bancos, batentes de portas e, também é confeccionada com material 100% reciclado.



Figura 34 – Conduíte corrugado obtido por reciclagem
Fonte: (RECICLAGEM…, 2005)

O economizador de concreto, usado no lugar do isopor para o preenchimento de lajes protendidas, gera uma redução de 30% de concreto e 50% de aço, além de oferecer estruturas mais leves (RECICLAGEM…, 2005).

As tampas das embalagens de agrotóxicos representam o primeiro produto fabricado em PEAD, que retorna para seu uso original através da reciclagem. Isto se deve ao apoio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que colaborou para a efetivação da primeira recicladora de tampas de embalagens de agrotóxicos, a ReciCap, no Rio de Janeiro. Anteriormente a esta iniciativa, as tampas tinham que ser incineradas por falta de alternativa (RECICLAGEM…, 2005).

Hoje elas voltam ao sistema de produção destas embalagens com o seu custo reduzido, pois passa a ser composta por 50% (material virgem) e 50% (material reciclado). Com isto inicia-se nas embalagens de agrotóxicos o real princípio da reciclagem: um produto que volta para sua origem (tampa que volta a ser tampa) (TAMPAS…, 2005; XERÉM…, 2004).

2.3 Agrotóxicos

Neste tópico tem-se a definição do termo agrotóxico, algumas de suas características técnicas, recomendações para o seu uso apropriado, intoxicações e acidentes, o crescimento na sua utilização e o posicionamento mundial do Brasil em relação a sua aplicação.

Segundo Brasil…(2002), o decreto n° 4.074 de 04 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei n° 7.802 de 11 de julho de 1989, define o termo agrotóxico da seguinte maneira:

> produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes,

estimuladores e inibidores de crescimento.

Os agrotóxicos aprovados pelo Governo Brasileiro passam por rígida fiscalização de três ministérios (Saúde, Agricultura e Meio Ambiente), além da inspeção do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. A obtenção de um registro do produto demora em média dez anos (CAMPANHA…,2002).

Agrotóxico…(2005) define estes produtos como substâncias químicas utilizadas na lavoura, na pecuária e nos ambientes domésticos, envolvendo inseticidas, fungicidas, acaricidas, nematicidas, herbicidas, bactericidas e vermífugos.

De acordo com Barroso e Miura (2005), os agrotóxicos são substâncias tóxicas que podem contaminar os mananciais, a fauna e a flora. Contudo, o uso "apropriado" desses produtos proporciona melhora na produtividade e qualidade das culturas. A conscientização do agricultor é um fator importante para evitar problemas com o uso de defensivos agrícolas.

Conforme dados de Derivados…(2004), os agrotóxicos começaram a ser usados em escala mundial após a Segunda Grande Guerra. Os continentes que tinham a agricultura como principal base de sustentação econômica, entre estes a África, Ásia e América Latina, sofreram fortes pressões de organismos financiadores internacionais para adquirir estas substâncias químicas, a alegação era que os agrotóxicos garantiriam a produção de alimentos para combater a fome que se instalava como conseqüência da guerra. Com o inofensivo nome de "defensivos agrícolas", eles eram incluídos compulsoriamente junto com adubos e fertilizantes químicos nos financiamentos agrícolas. Sua utilização na agricultura nacional em larga escala aconteceu a partir da década de 70. Dependendo da cultura, são utilizados herbicidas, inseticidas, fungicidas, acaricidas, maturadores, desfolhantes e outros em maior ou menor intensidade, sob as mais variadas formas de aplicação.

Existem cerca de mil princípios ativos de agrotóxicos comercializados em mais de 10 mil formulações. É importante observar o grupo químico a que pertence o produto e o grau de toxidade para o ser humano, sendo indispensável a leitura atenta das recomendações sobre como manipular, aplicar, armazenar e descartar as embalagens

(DERIVADOS…,2004).

No Brasil, os produtos com pesticidas, são obrigados a apresentar no rótulo, a cor correspondente à classe de sua toxidade (Tabela 16):

Tabela 16 - Classificação da toxidade de agrotóxicos de acordo com a cor do rótulo.

Classe	Faixa	Classificação do Produto
I	vermelha	extremamente tóxico
II	amarela	altamente tóxico
III	azul	medianamente tóxico
IV	verde	pouco (mas ainda assim) tóxico

Fonte: (ZAMBRONE; KOTAKA, 2001)

Larini (1997) e Rüegg et al.(1991) apontam para o fato de que a intoxicação não está vinculada simplesmente à relação do agrotóxico com a pessoa que o manipula, mas sim a vários fatores que participam para que a mesma ocorra, dentre estes têm-se: as características químicas e toxicológicas do produto, fatores relativos ao indivíduo exposto, às condições de exposição ou condições gerais do trabalho.

características do produto: características toxicológicas, forma de apresentação, estabilidade, solubilidade, presença de contaminantes, presença de solventes, etc;

características do indivíduo exposto: idade, gênero, peso, estado nutricional, escolaridade, conhecimento sobre os efeitos e medidas de segurança, etc;

condições de exposição: condições gerais do trabalho, freqüência, dose, formas de exposição, etc.

Portanto, o uso adequado dos agrotóxicos, segundo Astolfi e Landoni (1984), deve objetivar primordialmente os melhores resultados agronômicos no aumento da produtividade, na melhoria e proteção das colheitas, sem esquecer os possíveis problemas relacionados à intoxicação, à poluição ambiental e à contaminação dos alimentos com resíduos não permitidos.

Para evitar algum destes problemas que podem ocorrer devido ao uso

inadequado, deve-se:

selecionar o agrotóxico apropriado para o fim específico que se pretende atingir;

ler o rótulo com atenção e seguir rigorosamente as instruções do fabricante. Em caso de dúvida, procurar esclarecer-se sobre o mesmo com um profissional habilitado;

abrir as embalagens com cuidado para evitar respingos, derramamento do produto, ou levantamento de pó. Manter o rosto afastado e evitar respirar o agrotóxico;

manter os agrotóxicos não utilizados nas embalagens com seus rótulos originais, bem fechadas e guardadas em depósitos apropriados;

não utilizar as embalagens vazias dos agrotóxicos para outros fins.

Com relação à intoxicação com estes produtos, existem quatro principais vias de acesso ao organismo: Cutânea (dérmica); Respiratória e Oral.

Devido ao foco deste trabalho, explorar-se-á a via cutânea (dérmica), por ser esta considerada a mais importante rota de entrada no corpo quando se trata de formulações ou produtos finais líquidos, como é o caso dos agrotóxicos das embalagens plásticas de 20 litros estudadas nesta pesquisa.

Ainda considerando as colocações de Astolfi e Landoni (1984), as mãos são apontadas como a área do corpo com maior probabilidade de contato com as formulações altamente concentradas, estas podem ainda apresentar cortes e/ou abrasões, ampliando as chances de contaminação. O alto potencial de exposição das mãos leva à necessidade do uso de luvas, item este normalmente indicado nos rótulos, porém na maioria das vezes não respeitado pelo usuário, o qual em grande parte é analfabeto.

Segundo Rüegg et al. (1991), a grande maioria dos trabalhadores agrícolas que utilizam os agrotóxicos não está preparada para manipular produtos tóxicos, nem recebem em geral as mínimas advertências sobre os perigos a que se expõe. Eles não acreditam que os agrotóxicos, em contato com a pele, sem queimá-la ou irritá-la, possam ser absorvidos em quantidades mortais. Em conseqüência, as intoxicações são muito freqüentes.

O contato deste usuário com o agrotóxico sem a proteção devida pode causar sérios danos de natureza respiratória, neurológica, cancerígena, entre outros

(AGROTÓXICOS:…2005). Segundo Barroso e Miura (2005), para a utilização segura desses produtos, seria importante que o usuário utilizasse equipamentos de proteção individual, não apenas luvas, mas chapéu, macacão de mangas compridas, botas de cano longo, óculos de proteção e máscara facial. Além disto, as embalagens deveriam apresentar um sistema seguro e preciso para abri-la, verter o seu conteúdo e fechá-la.

A faixa etária com maior incidência de problemas decorrentes do uso indevido de agrotóxicos está entre os 20 e 29 anos, com cerca de 35 % do total, atingindo na maioria homens, com mais de 80 % das notificações. Dentre as incidências, quase 75 % estão relacionadas à intoxicação pelo exercício da atividade profissional ou por acidente no manuseio do produto.

De acordo com Agrotóxico…(2005), o manuseio inadequado de agrotóxicos é, portanto, um dos maiores responsáveis por acidentes de trabalho no campo. Os principais tópicos relacionados aos riscos na aplicação de agrotóxicos são: escolha do produto e manuseio; transporte; armazenamento; aplicação e destino das embalagens.

Apesar de todos os riscos existentes, uma coisa é certa, o uso de agrotóxicos é uma realidade a qual tem crescido ano a ano. Isto pode ser observado nos dados fornecidos pelo IBGE, onde estes indicam que a quantidade de fertilizantes comercializada por área plantada cresceu 85,5% de 1992 a 2000 e o uso de agrotóxicos aumentou 21,6% de 1997 a 2000 (CONTROLE…, 2005) (Figura 35).

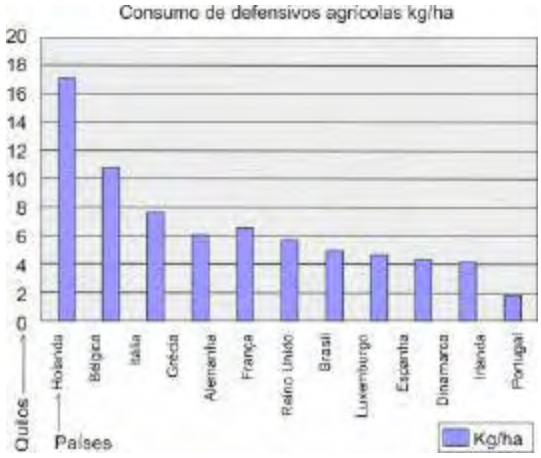


Figura 35 – Gráfico do consumo de agrotóxicos kg/ha
Fonte: (CONSUMO…, 2005)

Por fim, pode-se concluir que uma aplicação correta, dentro de padrões técnicos adequados, com equipamentos em bom estado e regulados para doses recomendadas, com aplicadores treinados, que utilizam equipamentos de proteção individual, pode garantir segurança ao aplicador e tranqüilidade ao consumidor. Porém, produtores rurais despreparados, aplicadores sem qualificação, vendedores mais preocupados com as cotas de venda do que com a segurança das condições de trabalho com agrotóxicos e equipamentos em péssimo estado de conservação, que aplicam mais no ambiente do que no próprio alvo, compõe um cenário, em que utiliza-se muito mais “agrotóxico” do que “defensivo agrícola”.

3 PROPOSTA DO TRABALHO

Buscou-se neste tópico retomar os objetivos da pesquisa, para que o leitor possa identificar mais facilmente o que já foi cumprido e aqueles que ainda serão a partir do tópico 5. Resultados e Discussão.

O objetivo geral é verificar os problemas de usabilidade encontrados durante o manuseio das embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos – a Coex, a Mauser e a Retangular - fabricadas pela empresa Cimplast Ltda. e utilizadas pela indústria Milênia Agro Ciência S.A., e com base nos dados teóricos levantados e nos problemas de usabilidade encontrados na pesquisa de campo, elaborar um Guia de Parâmetros Ergonômicos para o *Design* ou *Redesign* das Embalagens Plástica para Agrotóxicos, direcionado às indústrias destas embalagens.

Como objetivos específicos pretende-se levantar as normas técnicas que regem o aspecto formal deste tipo de embalagem; verificar e analisar os modelos das embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos junto à empresa Cimplast Ltda.; averiguar se os modelos de embalagens selecionadas apresentam a quantidade e o *design* da pega adequados para o seu manuseio; apontar os problemas de usabilidade apresentados durante o manuseio destas embalagens; propor um documento com os parâmetros ergonômicos levantados; contribuir de forma prática e efetiva com o desenvolvimento de embalagens para

agrotóxicos ergonomicamente corretas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este tópico tem por objetivo elucidar como a pesquisa foi estruturada metodologicamente, apresentando todos os itens que fizeram parte da mesma.

4.1 Material

4.1.1 Embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos

A seleção das embalagens testadas se deu a partir de um levantamento das embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos – a Coex, a Mauser e a Retangular – (Figura 36) utilizadas pela empresa Milenia Agro Ciência S. A e fabricadas pela indústria Cimplast Ltda., ambas situadas na cidade de Londrina, estado do Paraná.



Figura 36 – Exemplos das embalagens Coex, Mauser e Retangular

Foram verificadas as três embalagens fornecidas pela Cimplast, as quais apresentavam os sistemas de usabilidade diferenciados, possibilitando assim uma análise ideal em relação aos aspectos ergonômicos das pegas e empunhaduras das mesmas.

4.1.2 Sujeitos

Participaram do experimento 50 trabalhadores rurais do gênero masculino, com idades entre 18 e 64 anos, apresentando funções motoras normais. Foi utilizada uma amostragem estratificada não proporcional, que consiste na seleção de uma amostra em cada subgrupo da população considerada; sendo que o tamanho de cada subgrupo na amostra não necessita ser proporcional ao mesmo na população de interesse, caracterizando-se como não probabilística.

Estes sujeitos foram divididos em 05 subgrupos, tendo como variável a idade. Com relação à idade, utilizou-se como base a divisão das tabelas de antropometria dos autores Panero e Zelnik (1987), a qual é amplamente utilizada por ergonomistas; esta consiste no seguinte: sujeitos de 18 a 24 anos, 25 a 34 anos, 35 a 44 anos, 45 a 54 anos e 55 a 64 anos. Quanto ao gênero, a porcentagem será 100% de homens, pois estes representam a maioria dos usuários dos produtos.

4.1.3 Ambiente do teste

O teste foi aplicado aos sujeitos de forma individual, nas propriedades rurais situadas nas proximidades da cidade de Sabáudia, estado do Paraná e na COROL - Sabáudia, simulando situações reais de uso das embalagens selecionadas.

4.1.4 Equipamentos

Foram usados os seguintes instrumentos e equipamentos:

uma ficha de instrução para explicar os objetivos do teste aos sujeitos (Apêndice 1);

um pulverizador da propriedade rural para conter parte do conteúdo das embalagens;

150 embalagens, sendo 50 do modelo Coex, 50 do modelo Mauser e 50 do modelo Retangular;

uma máquina fotográfica digital para registrar o posicionamento das mãos nas pegas das embalagens;

três questionários para a verificação da eficiência das pegas no manuseio das embalagens, e dos problemas encontrados na usabilidade das mesmas (Apêndice 2, Apêndice 3, Apêndice 4);

um microcomputador Pentium II, 350 Mhz, 64 Mb RAM, HD 6.4 Gb, para registrar os resultados do ensaio;

uma impressora HP 695C, para reproduzir os dados do ensaio.

4.2 Métodos

4.2.1 Ensaio

O ensaio envolvendo os aspectos ergonômicos e a usabilidade das

embalagens foi executado usando o método de observação sistemática e de inquirição da tarefa. O Método de Observação Sistemática é definido por Moraes e Mont' Alvão (2000), como uma técnica científica eficiente na etapa de diagnóstico, durante a análise da tarefa, quando dos registros comportamentais das atividades da tarefa-posturas assumidas. Trata-se de uma técnica realizada em condições controladas, com o objetivo de se obter respostas a propósitos pré-definidos, a mesma necessita de planejamento e de operações específicas, instrumentos e documentos particulares.

O Método de Inquirição da Tarefa foi aplicado com o intuito de fornecer suporte ao primeiro, pois o mesmo consiste na busca metodológica de informações e quantificação dos resultados, podendo se utilizar de vários instrumentos. No caso específico desta pesquisa foram aplicados três questionários, sendo um para cada tipo de embalagem, com perguntas fechadas, contendo alternativas dicotômicas e hierarquizadas, e uma única pergunta aberta no terceiro questionário, conforme Apêndice 4, para que os sujeitos pudessem responder esta pergunta após já ter experimentado as três embalagens.

Vale salientar que a escolha por um instrumento fechado com alternativas dicotômicas se deu pelo fato de que estas apresentam pouca possibilidade de erros e constituem-se como fáceis e rápidas de se responder sob a visão do entrevistado (MATTAR, 1996). Conforme o autor são chamadas de dicotômicas as perguntas com respostas fechadas que apresentam apenas duas opções de resposta, como: sim/não, concordo/discordo, faço/não faço, sou/não sou, aprovo/desaprovo etc.

Contudo, para Malhotra (2001), pode-se incluir uma alternativa neutra quando se espera uma proporção considerável de entrevistados neutros.

Após todas as questões dos questionários formuladas, foi realizado um pré-teste com 05 sujeitos, sob a supervisão da pesquisadora. Estas pessoas foram escolhidas de forma a representar os 05 subgrupos quanto a variável idade. De acordo com Gil (1991), o pré-teste tem por objetivo avaliar o(s) instrumento(s) de pesquisa, constatando se existem falhas no decorrer do(s) mesmo(s). Após a sua aplicação foi possível corrigir as falhas na formulação das perguntas.

Por meio da aplicação destas metodologias, pôde-se verificar as

dificuldades apresentadas no manuseio das embalagens (segurar, abrir, verter e fechar), contemplando desta forma parte dos objetivos específicos delimitados na pesquisa.

Paralelamente a este procedimento, foram realizadas observações sistemáticas diretas quanto ao posicionamento das mãos (descrição cinesiológica) em relação às ações executadas, utilizando como instrumento a máquina fotográfica digital.

Aos dados coletados foram aplicadas análises descritivas, com representação em tabelas e gráficos, onde utilizou-se o teste do Qui-Quadrado, ao nível de significância de 5%, para verificar a existência de associação significativa nos cruzamentos de duas variáveis, ou seja, os tipos de embalagens com a opinião dos sujeitos envolvidos (FONSECA; MARTINS, 1996; VIEIRA, 2003).

Neste estudo estatístico tem-se p = nível descritivo (probabilidade de igualdade entre as respostas comparando-se as três embalagens). Segundo Vieira (2003) quando o valor de p for menor que 0,05 ou 5%, significa que a opinião dos sujeitos em relação aos três tipos de embalagens é estatisticamente significativa.

Os 50 sujeitos que participaram deste experimento pertencem à faixa etária de 18 a 64 anos, Tabela 17. Verifica-se que os grupos foram estratificados em intervalos de idade e em cada intervalo tem-se 10 sujeitos, o que corresponde a 20% do total.

Destes, 4 eram canhotos (Tabela 18), o que corresponde a 8% do tamanho da amostra, e o restante destro, ou seja, 46 sujeitos, representando 92% da amostra.

4.2.2 Procedimentos experimentais

Os ensaios foram desenvolvidos de acordo com as seguintes etapas:

o sujeito era conduzido ao local de teste, onde se explicava toda a metodologia do ensaio, através da leitura de uma ficha de instruções (Apêndice 1);

o sujeito submetia-se ao teste de manuseio das embalagens, para verificação da eficiência das pegas e dos problemas em relação à usabilidade das mesmas. Somente participaram dos ensaios os sujeitos com funções motoras normais;

o sujeito abria a embalagem, derramava o conteúdo da mesma para o interior de um pulverizador, depois a fechava. Todas estas ações foram executadas com a mão de sua preferência (direita e/ou esquerda);

ao final do experimento o sujeito respondia os questionários (Apêndice 2, 3 e 4) referentes a cada embalagem testada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados da pesquisa e as discussões a partir dos mesmos.

5.1 Tabulação e análise

Este capítulo apresenta a tabulação dos dados coletados, de acordo com o método estatístico selecionado, e a análise destes, tomando-se como referência a fundamentação teórica abordada durante o trabalho.

Primeiramente, é apresentada na Tabela 17 e 18 características gerais dos entrevistados, como faixa etária e a mão de preferência para a pega.

Tabela 17 - Distribuição segundo a faixa etária

Faixa etária (anos)	Freqüência	Fr. Relativa (%)
18 a 24	10	20.0
25 a 34	10	20.0
35 a 44	10	20.0
45 a 54	10	20.0
55 a 64	10	20.0
Total	50	100.0

Tabela 18 - Distribuição segundo a mão de preferência para pega

Pega	Freqüência	Fr. Relativa (%)
Canhoto	4	8.0
Destro	46	92.0
Total	50	100.0

Na Tabela 19 e Figura 37 tem-se um panorama sobre o desconforto ao pegar as embalagens.

Tabela 19 - Distribuição segundo se sentiu desconforto ao pegar a embalagem

	Embalagem		
	Coex	Mauser	Retangular
SIM	16 32.0%	26 52.0%	8 16.0%
NÃO	34 68.0%	24 48.0%	42 84.0%
Total	50 100.0%	50 100.0%	50 100.0%

Significativo pelo teste do qui-quadrado p<0,00066

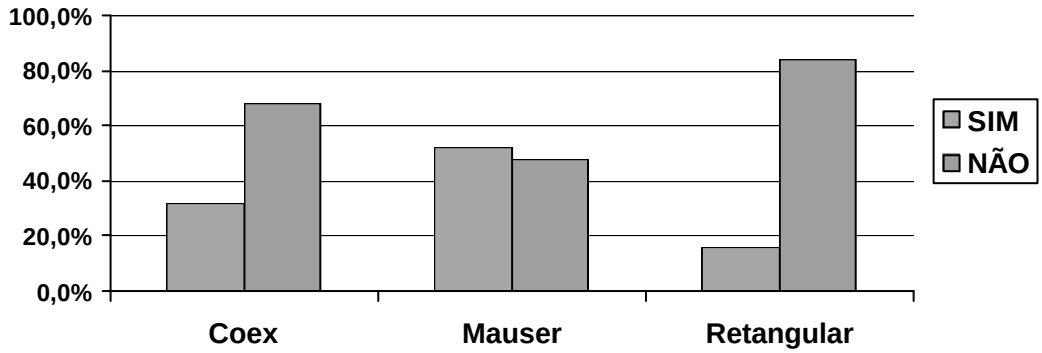


Figura 37 – Gráfico da distribuição segundo o desconforto ao pegar a embalagem

Na Tabela 19 e Figura 37 se pode observar que a embalagem Mauser apresenta a maior porcentagem de insatisfeitos 52%, enquanto que 84% consideram confortável a pega da embalagem Retangular.

Conforme os resultados apresentados, verifica-se com a aplicação do teste não-paramétrico Qui-Quadrado, a existência de uma associação significativa (p<0,00066) entre o tipo de pega da embalagem e a satisfação do usuário.

O grande desconforto ao pegar a embalagem Mauser, pode estar associado ao fato da alça se localizar numa cavidade na embalagem ao invés de estar saliente a esta (Figura 37). Essa característica dificulta a movimentação da mão e dos dedos durante o manuseio, devido à proximidade da parede da embalagem em relação à alça. O vão livre para os dedos nesta embalagem é de 30 mm, sendo que de acordo com Pheasant (1988) a espessura do dedo indicador para o percentil 95% dos homens é de 21 mm com a mão esticada, e segundo Stier e Meyer (s.d. apud GRANDJEAN, 1998) a altura da articulação entre a 1ª e 2ª falange do dedo médio é de 22 mm. Considerando estes dados, percebe-se que o vão para ser utilizado com os dedos flexionados realmente não está adequado.



Figura 38 - Pega da embalagem Mauser

Já na embalagem Coex, o desconforto ao pegá-la apareceu com uma porcentagem menor (32%). Nesta análise vale destacar o fato da alça da embalagem ter uma leve curvatura exatamente no local da pega e apresentar canto vivo (Figura 39), pois se sabe segundo Kinoshita et al. (1996) que conforme o peso do objeto aumenta a força exercida pelos dedos médio, anular e polegar também aumenta, então fazendo uma relação entre os apontamentos dos autores, o peso, a força exercida, a curvatura da alça e o canto vivo, percebe-se que a sinuosidade agravará a fadiga dos dedos médio e anular, já que estes se acomodam justamente na curvatura e que o canto vivo causará forte desconforto aos usuários. Outro problema identificado na alça desta embalagem é a medida da sua largura (Figura 40), que tem apenas 85 mm, sendo que a média da largura da mão (metacarpal) dos homens varia de 78 mm a 93 mm de acordo com Iida (2005), podendo chegar ao percentil 95% dos homens a 95 mm conforme Pheasant (1988), portanto, Grandjean (1998) e Pece (1995) indicam que uma pega não deve ter largura inferior a 100 mm, para que seja manuseada com os 05 dedos

(máximo conforto). Quanto à altura esta não apresenta problema segundo Stier e Meyer (s.d. apud GRANDJEAN, 1998), pois a mesma possui um vão livre de 71 mm, e a altura da articulação entre a 1ª e 2ª falange do dedo médio é de 22 mm.



Figura 39 - Alça da embalagem Coex



Figura 40 - Pega da embalagem Coex

Por fim, a alça da embalagem Retangular posiciona-se destacada do corpo desta (Figura 41), e possui um vão livre de 38 mm de altura (em sua parte mais alta) e 105 mm de largura, não apresentando restrições às mãos da maioria dos homens, conforme os dados literários citados nas análises anteriores. Além disto, as dimensões da alça são 30 mm de largura e 20 mm de altura, estando de acordo com o indicado pela literatura, onde Sapién (1996) recomenda um diâmetro de 30 a 50,8 mm para pegas que necessitam de força para o seu manuseio; deve-se relatar ainda que a embalagem Coex possui 27 mm de largura e 18mm de altura, e a embalagem Mauser apresenta 18 mm de largura e 15 mm de altura. Estes dados justificam a porcentagem de apenas 16% de desconforto em relação à pega da embalagem Retangular.



Figura 41 - Pega da embalagem Retangular

Também vale lembrar que todas as embalagens possuem manejo geométrico, sendo as alças da Coex mais quadradas e da Mauser e da Retangular mais arredondadas. Isto é positivo segundo Iida (2005), quanto ao fato de permitir maiores variações de pega e não sofrer demasiadamente as conseqüências das variações individuais das medidas antropométricas. Como desvantagem, ocasiona alguns pontos de tensão na mão, como já apontado na embalagem Coex, e transmite menos força.

Na Tabela 20 e Figura 42 pode ser identificado o quanto o vão da pega de cada embalagem é estreito para os entrevistados.

Tabela 20 - Distribuição segundo se o vão da pega da embalagem é estreito para a mão

	Embalagem		
	Coex	Mauser	Retangular
SIM	18 36.0%	6 12.0%	2 4.0%
NÃO	32 64.0%	43 86.0%	48 96.0%
Não respondeu	 0.0%	1 2.0%	 0.0%
Total	50 100.0%	50 100.0%	50 100.0%

Significativo pelo teste do qui-quadrado $p<0,00007$

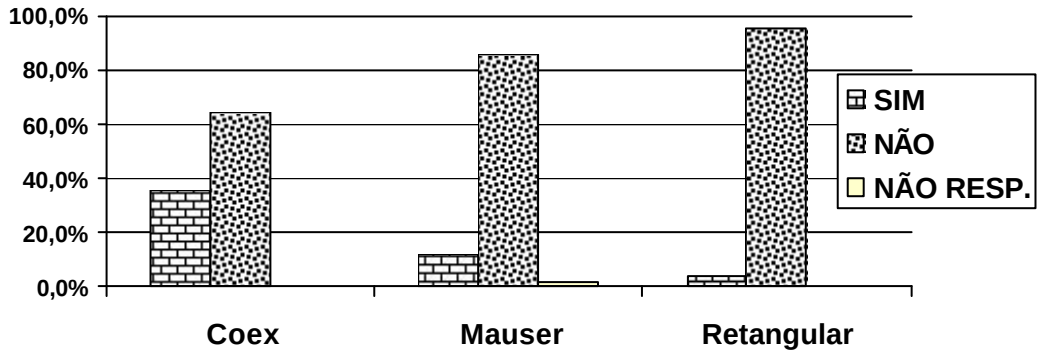


Figura 42 – Gráfico da distribuição segundo se o vão da pega da embalagem é estreito para a mão

Quanto ao vão da pega das embalagens, observa-se que todas obtiveram uma porcentagem negativa maior dos respondentes em relação a este ser estreito para a mão, ou seja, 64% para a Coex, 86% para a Mauser e 96% para a Retangular, resultado esse que aponta a embalagem Coex como a que teve a menor porcentagem de satisfação, ou seja, 36% ainda estão insatisfeitos quanto a este item. Isto pode estar relacionado à medida da largura do vão da pega, sendo este 85 mm, considerando que o indicado por Grandjean (1998) seria 100 mm no mínimo.

Pode-se afirmar diante dos dados que existe diferença significativa entre as embalagens quanto ao vão da pega ser estreito.

Os resultados da Tabela 20 mostram que o fato dos entrevistados ter apresentado 52% de desconforto ao pegar a embalagem Mauser (Tabela 19), não tem relação direta com o vão da pega desta embalagem, que apresentou insatisfação em apenas 12% dos usuários.

A Tabela 21 e a Figura 43 mostram se a posição da pega das embalagens está adequada ou não para a execução das tarefas desenvolvidas com as mesmas.

Tabela 21 - Distribuição segundo a opinião sobre a posição da pega da embalagem

	Embalagem		
	Coex	Mauser	Retangular
Adequada	41 82.0%	24 48.0%	40 80.0%
Inadequada	9 18.0%	26 52.0%	9 18.0%
Não respondeu	 0.0%	 0.0%	1 2.0%
Total	50 100.0%	50 100.0%	50 100.0%

Significativo pelo teste do qui-quadrado p<0,00011

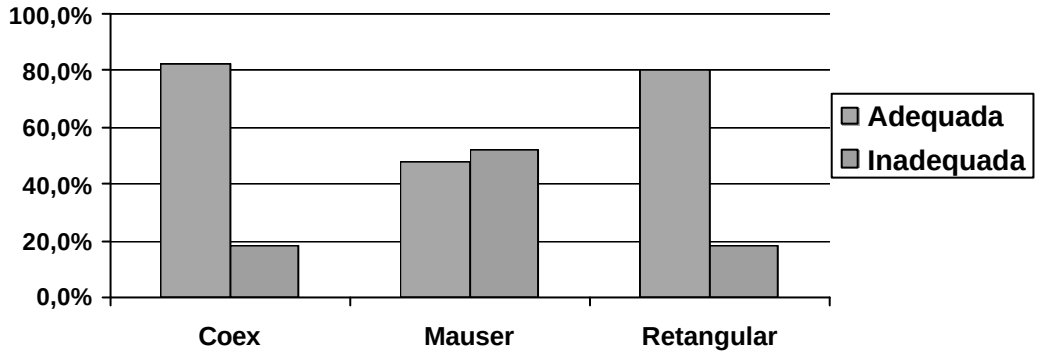


Figura 43 – Gráfico da distribuição segundo a opinião sobre a posição da pega da embalagem.

A localização e o desenho da pega em um produto são fundamentais, pois o desempenho biomecânico do ser humano está diretamente relacionado à morfologia do produto e ao seu manuseio. Segundo Sapién (1996), o desenho inapropriado da pega pode levar à posicionamentos inadequados entre mão/antebraço: entre estes tem-se o desvio ulnar, que ocasiona um prejuízo na força de pega em torno de 25% e o desvio radial que pode gerar um prejuízo de 20%. Se comparada com a posição neutra do pulso (ideal), a flexão deste pode reduzir em até 50% a força de pega do indivíduo (MOGK; KEIR, 2003).

Ao observar a Figura 44, é possível compará-la com o resultado da pesquisa e averiguar que as informações conferem. A posição de pega da embalagem Mauser foi considera inadequada por 52% dos usuários e é a que obriga o desvio ulnar do pulso, e as

outras duas embalagens foram consideradas adequadas, 82% para a Coex e 80% para a Retangular, pois além de terem suas pegas em posição melhor, possuem alças flexíveis que, desta forma, mantém o pulso em posição neutra, já que a flexão ocorre na alça. Neste item também tem-se uma associação significativa (p<0,00011), ou seja, a embalagem Mauser se apresentou mais inadequada que as demais.



Figura 44 - Posição de pega nas embalagens Coex, Mauser e Retangular

A Tabela 22 e a Figura 45 registram o número de acidentes com ferimentos já ocorridos com estas embalagens.

Tabela 22 - Distribuição segundo se a embalagem já causou ferimento nas mãos ao manuseá-la

	Embalagem		
	Coex	Mauser	Retangular
SIM	16 32.0%	16 32.0%	16 32.0%
NÃO	34 68.0%	34 68.0%	34 68.0%
Total	50 100.0%	50 100.0%	50 100.0%

Não significativo pelo teste do qui-quadrado p<1,00

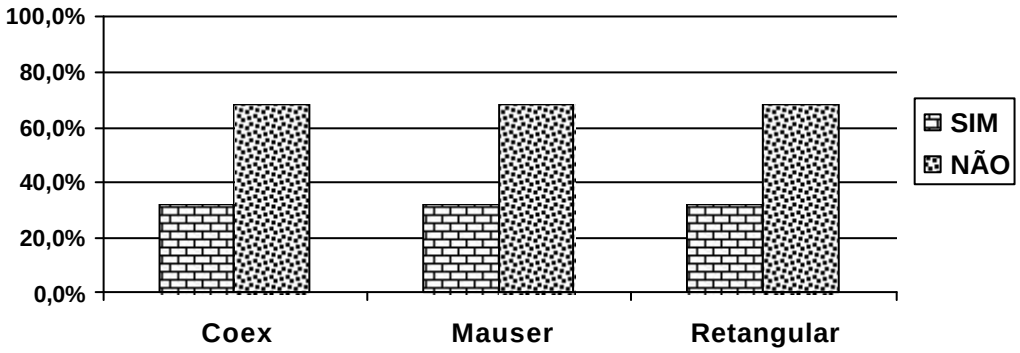


Figura 45 – Gráfico da distribuição segundo se a embalagem já causou ferimento nas mãos ao manuseá-la

Para esta pergunta houve um empate entre as três embalagens, ficando todas com 32% de respostas afirmativas quanto aos ferimentos nas mãos ao manusear a embalagem; sendo que os machucados, segundo os entrevistados, foram causados no momento de rompimento e/ou retirada do lacre de alumínio.

Apesar das três embalagens possuírem formas gerais diferentes, o sistema de tampa e rompimento do lacre destas é idêntico. Este sistema de rompimento do lacre de alumínio possui falhas de acordo com os usuários, já que deixa rebarbas que podem feri-los ao retirá-las e, em alguns casos, é completamente ineficaz, levando-as a utilizarem outros meios para romper o lacre, ficando assim, em ambos os casos, expostos ao contato do agrotóxico com suas mãos, proporcionando-lhes alta periculosidade (Figura 46).



Figura 46 - Sistema para o rompimento do lacre

Outros dois fatores a ressaltar são as rebarbas deixadas pela costura a quente da embalagem, as quais se posicionam na área de pega nas embalagens Mauser e

Retangular (Figura 47); e o outro detalhe que pode levar a lesão é a proximidade entre a alça e a tampa na embalagem Mauser (apenas 20 mm) (Figura 47), sendo que de acordo com Pheasant (1988) a espessura do dedo indicador para o percentil 95% dos homens é de 21 mm com a mão esticada e segundo Stier e Meyer (s.d. apud GRANDJEAN, 1998) a altura da articulação entre a 1ª e 2ª falange do dedo médio é de 22 mm.

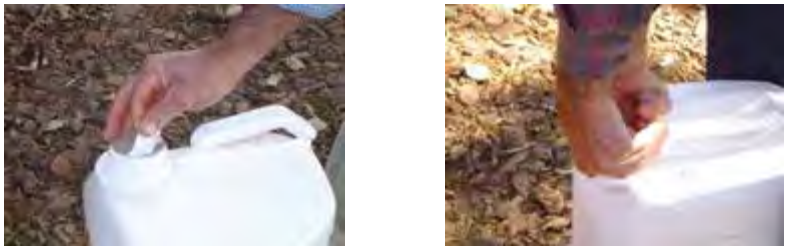


Figura 47 - Rebarba da costura da embalagem Retangular e espaço entre tampa e alça da embalagem Mauser

Na Tabela 23 e Figura 48 pode-se perceber a opinião dos entrevistados quanto ao peso destas embalagens.

Tabela 23 - Distribuição segundo a opinião sobre o peso da embalagem

	Embalagem		
	Coex	Mauser	Retangular
Ideal	37 74.0%	36 72.0%	37 74.0%
Pesada	13 26.0%	14 28.0%	13 26.0%
Total	50 100.0%	50 100.0%	50 100.0%

Não significativo pelo teste do qui-quadrado p=1,00

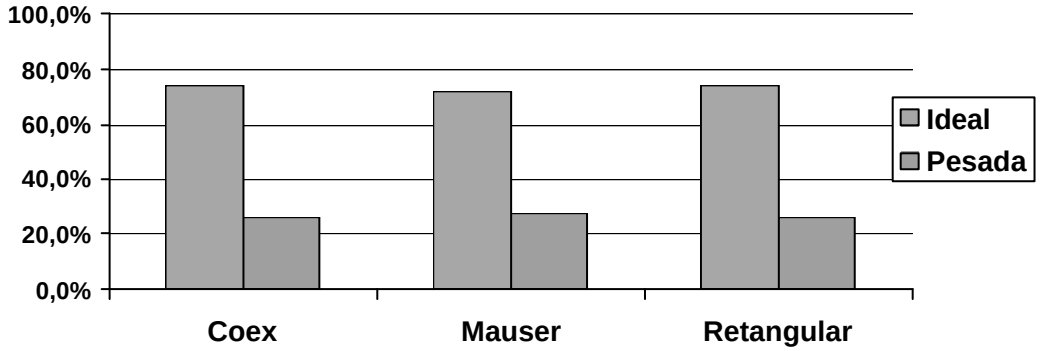


Figura 48 – Gráfico da distribuição segundo a opinião sobre o peso da embalagem

Deve-se destacar que os pesos das embalagens para o teste variaram de 21kg a 23 kg, sendo estes encontrados nas embalagens de agrotóxicos comercializadas. Neste sentido os resultados sobre este item foram bem semelhantes. Enquanto 74% dos entrevistados consideraram ideais os pesos da Coex e da Retangular, a porcentagem da Mauser foi de 72%, não havendo assim uma diferença significativa entre as opiniões quanto ao peso das três embalagens ($p<1,00$).

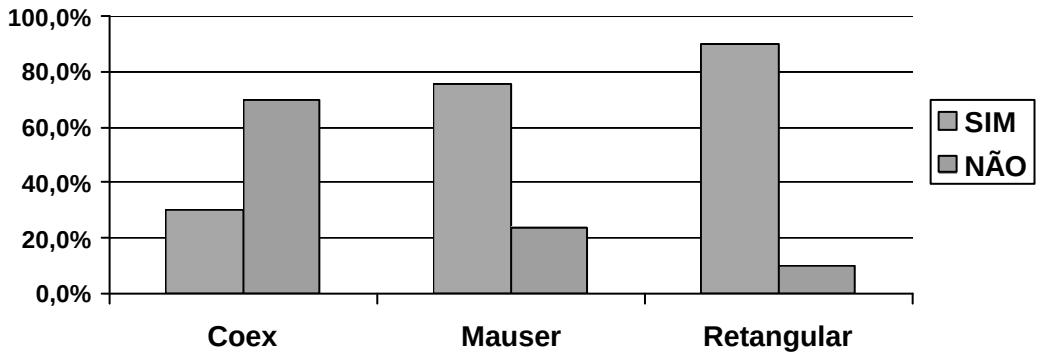
Um outro ponto em comum e favorável às 03 embalagens é que todas possuem o manejo grosseiro e a pega medial, os quais proporcionam maior força à ação, de acordo com Iida (2005) e Sapién (1996).

Davis e Stubbs (1977 apud GRANDJEAN, 1998) recomendam que, para homens com idade inferior a 50 anos, a carga máxima permitida é de 30 kg para levantamento ocasional com as duas mãos, sendo a carga compacta e estando ela próxima ao corpo e em altura favorável. Para os homens acima de 50 anos, a carga máxima diminui para 24 kg, ainda assim as 03 embalagens se enquadram. Porém, é necessário ressaltar de acordo com Iida (2005), que o levantamento esporádico de cargas está relacionado com a capacidade muscular do indivíduo e que o levantamento repetitivo, com a capacidade energética e a fadiga física, além disso, nem sempre é possível atuar sobre as condições ideais descritas acima, o que torna a carga máxima permitida muito relativa.

A Tabela 24 e a Figura 49 fornecem um panorama da dificuldade que os entrevistados tiveram para levantar e tombar as embalagens.

Tabela 24 - Distribuição segundo se tem dificuldade para levantar e tombar a embalagem

	Embalagem		
	Coex	Mauser	Retangular
SIM	15 30.0%	38 76.0%	45 90.0%
NÃO	35 70.0%	12 24.0%	5 10.0%
Total	50 100.0%	50 100.0%	50 100.0%



Significativo pelo teste do qui-quadrado p<0,0000

Figura 49 – Gráfico da distribuição segundo se tem dificuldade para levantar e tombar a embalagem.

A dificuldade de levantar e tombar a embalagem estão interligados diretamente às pegas das mesmas. Para levantá-la utiliza-se principalmente a alça e para tombá-la, faz-se necessário o uso conjunto desta e da pega inferior.

Antes de iniciar a análise das embalagens, deve-se salientar que todas têm suas alças localizadas a pelo menos 400 mm do chão, medida esta indicada por Iida (2005) para dar início ao levantamento de carga.

A embalagem Coex foi a que apresentou o menor percentual sobre este item (30%), enquanto a Mauser apresentou 76% e a Retangular 90%, existindo portanto uma diferença significativa entre as embalagens (p<0,00001). Conclui-se que a embalagem Coex é a melhor quanto à ação levantar e tombar (Figura 50), e a Retangular a que proporciona maior dificuldade aos usuários (Figura 51).

O problema da embalagem Coex pode estar relacionado a sua alça,

assunto esse tratado no comentário da Tabela 19, e ao fato desta flexionar-se apenas em um sentido, obrigando o usuário a manusear a embalagem sempre da mesma forma, caso queira manter o pulso neutro.



Figura 50 - Pegas da embalagem Coex

Como já apontado, quase a totalidade, ou seja, 90% dos usuários têm dificuldade para levantar e tombar a embalagem Retangular, o que comprova que a ausência de uma pega no inferior da mesma prejudica consideravelmente o seu manuseio.



Figura 51 - Ausência de pega inferior na embalagem Retangular

A embalagem Mauser, por sua vez apresentou um índice de dificuldade de 76%, apesar de possuir pega na parte inferior da embalagem. Mais uma vez, o problema pode estar relacionado à alça que apresenta o vão entre o corpo da embalagem e a pega estreito para a mão dos usuários, assunto esse tratado no comentário da Tabela 19, e além disso, sua posição favorece a flexão do pulso, que diminui em até 50% a força de pega e o desvio ulnar, que reduz em 25% esta força (MOGK; KEIR, 2003; SAPIÉN, 1996) (Figura 52).



Figura 52 - Flexão do pulso e desvio ulnar ao tombar a embalagem Mauser

É importante salientar a importância da morfologia das pegas nas embalagens, buscando evitar ao máximo as flexões e desvios do pulso, visto que isto pode causar indisposições ocupacionais ao usuário de acordo com Laville (1977 apud GOMES FILHO, 1995). Segundo Pheasant (1988), o pulso deve ser mantido na posição neutra, pois assim os músculos são capazes de liberar a força máxima e os ligamentos que passam pelas articulações permanecerão tencionados ao mínimo, sem grandes prejuízos da destreza na ação e também porque os músculos responsáveis pela movimentação dos dedos estão localizados no antebraço, e estes se conectam aos mesmos através de longos tendões que passam pelo pulso, portanto a capacidade de empunhadura está totalmente vinculada à posição assumida por este.

A Tabela 25 e a Figura 53 demonstram a necessidade de mais apoio (pega) para verter o produto.

Tabela 25 - Distribuição segundo se há necessidade de mais apoio (pega) para verter o produto

	Embalagem		
	Coex	Mauser	Retangular
SIM	13 26.0%	32 64.0%	49 98.0%
NÃO	37 74.0%	18 36.0%	1 2.0%
Total	50 100.0%	50 100.0%	50 100.0%

Significativo pelo teste do qui-quadrado p<0,0000

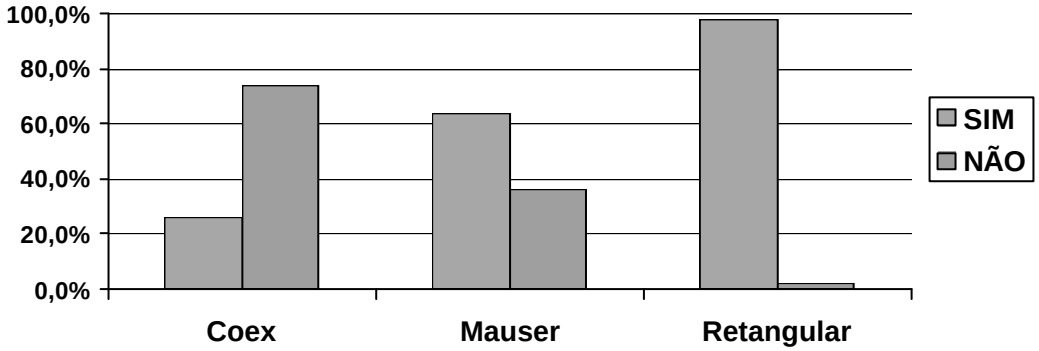


Figura 53 – Gráfico da distribuição segundo se há necessidade de mais apoio (pega) para verter o produto.

Quanto à questão se há necessidade de mais apoio para verter o produto, verifica-se que existe uma associação estatisticamente significativa ($p<0,00001$), isso demonstra que em pelo menos uma das embalagens estudadas existe por parte dos respondentes a necessidade quase unânime de colocação de mais um apoio.

Isto ocorre na embalagem Retangular, onde apenas uma pessoa (2%) acha dispensável que a mesma possua mais pegas. Pode-se afirmar conforme Iida (2005), que a falta de pega no fundo da embalagem dificulta consideravelmente o ato de levantar e verter o produto (Figura 54).

Porém, 64% dos usuários da Mauser e 26% da Coex acham necessário que elas tenham mais pegas, apesar das mesmas já possuírem uma pega no fundo de suas embalagens, este apontamento pode ser um indício de que a pega inferior das mesmas não é suficientemente eficaz e deve sofrer melhorias (Figura 54).

O fato da embalagem Coex ter sido a melhor entre elas neste aspecto, se deve ao detalhe desta possuir um lugar específico, com maior profundidade, para a pega inferior. Por um lado, isso proporciona um apoio mais seguro, porém, assim como a alça, obriga o usuário a verter a embalagem sempre na mesma posição.



Figura 54 - Áreas de pega na parte inferior das embalagens

A Tabela 26 e a Figura 55 mostram os dados com relação à segurança ao manusear as embalagens.

Tabela 26 - Distribuição segundo a opinião sobre a segurança de manusear a embalagem.

	Embalagem		
	Coex	Mauser	Retangular
Escorrega (insegura)	14 28.0%	35 70.0%	47 94.0%
Permite firmeza (segura)	36 72.0%	15 30.0%	3 6.0%
Total	50 100.0%	50 100.0%	50 100.0%

Significativo pelo teste do qui-quadrado p<0,0000

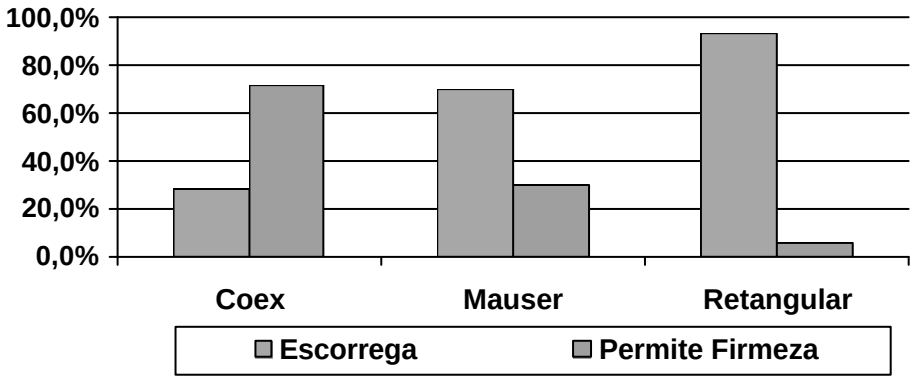


Figura 55 – Gráfico da distribuição segundo a opinião sobre a segurança de manusear a embalagem.

A segurança abordada nesta questão, refere-se à firmeza com a qual o usuário pode manusear a embalagem, se ela escorrega ou não. Todas as embalagens são

desprovidas de textura, o que pode influenciar consideravelmente na força despendida para se segurar um objeto de acordo com Paschoarelli e Coury (2000), uma vez que a presença dela altera o coeficiente de fricção dos dedos ou das mãos com relação à embalagem. Quanto maior o coeficiente de fricção, menor a força empregada (KINOSHITA et al., 1996).

Os respondentes expressaram que a embalagem Coex é a mais segura quanto ao manuseio (72%), pois a mesma possui uma área específica para a pega inferior; já a embalagem Mauser que apresenta apenas uma pequena depressão na sua base, somente 30% a considerou segura. Quanto a embalagem Retangular, esta demonstrou-se mais insegura para os elementos que participaram do estudo, ou seja, 94% a indicaram como insegura quanto ao manuseio, isto talvez se deva ao fato da mesma não possuir nenhuma área de pega inferior.

Na Tabela 27 e Figura 56 pode-se verificar quantos entrevistados sentiram dificuldade para abrir a tampa das embalagens.

Tabela 27 - Distribuição segundo se sentiu alguma dificuldade ao abrir a tampa da embalagem

	Freqüência	Fr. Relativa
SIM	37	74.0%
NÃO	13	26.0%
Total	50	100.0%

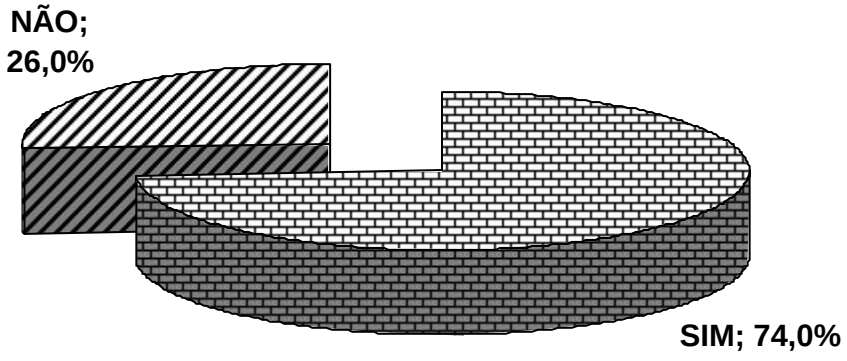


Figura 56 – Gráfico da distribuição segundo se sentiu alguma dificuldade ao abrir a tampa da embalagem.

Antes de comentar este resultado é importante ressaltar que a tampa do tipo *Screw Cap* é a mesma para as três embalagens analisadas.

Dos entrevistados, 74% responderam que sentiram alguma dificuldade ao abrir as tampas. Esta, por ser circular e, portanto, possuir um manejo geométrico, exige maior força para executar a ação, contudo tem uma abrangência maior quanto às dimensões antropométricas dos usuários (IIDA, 2005). Vale destacar aqui que as falanges da ponta dos dedos, segundo Kinoshita et al. (1996), são as que exercem a maior força independente em pegas circulares.

Além do tipo de pega e da forma do manejo, a textura pode ser importante aliada no momento de abrir a tampa de uma embalagem, mas deve-se tomar cuidado com o tipo de textura, o material e onde o produto será utilizado, pois esta pode acumular sujeira e comprometer a higiene (LEWIS; NARAYAN, 1993; PASCHOARELLI; COURY, 2000).

A dificuldade ao abrir a tampa leva muitos usuários a utilizarem ferramentas manuais para alcançarem o objetivo (Figura 58). O uso destas ferramentas não é recomendado, pois pode ocasionar acidentes.

É possível ver nas imagens que há um desvio significativo da posição neutra do punho durante o ato de abertura da tampa (Figura 57). De acordo com Sapién (1996) isto deve ser evitado, pois o desvio ulnar pode prejudicar a força em até 25%, o radial em 20% e a flexão (em relação à posição neutra) pode reduzir a força entre 40-50% (MOGK; KEIR, 2003).

Nicolay e Walker (2005) apontam para o fato de que um produto simétrico funciona igualmente tanto para destros quanto para canhotos, sendo esta uma fundamentação importante para o *design* de tampas.

Por fim, vale ressaltar que existe uma variação considerável quanto à idade dos usuários deste tipo de embalagem, e neste sentido deve-se lembrar que entre os 50 e 60 anos, o homem pode perder até 25% de sua força muscular (GRANDJEAN, 1998).



Figura 57 - Manuseio das tampas das embalagens pesquisadas



Figura 58 - Uso de ferramentas na abertura das tampas

Na Tabela 28 e Figura 59 é possível perceber se o sistema para o rompimento do lacre interno funciona.

Tabela 28 - Distribuição segundo se o sistema para o rompimento do lacre interno funciona

	Freqüência	Fr. Relativa
SIM	4	8.0%
NÃO	46	92.0%
Total	50	100.0%

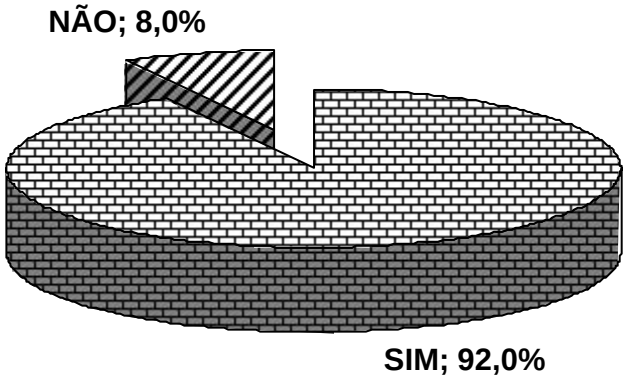


Figura 59 – Gráfico da distribuição segundo se o sistema para o rompimento do lacre interno funciona.

Houve uma parcela de 92% dos usuários que consideraram o sistema para o rompimento do lacre interno ineficaz. Por diversas vezes, o mecanismo existente na tampa só marcou o lacre sem romper sequer uma parte dele. Em outros, deixou rebarbas que foram retiradas com as mãos, forçando o contato do líquido com estas, podendo provocar contaminação no uso real, caso o usuário esteja sem os equipamentos de proteção individual. Houve ainda o caso de usuários que, cientes da ineficácia do sistema de rompimento do lacre interno, já reservaram um objeto para cumprir esta função (Figura 60).



Figura 60 - Tentativas de rompimento do lacre

A Tabela 29 e a Figura 61 demonstram o nível da força necessária para o rompimento do lacre interno da tampa da embalagem.

Tabela 29 - Distribuição segundo a força exigida para o rompimento do lacre interno da tampa da embalagem

	Freqüência	Fr. Relativa
Muita força	47	94.0%
Força Normal	3	6.0%
Total	50	100.0%

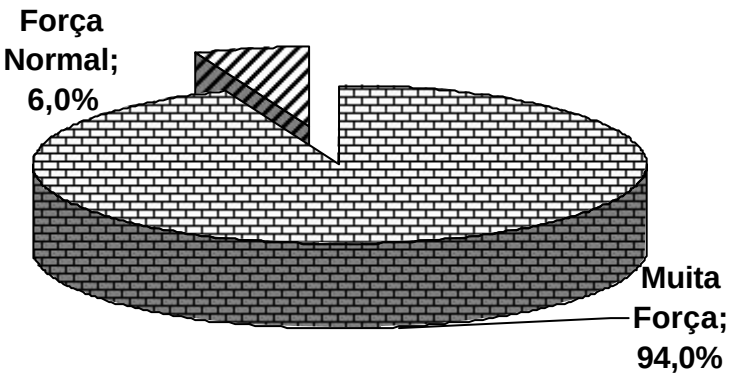


Figura 61 – Gráfico da distribuição segundo a força exigida para o rompimento do lacre interno da embalagem.

Acredita-se que o resultado desta questão, ou seja, 94% afirmarem que fazem muita força, está vinculado à ineficácia do sistema de rompimento do lacre.

A força é empregada no ato de empurrar a tampa sobre o lacre metálico, com o intuito de fazer com que o dispositivo existente na tampa alcance o lacre para rompê-lo. O excesso de força percebido no resultado da pesquisa, justifica-se a princípio pelo tamanho insuficiente deste dispositivo, que deveria recortar a lâmina de metal.

Além deste fato, pode-se observar na Figura 59 que o usuário mantém o pulso fora da posição neutra, o que também exige mais força para executar a tarefa (Figura 62). Como já foi citada, a flexão do pulso gera uma perda de 40% a 50% da força em relação à posição neutra (MOGK; KEIR, 2003).

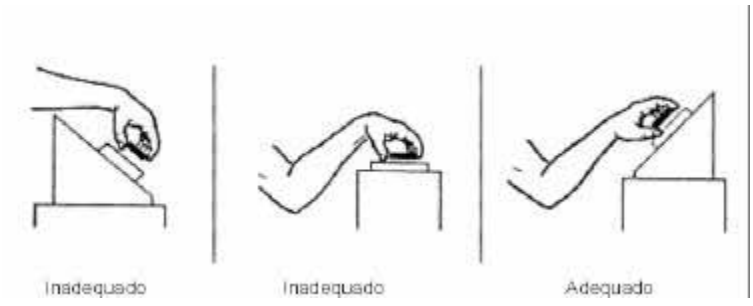


Figura 62 - Posições do pulso inadequadas e adequada
Fonte: (PUTZ-ANDERSON, s.d. apud RIO; PIRES, 2001)

Na Tabela 30 e Figura 63 percebe-se a opinião dos entrevistados quanto ao tamanho da pega da tampa das embalagens.

Tabela 30 - Distribuição segundo a opinião sobre o tamanho da pega da tampa desta embalagem

	Freqüência	Fr. Relativa
Pequena	2	4.0%
Ideal	48	96.0%
Total	50	100.0%

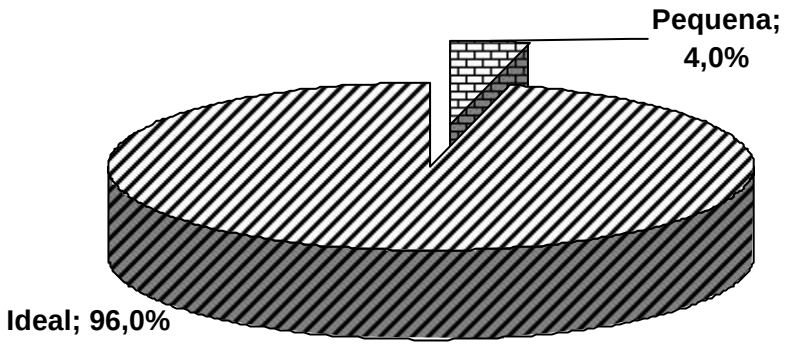


Figura 63 – Gráfico da distribuição segundo a opinião sobre o tamanho da pega da tampa desta embalagem

Dos respondentes, 96% consideram que o tamanho da pega da tampa, que possui diâmetro de 68 mm e altura de 25 mm, é ideal.

Segundo Kinoshita et al. (1996), em um teste com pega circular em objetos com diâmetros de 100, 50 e 75 mm as duas primeiras medidas exigiram um uso maior da força, enquanto a de 75 mm foi a que proporcionou a pega dos cinco dedos sobre o objeto de forma mais natural. Neste sentido justifica-se o resultado obtido na pesquisa.

Vale salientar também que os 25 mm do gargalo de fio contínuo, possibilitam uma maior área de pega, envolvendo as duas primeiras falanges dos dedos, fato este muito positivo para reduzir força durante a ação (KINOSHITA et al., 1996).

Na Tabela 31 e Figura 64 tem-se um panorama sobre quantos

devolvem a embalagem sem a tampa.

Tabela 31- Distribuição segundo se já devolveu a embalagem sem a tampa por tê-la perdido

	Freqüência	Fr. Relativa
SIM	6	12.0%
NÃO	44	88.0%
Total	50	100.0%

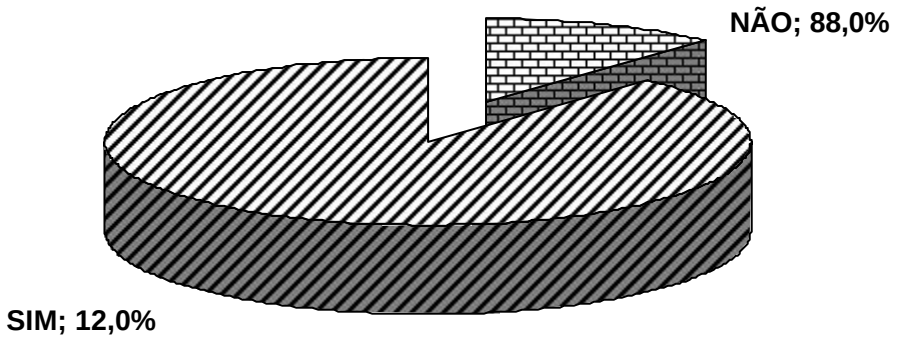


Figura 64 – Gráfico da distribuição segundo se já devolveu a embalagem sem a tampa por tê-la perdido

Somente 06 indivíduos (12%) admitiram já terem devolvido a embalagem sem a tampa.

Esse fato se deve às campanhas para a devolução de embalagens que ensinam sobre como realizar a tríplice lavagem, tampar e armazenar as embalagens em locais adequados até que sejam devolvidas.

Como as embalagens costumam permanecer fechadas após o uso, seja para evitar contaminações causadas por possíveis restos, seja porque nem sempre o conteúdo das embalagens é utilizado de uma só vez e por ser um produto tóxico e caro não costumam deixá-las destampadas, a probabilidade de perder a tampa realmente não é alta.

A Tabela 32 e a Figura 65 demonstram se os entrevistados consideram interessante deixar a tampa unida à embalagem após o seu uso.

Tabela 32 - Distribuição segundo se considera interessante deixar a tampa unida à embalagem após seu uso

	Freqüência	Fr. Relativa
SIM	6	12.0%
NÃO	44	88.0%
Total	50	100.0%

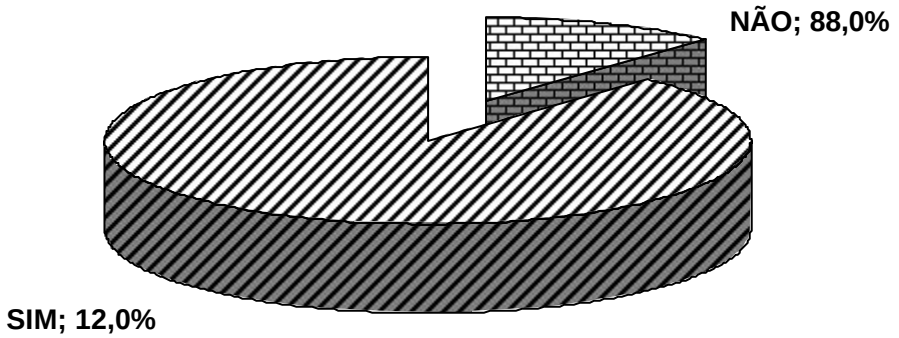


Figura 65 – Gráfico da distribuição segundo se considera interessante deixar a tampa unida à embalagem após seu uso

Devido aos resultados, conclui-se que as respostas desta questão estão diretamente ligadas aos dados da questão anterior, pois como os valores são iguais, onde 88% dos usuários consideram que não precisa deixar a tampa unida à embalagem e somente 12% acham que necessita, supõe-se que as pessoas que gostariam de um sistema que mantivesse a tampa unida à embalagem após o seu uso são as mesmas que admitiram ter perdido a tampa alguma vez.

Caso a porcentagem de respostas positivas a essa pergunta fosse bem superior, isso demonstraria uma real necessidade de projetar um sistema de elo entre a tampa e a embalagem, porque significaria que apesar de 88% dos entrevistados nunca terem perdido a tampa, esse cuidado exige delas algum tipo de esforço. Porém, como o resultado foi igual, deduz-se que as pessoas que nunca perderam a tampa não sentem dificuldade em evitar este fato.

Na Tabela 33 e Figura 66 é possível saber quantos entrevistados usam os equipamentos de proteção individual (EPI's) durante o manuseio das embalagens.

Tabela 33 - Distribuição segundo se costuma utilizar equipamentos de proteção individual ao manusear a embalagem

	Freqüência	Fr. Relativa
SIM	21	42.0%
NÃO	29	58.0%
Total	50	100.0%

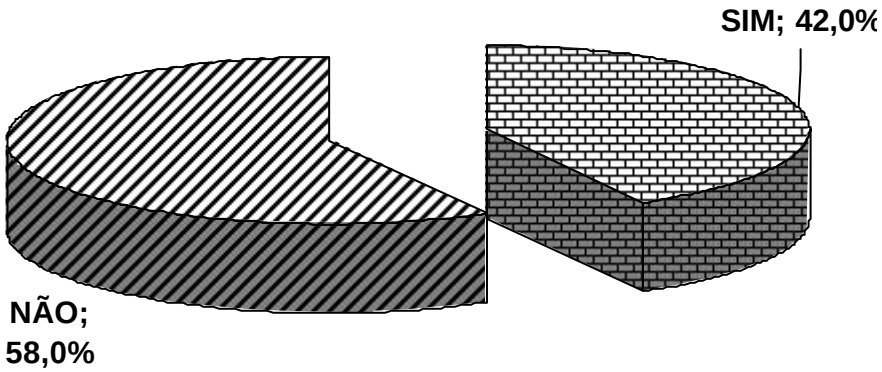


Figura 66 – Gráfico da distribuição segundo se costuma utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) ao manusear a embalagem

Mais da metade dos indivíduos (58%) não usa EPI. Considerando que os produtos são altamente nocivos, essa atitude pode trazer sérias conseqüências à saúde deles.

Observando os dados da Tabela 22, em que 32% afirmam já terem ferido suas mãos ao manusear as embalagens, conclui-se que o uso do EPI é essencial, pois se o agrotóxico em contato com a pele já acarreta danos cumulativos, o contato dele por meio de um ferimento pode potencializar quaisquer efeitos nocivos do mesmo.

A Tabela 34 e a Figura 67 mostram os dados com relação à necessidade dos usuários de visualizar o nível do agrotóxico dentro das embalagens.

Tabela 34 - Distribuição segundo se acha interessante poder visualizar o nível do agrotóxico dentro da embalagem

	Freqüência	Fr. Relativa
SIM	47	94.0%
NÃO	3	6.0%
Total	50	100.0%

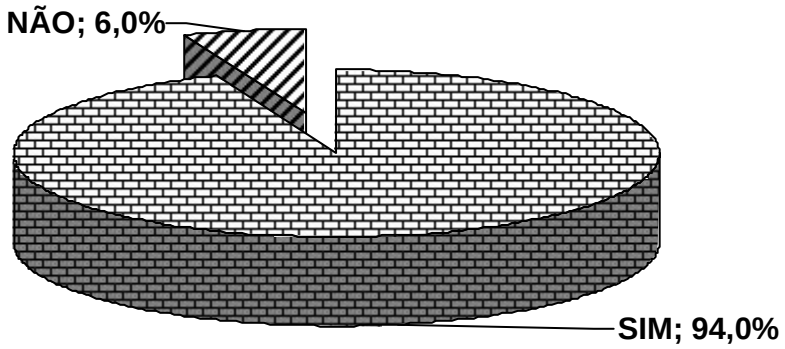


Figura 67 – Gráfico da distribuição segundo se acha interessante poder visualizar o nível do agrotóxico dentro da embalagem

Quase a totalidade das pessoas entrevistadas (94%) gostaria de visualizar o nível de agrotóxico dentro da embalagem.

As embalagens de agrotóxicos são grandes, contendo em torno de 21 a 23 litros cada. Os pequenos agricultores costumam utilizar seu conteúdo em porções menores, de acordo com suas necessidades (Figura 68). Muitas vezes, transferem primeiro o produto para um recipiente como forma de medi-lo, para só então, colocá-lo no pulverizador.

Essa ação aumenta a possibilidade de desperdício e de contato do agrotóxico com o usuário. Sem considerar que a embalagem não foi projetada para que seja utilizada dessa forma, acarretando dificuldades de manuseio e proporcionando posições incorretas do pulso e da coluna.




Figura 68 - Transferência do agrotóxico para um recipiente menor

Na Tabela 35 e Figura 69 tem-se o resultado da preferência dos entrevistados em relação às três embalagens investigadas.

Tabela 35 - Distribuição segundo o tipo de embalagem preferida

	Freqüência	Fr. Relativa
Coex	24	48.0%
Mauser	4	8.0%
Retangular	22	44.0%
Total	50	100.0%

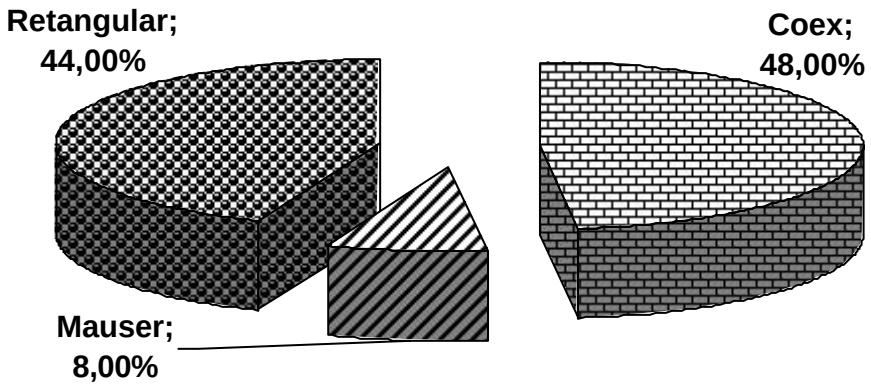


Figura 69 – Gráfico da distribuição segundo o tipo de embalagem preferida

Houve praticamente o mesmo percentual entre a embalagem Coex e a Retangular, tendo 48% e 44% de votos, respectivamente.

A embalagem Coex (Figura 70) possui um bom sistema de empunhadura, pois é flexível e confere liberdade ao usuário, contém pega auxiliar no fundo, característica esta fundamental no momento de despejar o produto. Um aspecto não favorável, segundo os entrevistados, é o fato de conter muitas reentrâncias destinadas ao encaixe no armazenamento, o que facilita o desperdício de produto e prejudica a tríplice lavagem. Outro ponto negativo indicado por eles é não possuir afunilamento na parte da boca, o que dificulta o escoamento do produto.



Figura 70 - Detalhes formais da embalagem Coex

Já o resultado positivo quanto à embalagem Retangular (Figura 71) se deve ao fato desta possuir o bico afunilado, apresentar dimensões adequadas da pega e quase não ter reentrâncias, facilitando o escoamento do agrotóxico. Apesar destes pontos favoráveis, vale ressaltar que a ausência de pega no fundo desta embalagem foi um item de insatisfação dos usuários.



Figura 71 - Detalhes formais da embalagem Retangular

A embalagem Mauser (Figura 72) foi indicada somente por 8% dos respondentes, mesmo tendo a pega inferior e permitindo o empilhamento das embalagens. Porém, justamente por ser projetada para permitir o empilhamento, sua alça está no nível da embalagem, o que prejudica a pega. Portanto, é mais importante para o usuário a facilidade de manuseio da embalagem do que o seu empilhamento.



Figura 72 - Detalhes formais da embalagem Mauser

A Tabela 36 aponta sugestões dos entrevistados quanto à usabilidade das três embalagens.

Tabela 36 - Distribuição segundo sugestões com relação às embalagens

	Coex	Mauser	Retangular	Total
Aumentar a borda e o pino da tampa	1	3	3	7
	2,3%	7,3%	6,4%	5,3%
Alça superior mais larga	0	1	0	1
	0,0%	2,4%	0,0%	0,8%
Visor para medição do nível do agrotóxico	1	3	2	6
	2,3%	7,3%	4,3%	4,5%
Alça flexível e giratória	1	2	2	5
	2,3%	4,9%	4,3%	3,8%
Mais cola entre o papelão e a tampa	1	1	0	2
	2,3%	2,4%	0,0%	1,5%
Bico mais alto	6	8	10	24
	13,6%	19,5%	21,3%	18,2%
Bico para puxar em forma de funil	5	0	3	8
	11,4%	0,0%	6,4%	6,1%
Pega na parte inferior da embalagem	9	12	10	31
	20,5%	29,3%	21,3%	23,5%
Colocação de respiro	3	3	3	9

	6,8%	7,3%	6,4%	6,8%
Borracha na tampa para vedar a embalagem	4	2	2	8
	9,1%	4,9%	4,3%	6,1%
Pino no formato de fisga	1	0	2	3
	2,3%	0,0%	4,3%	2,3%
Orelha de alumínio para puxar	1	1	2	4
	2,3%	2,4%	4,3%	3,0%
Colocar instrução na tampa para saber usá-la para cortar o lacre	1	0	1	2
	2,3%	0,0%	2,1%	1,5%
Pega na transversal e giratória	1	0	3	4
	2,3%	0,0%	6,4%	3,0%
Pega da tampa mais afastada da embalagem para não raspar a mão ao abrir a embalagem	1	1	0	2
	2,3%	2,4%	0,0%	1,5%
Tirar a costura perto da pega	2	0	0	2
	4,5%	0,0%	0,0%	1,5%
Outras sugestões	6	4	4	14
	13,6%	9,8%	8,5%	10,6%
Total	44	41	47	132
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

A Tabela 37 detalha o item da Tabela 36 "Outras sugestões".

Tabela 37 – Distribuição segundo outras sugestões

	Coex	Mauser	Retangular	Total
Apoio p/ polegar na lateral da embalagem	-	1	-	1
Aprofundar a lateral para pega	-	-	1	1
Aumentar as ranhuras da tampa para aumentar o atrito entre a mão e a tampa	-	1	-	1
Colocar duas pontas para romper o lacre	-	1	-	1
Fazer no formato retangular (melhora manuseio)	1	-	-	1
Lacre melhor da tampa	-	1	-	1
Papelão ficar com a tampa p/ vedar depois a embalagem	1	-	-	1
Papelão na tampa ser plastificado para não esfarelar (ao vedar a embalagem)	1	-	-	1
Peça encaixada na embalagem para cortar o lacre, pois a ponta mais alta pode machucar para abrir	-	-	1	1
Tirar saliências da parte superior	1	-	-	1
Visor de pelo menos 1 cm de largura	1	-	-	1
Não informaram	-	-	2	2
Total	5	4	2	13

Conclui-se, portanto, que as Tabelas 36 e 37 contêm todas as sugestões indicadas pelos usuários que participaram da pesquisa. Estas deverão ser consideradas durante o desenvolvimento do Guia de Parâmetros Ergonômicos.

Nas Tabelas 38 e 39 pode-se observar uma síntese dos pontos negativos em relação aos aspectos ergonômicos de usabilidade das 03 embalagens estudadas.

Tabela 38 – Síntese percentual dos aspectos negativos em relação à cada embalagem

Aspectos Negativos em relação a cada embalagem	Coex	Mauser	Retangular
Desconforto ao pegar a embalagem	32	52	16
O vão da pega da embalagem é estreito para a mão	36	12	4
Inadequação da posição da pega da embalagem	18	52	18
Dificuldade para levantar e tombar a embalagem	30	76	90
Necessidade de mais apoio (pega) para verter o produto	26	64	98
Insegurança ao manusear a embalagem	28	70	94

Tabela 39 – Síntese dos aspectos negativos em relação às três embalagens

Aspectos Negativos em relação às 03 embalagens	Porcentagem de Usuários
Dificuldade para abrir a tampa da embalagem	74
Ineficácia do sistema para o rompimento do lacre interno	92
Muita força para o rompimento do lacre interno	94
Insatisfação quanto à não visualização do agrotóxico dentro da embalagem	94
Equipamento de Proteção Individual (EPI) não é usado	58

A seguir serão apresentadas, na Tabela 40, as diretrizes básicas fornecidas pela pesquisa de campo, as quais serão primordiais para o Guia de Parâmetros Ergonômicos.

Tabela 40 – Diretrizes básicas da pesquisa de campo para o Guia

TÓPICO	DIRETRIZES BÁSICAS DA PESQUISA DE CAMPO PARA O GUIA
Posições da pega	não deve exigir a flexão ou desvio do punho; deve permitir a inclinação e/ou a torção; estar destacada da embalagem e não embutida nesta.
Dimensões da pega	o vão livre da pega de maior conforto foi 105 mm de largura e 38

	mm de altura; a medida da seção da pega de 30 mm de largura e 20 mm de altura proporcionou conforto aos entrevistados.
Formato da pega	não deve apresentar canto vivo.
Tampa	apresentar textura para aumentar a fricção entre produto e mão; estar destacada da embalagem e não embutida nesta; não pode estar colada ao lacre; as dimensões de 68 mm de diâmetro e 25 mm de altura agradaram aos entrevistados.
Lacre	criar uma aba no lacre de alumínio para facilitar a sua retirada; usar um material plástico ao invés do papelão, o qual esfarela com o tempo e causa o entupimento dos bicos do pulverizador; aumentar o pino para o rompimento do lacre.
Levantar e tombar a embalagem	a pega na parte inferior da embalagem é essencial e deve estar ao redor de toda a base para não limitar a área de pega;
Ferimento	deve-se evitar costura a quente próximo da área de pega; o lacre não pode deixar rebarbas.
Visualização do nível do agrotóxico	este item é essencial, principalmente para os pequenos e médios produtores rurais, que costumam não usar os 20 litros de agrotóxico em uma única aplicação.
Tríplice lavagem	evitar as reentrâncias para não haver acúmulo do produto; o bico afunilado colabora consideravelmente para o escoamento do conteúdo da embalagem.

5.2 Produto final

O Guia de Parâmetros Ergonômicos para as indústrias fabricantes de embalagens plásticas para agrotóxicos, elaborado com base nos dados levantados na Revisão de Literatura e na Pesquisa de Campo pode ser observado em sequência.

É importante salientar antes de apresentar o Guia, que este tem por objetivo informar os *designers* de embalagens plásticas para agrotóxicos, além de facilitar e agilizar a consulta de informações ergonômicas para o desenvolvimento dos projetos destes produtos.

Um outro fator relevante a ser destacado quanto ao produto final desta tese, é que todo o Guia foi planejado de acordo com os princípios ergonômicos, como pode ser visto a seguir:

uso da monocromia (preto e branco), a qual fornece um contraste de 78%, contribuindo para a legibilidade do documento sem provocar fadiga visual;

aplicação da tipografia levemente serifada Berlin Sans Fbdemi para os títulos, e da tipografia serifada Roman Serif, com corpo 12 para os blocos de texto, buscando desta maneira uma melhor leiturabilidade para o documento;

uso de tons diferenciados de cinza para os tópicos do texto de acordo com o sumário fortalecendo a unidade visual;

identificação dos assuntos em todas as laterais das páginas contribuindo para localiza-los no documento;

diferenciação do tom e tamanho do detalhe criado nas laterais das páginas ajudando na busca do assunto;

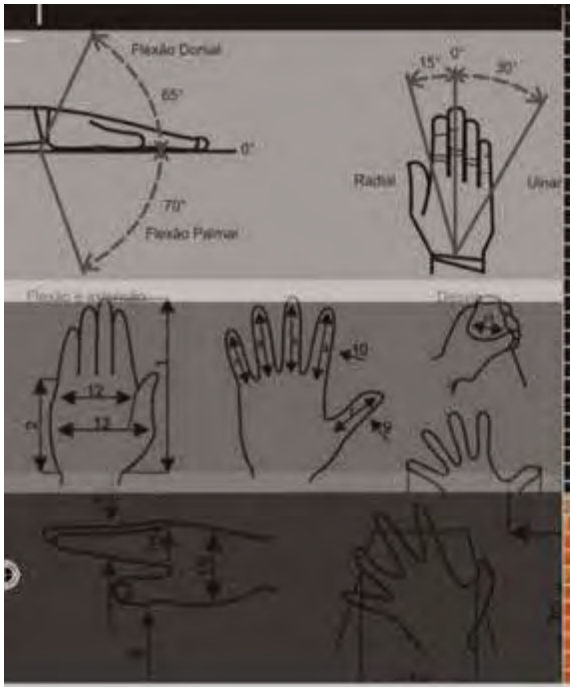
utilização de linhas cinza e branca nas tabelas agilizando a busca das informações;

encadernação na parte superior do Guia permitindo que o mesmo fique posicionado em pé ao lado do projetista, ajudando no momento da consulta dos dados;

unidade visual obtida por meio das imagens e tonalidades de cinza fortalecendo o Projeto

Gráfico.

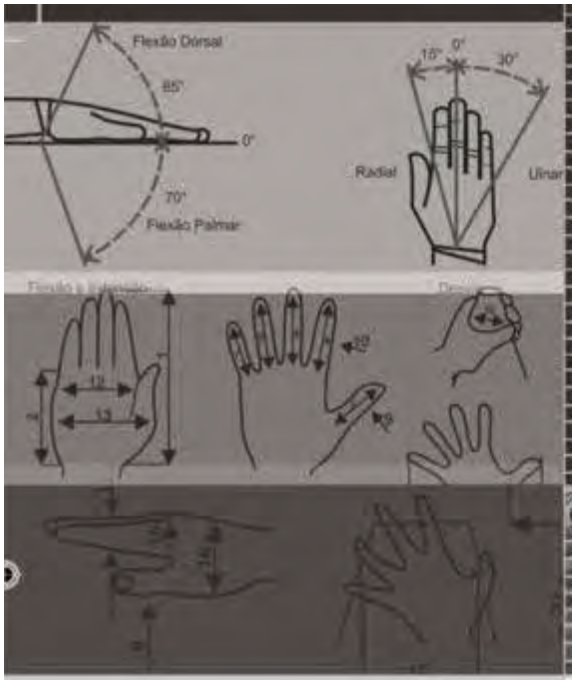
Enfim, todos os detalhes deste “Guia de Parâmetros Ergonômicos para as Indústrias fabricantes de Embalagens Plásticas para Agrotóxicos” foram projetados com base nos fatores ergonômicos de forma a garantir praticidade, conforto visual e prazer no uso deste documento pelos *designers* de embalagens.



GUIA



Parâmetros ergonômicos para indústrias fabricantes de embalagens plásticas para agrotóxicos



GUIA



Parâmetros ergonômicos para indústrias fabricantes de embalagens plásticas para agrotóxicos

Cristiane Affonso de Almeida Zerbetto

Orientador: Doutor João Eduardo Guarnetti dos Santos

2007

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 04

1 MANEJO 07
1.1 TIPOS DE MANEJO 07
1.2 TIPOS DE EMPUNHADURA 09
1.3 FORMAS DE EMPUNHADURA 11

2 BIOMECÂNICA 14
2.1 POSTURAS 14
2.2 FORÇA 15

3 ANTROPOMETRIA 19

4 USABILIDADE 28

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47

GLOSSÁRIO 51

INTRODUÇÃO

Este Guia tem por objetivo disponibilizar importantes dados ergonômicos, porém de uma forma prática e sistemática, aos profissionais das indústrias de desenvolvimento de Embalagens Plásticas para Agrotóxicos.

Anteriormente à apresentação dos Parâmetros Ergonômicos faremos uma breve explanação dos conceitos sobre Ergonomia, até mesmo para entendermos a importância e relevância da sua aplicação nos projetos de produtos destinados aos seres humanos.

A Ergonomia é considerada por Iida (2005) como uma ciência que tem o objetivo de estudar o relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente e, particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desta relação (ver Figura 1).



Figura 1 - Desenho esquemático do conceito de Ergonomia

Contudo, deve-se observar as colocações de Righi et al (2005, p. 3), onde aponta-se para o fato de que a Ergonomia não é uma atividade de índole executiva, a mesma busca estabelecer parâmetros para os projetos, onde serão solucionados os problemas detectados por ela. Enfim, esta ciência é considerada "...uma 'atividade-meio' que não se contrapõe, mas que também não se sobrepõe às atividades executivas e/ou projetuais. Seu melhor papel é o de contribuir para que o ser humano (com suas particularidades) seja considerado como ator nas decisões a serem tomadas no processo de projeto."

Pheasant (1988) sintetiza o enfoque ergonômico do design dizendo que se um objeto, um sistema ou um ambiente é elaborado para o homem, seu design deve estar embasado nas características físicas e mentais deste, chegando a um resultado que permita ao mesmo facilidade de uso, conforto, saúde, segurança e qualidade de vida (ver Figura 2).

Por fim, pode-se dizer que não adiantaria a existência da Ergonomia e dos Ergonomistas, se efetivamente não ocorressem as Ações Ergonômicas nos projetos de produtos, as quais proporcionam as melhorias necessárias ao homem no campo de trabalho.



Figura 2 - Estação de trabalho projetado para o homem


capítulo 1
manejo

1. MANEJO

Dentre os conhecimentos que a Ergonomia detém está o manejo, o qual é considerado como a forma de contato estabelecida entre o homem e o produto, por meio dos membros superiores ou inferiores, executando assim a ação de comando para a realização da tarefa (IIDA, 1998).

1.1 TIPOS DE MANEJO

Segundo Iida (1998) os manejos se classificam em fino e grosseiro.

Manejo Fino: executado pelas pontas dos dedos, fornecendo grande precisão e velocidade aos movimentos, com pouca força transmitida. Este tipo de manejo é indicado para as tarefas mais delicadas que exigem maior precisão (ver Figura 3). O uso repetitivo do manejo fino acaba criando uma fricção nos tendões que movimentam o dedo polegar, e se este manejo exigir à flexão



Figura 3 - Exemplos de manejo fino

do pulso a tarefa pode se tornar extremamente fadigante (SAPIÉN, 1996).

OBSERVAÇÃO: caso se mantenha este tipo de vedação para a embalagem (ver Figura 3), seria necessário criar uma aba no lacre de proteção para aumentar a área de pega no manejo fino, proporcionando maior firmeza à ação.

Figura 4A - Exemplo de manejo grosseiro



Manejo Grosseiro: é aquele onde os dedos apenas seguram o objeto, enquanto o movimento é executado pelo punho e braço (ver Figura 4 A e B). Este tipo de manejo é indicado quando se necessita de grande força, com velocidade e precisão reduzidas.



Figura 4B - Exemplo de manejo grosseiro

OBSERVAÇÃO: mesmo com o manejo grosseiro que proporciona mais força à ação, é necessário que a tampa fique saliente à embalagem e não embutida nesta, pois isto dificulta a tarefa; deve-se também desenvolver uma inclinação na tampa que evite a flexão dorsal do pulso, pois este fato reduz a força de pega em 40% a 50% (MOGK; KEIR, 2005).

1.2 TIPOS DE EMPUNHADURA

Cutkosky e Wright (1986 apud KINOSHITA et al., 1996), dividiram o manejo realizado por pressão com múltiplos dedos em duas grandes categorias, a empunhadura circular e a prismática.

Empunhadura Circular: envolve discos, esferas e modelos de pega com o mínimo de três dedos (tripé), onde o dedo polegar e os outros dedos são dispostos radialmente em torno do objeto (ver Figura 5).



Figura 5 - Exemplos de empunhadura circular

Com relação à empunhadura circular deve-se destacar que os dedos não são dispostos equidistantemente, como pode ser visto na Figura 6.

Este dado deve ser observado ao definir as áreas de pega ou texturas neste tipo de empunhadura.

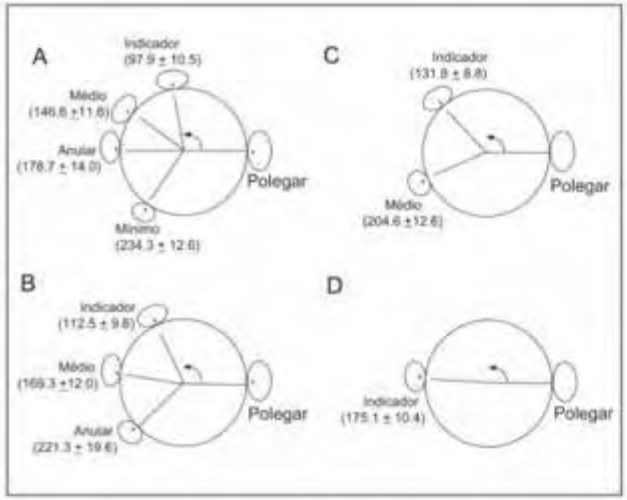


Figura 6 - Angulação radial entre os dedos da mão
Fonte: (KINOSHITA et al., 1996)

Empunhadura Prismática: são as pegas onde o dedo polegar opõe-se aos demais ao segurar os objetos (ver Figura 7).



Figura 7 - Exemplos de empunhadura prismática

1.3 FORMAS DE EMPUNHADURA

Segundo Iida (1998) existem basicamente dois tipos de formas de empunhadura, o geométrico e o antropomorfo.

Geométrico: este se assemelha a uma figura geométrica regular, proporcionando menor superfície de contato com as mãos (ver Figura 8).

➽ **vantagem**: permite maiores variações de pega, sem sofrer demasiadamente as conseqüências das variações individuais das medidas antropométricas.
➽ **desvantagem:** ocasiona alguns pontos de tensão na mão e transmite menos força.
➽ **deve ser usado:**
• quando não se necessita de muita força;
• quando a empunhadura exige um período mais longo de ação;
• quando a variação antropométrica entre os indivíduos for grande (Ex: crianças e adultos usam o produto).



Figura 8 - Exemplos do manejo geométrico

Antropomorfo: este caracteriza-se por apresentar uma superfície irregular, a qual irá se conformar com a parte do corpo em contato com o mesmo (ver Figura 9).

➽ **vantagem**: maior superfície de contato, maior firmeza de pega, transmite maiores forças, com menor concentração de tensões em relação ao manejo anterior.

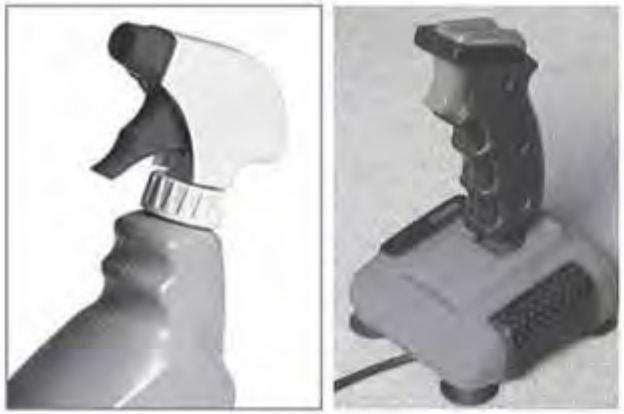


Figura 9 - Exemplos de manejo antropomorfo

➽ **desvantagem:** limita a pega a uma ou duas posições, podendo gerar fadiga para um trabalho prolongado, exigindo apenas uma pequena variação das medidas antropométricas dos usuários envolvidos.

Alguns autores recomendam a pega antropomorfa apenas quando o uso do equipamento for para um perfil de usuários que não apresenta discrepância nas medidas antropométricas.

Caso contrário, este formato de pega pode prejudicar o controle da ação desenvolvida, reduzindo a força quando os dedos ficam afastados; ou se estes forem maiores do que o espaço destinado a eles, podem sofrer força compressiva nas suas laterais, por onde passam inúmeros nervos e veias, causando fadiga ao usuário (LEWIS; NARAYAN, 1993; PECE, 1995).

➽ **deve ser usado:**

- quando se necessita de muita força;
- quando a empunhadura não exige um período longo de ação;
- quando a variação antropométrica entre os indivíduos for pequena.


capítulo 2
biomecânica

2. BIOMECÂNICA

A biomecânica, segundo Iida (1998), trata da relação do homem em seu trabalho, relacionando os movimentos dos músculos-esqueléticos envolvidos e suas conseqüências. Neste sentido, as posturas assumidas e as forças despendidas durante a execução da tarefa ficarão sob a responsabilidade desta área do conhecimento (ver Figura 10).

Figura 10 - Biomecânica



2.1 POSTURAS

Dentre os parâmetros biomecânicos relacionados à mão estão as posturas assumidas entre esta, o punho e o antebraço (PASCHOARELLI; COURY, 2000).

Vale destacar para este guia a flexão dorsal e palmar, e o desvio radial e ulnar (punho) (PANERO; ZELNIK, 1987) (ver Figura 11).

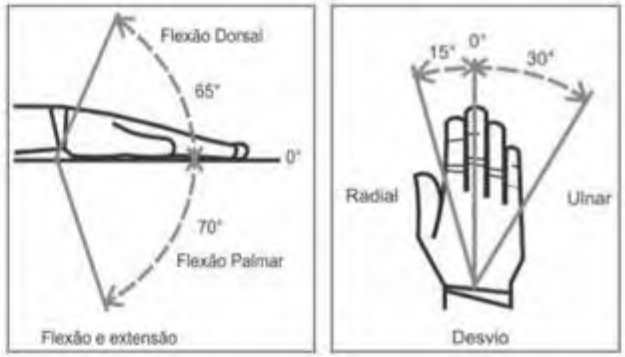


Figura 11 - Representação de movimentos relacionados à mão/punho

2.2 FORÇA

A força de aperto da mulher é:
- 2/3 da dos homens (KONZ, 1979 apud PASCHOARELLI; COURY, 2000);
- 30% da dos homens (GRANDJEAN, 1998);
- 50% da dos homens na faixa etária dos 20 aos 30 anos (LEHMKUHL; SMITH, 1987 apud PASCHOARELLI; COURY, 2000) (ver Figura 12).



Figura 12 - Diferença de força entre homem e mulher

Quanto à força de preensão (ver Figura 13):
- mulheres: próxima a 24,57 Kgf;
- homens: próxima a 48,68 Kgf.



Figura 13 - Força de preensão

Sperling et al. (1993) diz que ao se comparar mulheres mais velhas com pequenas dimensões corpóreas, com homens mais novos que possuem grandes dimensões, a diferença da força de preensão fica entre 100 a 150%.

O ponto máximo da força muscular dos ho-

mens e mulheres ocorre na faixa etária dos 25 aos 35 anos, e quando estas pessoas chegam à faixa dos 50 até os 60 anos, a perda da força máxima original alcança os 25% (GRANDJEAN, 1998).

Neste sentido é fundamental que a embalagem tenha um desenho apropriado quanto aos aspectos ergonômicos, para amenizar esta perda das pessoas mais idosas, sabendo que muitas vezes estes indivíduos ainda trabalham no campo utilizando as embalagens para agrotóxicos.

De acordo com Kinoshita et al. (1996), é necessário mais força para as pegas prismáticas do que para as pegas circulares; a explicação deste apontamento se deve ao fato de que nas pegas prismáticas está envolvida apenas a área da polpa da falange distal, enquanto para a pega circular estão envolvidas a área da polpa da falange distal e a área da polpa da falange média, aumentando portanto a área de contato de pega. É sabido que quanto maior a área de contato entre a mão e o produto, maior a fricção entre eles e, portanto, menor a força despendida.

Pega Circular: os dedos polegar, anular e mínimo fazem a maior parte do trabalho na geração de força, contabilizando cerca de 80% da força total (ver Figura 14).



Figura 14 - Dedos polegar, anular e mínimo na pega circular

Pega Prismática: os dedos polegar, indicador e médio fazem a maior parte do trabalho na geração de força (ver Figura 15).



Figura 15 - Dedos polegar, indicador e médio na pega prismática

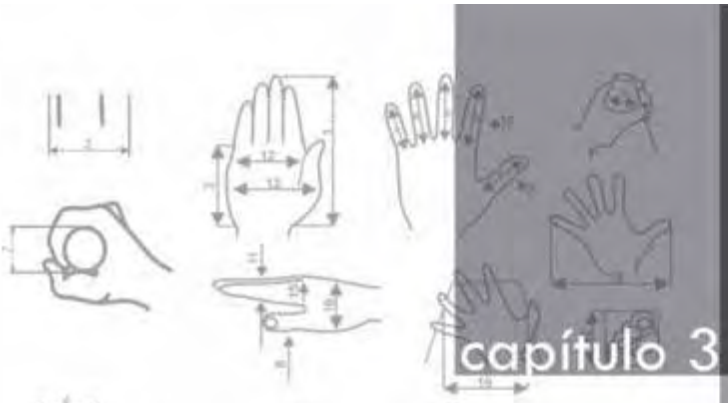
Estes dados são importantes no momento de se definir as áreas de texturas ou depressões nas empunhaduras das embalagens.

Um outro ponto a ser destacado em relação a este tópico é que a mão exerce maior força quando em flexão do que em extensão (JUNG; HALLBECK, 2005) (ver Figura 16).



Figura 16 - Exemplos da mão em flexão e extensão respectivamente

Para concluir este assunto podemos dizer que o desenho da pega do produto pode contribuir consideravelmente para amenizar a força exercida pelo usuário. Por exemplo, ao se utilizar um produto que apresente uma pega antropomorfa, um manejo grosseiro, textura na área de pega e um material com um coeficiente de fricção mais elevado, consequentemente, este exigirá uma menor força das musculaturas envolvidas na ação.



capítulo 3



antropometria

1.3 ANTROPOMETRIA

Roebuck (1995) refere-se à antropometria como sendo uma ciência da arte da aplicação das medidas, a qual estabelece uma relação entre a geometria física e as propriedades de massa do ser humano.

O autor ainda faz uma importante colocação, que as principais questões antropométricas vinculadas aos produtos que sofrem empunhadura são: forma, tamanho e as capacidades dimensionais dos dedos, palma da mão e pulso. Relacionado a este ponto, Eksioglu (2005) chama atenção que para determinar a capacidade de força de pega, para projetar produtos que proporcionem maior eficiência no uso das mãos e braços, para reduzir as lesões, é fundamental conhecer as dimensões das mãos da população.

A seguir serão apresentados alguns dados que poderão servir de referência no dimensionamento das novas embalagens.

A Tabela 1 e a Figura 17 referem-se aos dados da população adulta inglesa, apresentada por Pheasant (1988).

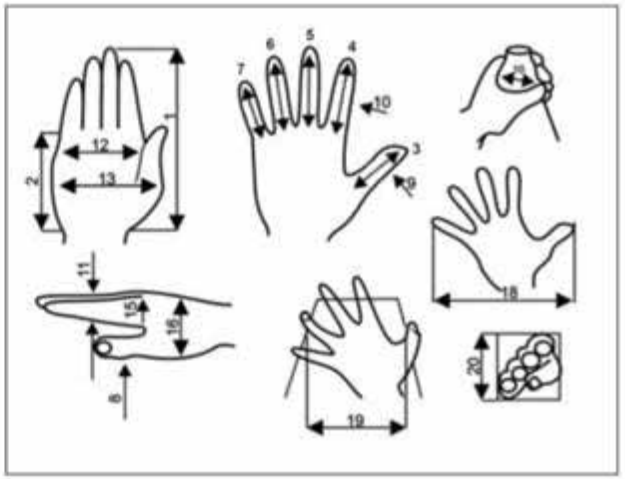


Figura 17 - Variáveis antropométricas das mãos
Fonte: (PHEASANT, 1988)

Tabela 1: Estimativa antropométrica das mãos. notas: A – IPJ é a junta interfalangeal, i.e. a articulação entre os dois dedos do polegar; B – PIPJ é a junta interfalangeal proximal; C - como a dimensão 12, exceto quando a palma da mão é contraída ao mínimo; D – medida do movimento da mão sobre um cone graduado unindo pelo toque o polegar com o dedo médio; E – medida ao apertar um plano de madeira em cunha com a extremidade final dos segmentos do polegar e toque dos dedos; F – o lado da menor abertura equivalente através da qual a mão pode passar

Dados antropométricos em mm	HOMENS				MULHERES			
VARIÁVEIS	5%	50%	95%	d.p.	5%	50%	95%	d.p.
1. Comprimento da mão	173	189	205	10	159	174	189	9
2. Comprimento da palma	98	107	116	6	89	97	105	5
3. Comprimento do polegar	44	51	58	4	40	47	53	4
4. Comprimento do indicador	64	72	79	5	60	67	74	4
5. Comprimento do médio	76	83	90	5	69	77	84	5
6. Comprimento do anular	65	72	80	4	59	66	73	4
7. Comprimento do mínimo	48	55	63	4	43	50	57	4
8. Largura do polegar (IPJ) A	20	23	26	2	17	19	21	2
9. Espessura do polegar (IPJ)	19	22	24	2	15	18	20	2
10. Largura do dedo indicador (PIPJ) B	19	21	23	1	16	18	20	1
11. Espessura do dedo indicador (PIPJ)	17	19	21	1	14	16	18	1
12. Largura da mão (metacarpal)	78	87	95	5	69	76	83	4
13. Largura da mão (no polegar)	97	105	114	5	84	92	99	5

Continuação da Tabela 1

Dados antropométricos em mm	HOMENS				MULHERES			
VARIÁVEIS	5%	50%	95%	d.p.	5%	50%	95%	d.p.
14. Largura da mão (no mínimo) C	71	81	91	6	63	71	79	5
15. Espessura da mão (metacarpal)	27	33	38	3	24	28	33	3
16. Espessura da mão (com o polegar)	44	51	58	4	40	45	50	3
17. Diâmetro máximo da pega D	45	52	59	4	43	48	53	3
18. Abertura máxima	178	206	234	17	165	190	215	15
19. Abertura funcional máxima E	122	142	162	12	109	127	145	11
20. Mínimo quadro de acesso F	56	66	76	6	50	58	67	5

Fonte: (PHEASANT, 1988)

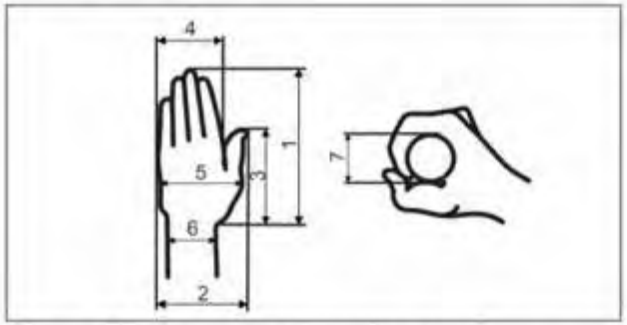


Figura 18 - Antropometria estática das mãos
Fonte: (IIDA, 1998)

Iida (1998) mostra as dimensões da antropometria estática das mãos, segundo a norma alemã DIN 33402 de 1981 (ver Tabela 2 e Figura 18).

Os dados disponíveis na Tabela 3 tratam da dimensão da mão estendida.

A Tabela 4 foi fornecida por Jürgens (1973 apud GRANDJEAN, 1998), a qual representa o universo de 8.000 homens de 20 anos e mulheres que foram selecionadas ao acaso para as medições (ver Figura 19).

Tabela 2 – Medidas da mão

MEDIDAS DE ANTROPOMETRIA ESTÁTICA (cm)	Mulheres			Homens		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
1. Comprimento da mão	15,9	17,4	19,0	17,0	18,6	20,1
2. Largura da mão	8,2	9,2	10,1	9,8	10,7	11,6
3. Comprimento da palma da mão	9,1	10,0	10,8	10,1	10,9	11,7
4. Largura da palma da mão	7,2	8,0	8,5	7,8	8,5	9,3
5. Circunferência da palma	17,6	19,2	20,7	19,5	21,0	22,9
6. Circunferência do pulso	14,6	16,0	17,7	16,1	17,6	18,9
7. Cilindro de pega máxima ⌀	10,8	13,0	15,7	11,9	13,8	15,4

Fonte: (IIDA, 1998, p. 119)

Tabela 3 - Medidas da mão estendida

Tamanho da Mão	Percentil	Mulher (mm)	Homem (mm)
Pequena	5-30	160,0-159,8	175,0-186,0
Média	30-70	169,8-180,3	186,0-196,3
Grande	70-95	180,3-190,0	196,3-205,0

Fonte: (KONG; LOWE, 2005)

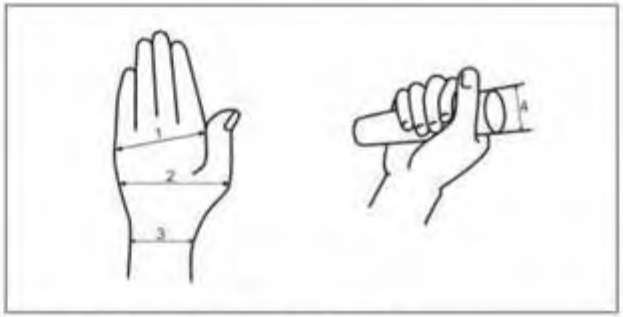


Figura 19 - Medidas da tabela 4
Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

Tabela 4 – Medidas da mão de parte da população alemã

Número Medida	Medida Antropométrica	Homens		Mulheres	
		Média	LC 90%	Média	LC 90%
1	Perímetro da mão	21,1	19,3-23,0	18,7	17,5-20,1
2	Largura da mão	10,6	9,8-11,1	-	-
3	Perímetro do punho	17,1	15,5-18,8	16,1	14,3-17,9
4	Perímetro de "pega" (anel formado pelo polegar e indicador)	13,4	12,0-15,3	-	-

Fonte: (GRANDJEAN, 1998)

Tabela 5 – Medidas da mão dominante

	Mulheres (n = 33) Média ± SD (Min–Máx)	Homens (n = 17) Média ± SD (Min–Máx)
Largura da palma (cm)a	7,8 ± 0,4 (6,8–8,8)	8,9 ± 0,6 (7,2–10,0)
Comprimento da palma (cm)a	10,1 ± 0,5 (9,2–11,2)	11,0 ± 0,5 (9,9–12,2)
Comprimento do dedo (cm)a	7,1 ± 0,5 (5,7–8,5)	7,4 ± 0,5 (6,6–8,3)

Fonte: (NICOLAY; WALKER, 2005)

Tabela 6 – Estimativa antropométrica (em mm) das mãos dos brasileiros

Dados antropométricos em mm	Dados gerais			
Variáveis	5%	50%	95%	d.p.
1. Comprimento do centro da base palmar à base do mínimo	81	91	100	-
2. Comprimento do centro da base palmar à base do anular	89	99	110	-
3. Comprimento do centro da base palmar à base do médio	93	104	115	-
4. Comprimento do centro da base palmar à base do indicador	95	105	117	-
5. Comprimento do centro da base palmar à base do polegar	69	77	87	-
6. Comprimento do centro da base palmar ao extremo do polegar	116	130	144	-
7. Comprimento do mínimo	50	58	66	-
8. Comprimento da primeira e segunda falange do mínimo	27	33	39	-
9. Comprimento da primeira falange do mínimo	14	18	22	-
10. Comprimento do anular	63	72	81	-
11. Comprimento do médio	67	76	86	-
12. Comprimento da primeira e segunda falange do médio	42	49	57	-
13. Comprimento da primeira falange do médio	21	25	30	-
14. Comprimento do indicador	61	69	78	-
15. Comprimento entre base do indicador e base do polegar	33	39	48	-
16. Comprimento do polegar	55	62	71	-
17. Comprimento da primeira falange do polegar	25	31	38	-

Continuação da Tabela 6

Dados antropométricos em mm	Dados gerais			
Variáveis	5%	50%	95%	d.p.
18. Largura na articulação entre a primeira e a segunda falange do mínimo	14	16	19	-
19. Largura na articulação entre a primeira e a segunda falange do anular	16	18	21	-
20. Largura na articulação entre a primeira e a segunda falange do médio	17	20	23	-
21. Largura na articulação entre a segunda e a terceira falange do médio	15	17	20	-
22. Largura na articulação entre a primeira e a segunda falange do indicador	17	20	22	-
23. Largura da palma na base dos ossos da primeira falange dos dedos	75	85	94	-
24. Largura do punho	52	59	66	-
25. Altura (maior) da mão entre a face palmar e a dorsal	41	50	59	-
26. Altura da articulação entre a primeira e a segunda falange do polegar	16	19	22	-
27. Altura da articulação entre a primeira e a segunda falange do médio	16	10	22	-
28. Altura da articulação na primeira falange do médio	25	30	35	-
29. Largura na articulação entre a primeira e a segunda falange do polegar	20	23	27	-
30. Comprimento da articulação (dorsal) à extremidade do médio a 90°	97	108	120	-
31. Comprimento do dorso da mão (médio a 90°)	76	88	102	-
32. Diâmetro da empunhadura, com o toque do polegar com indicador	34	39	43	-

Fonte: (LBDI, s.d. apud PASCHOARELLI; COURY, 2000)

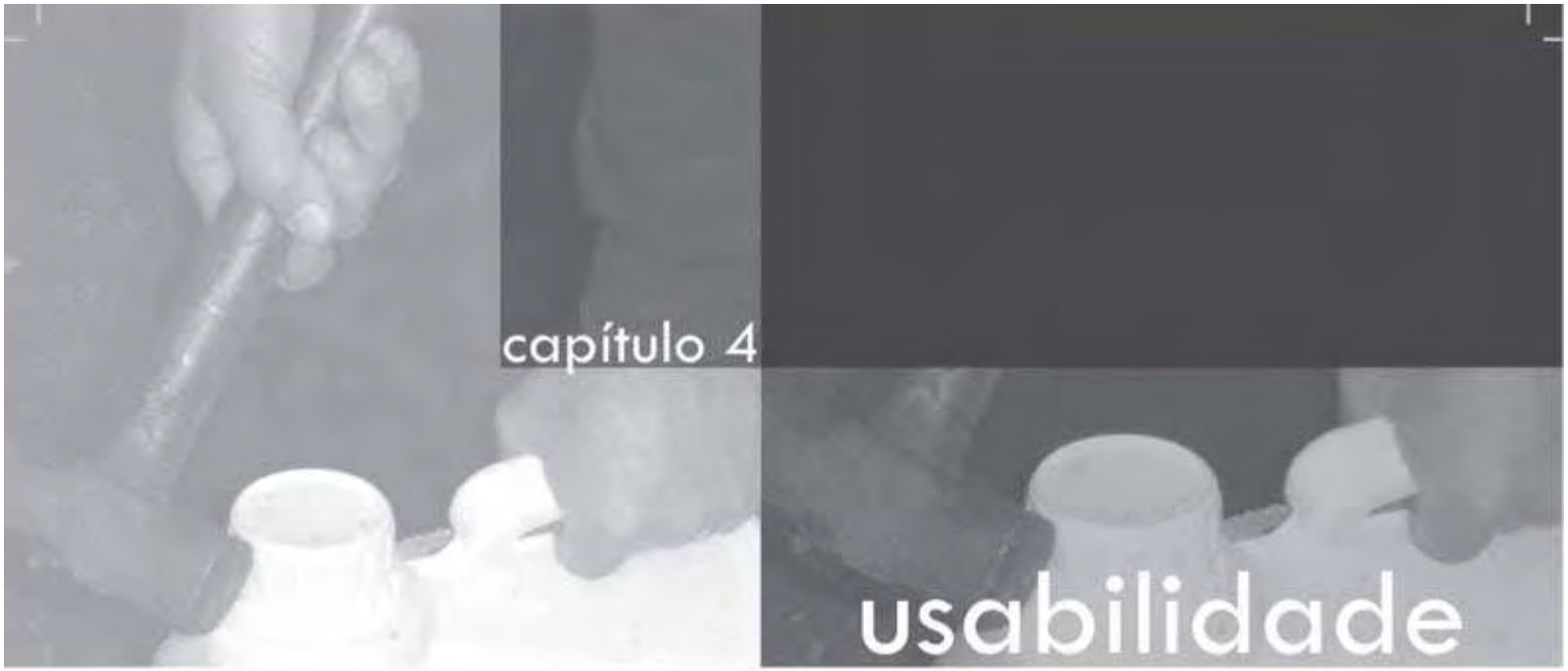
Nota-se que as medidas apresentadas até o momento tem como referência a população estrangeira, devido ao fato de praticamente não existirem dados antropométricos das mãos da população brasileira nas literaturas. Contudo, este não seria um grande problema para o pré-dimensionamento de um produto, pois segundo Iida (1998) as dimensões brasileiras não apresentam grandes discrepâncias em relação às estrangeiras, principalmente se comparadas às dos povos europeus mediterrâneos (portugueses, espanhóis, franceses, italianos e gregos).

Rio e Pires (2001) chamam atenção para a dificuldade em se desenvolver uma pesquisa antropométrica no Brasil devido a composição étnica bastante variada, aos grandes desníveis sócio-econômicos, os quais influenciam significantemente nas medidas corpóreas, além da falta de incentivo financeiro à pesquisa em nosso país.

Mesmo com estas dificuldades, o Laboratório Brasileiro de Desenho Industrial (LBDI) (s.d. apud PASCHOARELLI; COURY, 2000) em parceria com a Copersucar, realizou um levantamento antropométrico da mão de homens e mulheres brasileiros que trabalhavam no meio rural. Estes dados podem ser observados na Tabela 6.

Ao concluir este assunto podemos dizer que o estudo e a aplicação da antropometria das mãos estão vinculados à preocupação de se projetar adequadamente, proporcionando maior conforto e segurança aos usuários em suas atividades.

OBSERVAÇÃO: estes dados serão muito importantes para definir as dimensões das pegas, tais como: comprimento interno e externo, espessura, altura, largura, diâmetro, entre outras.



capítulo 4

usabilidade

1.4 USABILIDADE

Toda análise e projeto ergonômico deveriam ter por base os princípios da usabilidade, os quais caracterizam-se pela "...efetividade, eficiência e satisfação com a qual usuários específicos alcançam metas específicas em ambientes particulares" (ISO - DIS 9241-11 apud SILVA et al., 2005, p. 2) (ver Figura 20).

Segundo Rio e Pires (2001) existem algumas perguntas que auxiliam a análise da usabilidade de um objeto, sendo elas:

- Quais são as posturas assumidas pelos usuários durante o uso do produto?
- Que movimentos são executados durante o seu manuseio?
- O desenho do produto exige muita força?
- São muito pesados?
- Existem cantos vivos na superfície da pega que possam comprimir algum dos segmentos do corpo?

Diante destas questões é possível perceber o quão complexo é a questão da usabilidade de um produto. Abaixo serão apresentados alguns destes fatores que devem ser observados pelo designer ao projetar um objeto.

Figura 20 - Usabilidade do produto



Incapacidade Física: Não se pode esquecer que a função do designer não é apenas projetar, mais sim tornar possível aos indivíduos uma vida ativa e independente tanto quanto possível, mesmo que estes apresentem certas enfermidades que seguem o processo de envelhecimento ou incapacidades causadas por outras razões (BENKTZON, 1993). Portanto, devemos pensar em um sistema de pega e abertura/fechamento da embalagem que seja fácil de usar (ver Figura 21 A e B);

Figura 21A - Incapacidade física





Figura 21B - Incapacidade física

Posicionamento das Articulações: posições extremas das articulações podem causar indisposições ocupacionais aos usuários muitas vezes irreversíveis. A posição neutra é a ideal. (DUL; WEERDMEESTER, 1995; LEWIS; NARAYAN, 1993; PECE, 1995; RIO; PIRES, 2001; SPERLING et al., 1993) (ver Figura 22);



Figura 22 - Posicionamentos das articulações - Fonte: (SAPIÉN, 1996; MOGK; KEIR, 2005)





Figura 23 -Posicionamento neutro da articulação e desvio ulnar

OBSERVAÇÃO: neste caso o produto deve ser inclinado (pega ou tampa) e não a mão do usuário. Observe na primeira imagem da Figura 23, que a pega inclina e o punho se mantém na posição neutra, enquanto na segunda imagem da Figura 23 a mão sofre um desvio ulnar pelo fato da pega ser fixa, prejudicando o desempenho do usuário na execução da tarefa.

Risco de Acidentes: o uso de ferramentas manuais pode resultar em dois tipos de acidentes, sendo classificados como trauma de efeito cumulativo e trauma de um único acidente. Quanto ao primeiro, o dano ocorre progressivamente nas partes do corpo envolvidas na tarefa, pelo uso inadequado por longo período; já no segundo ocorre por uma única e inesperada distorção excessiva (EKSIOGLU, 2005; MITAL; SANGHAVI, 1986 apud LEWIS; NARAYAN, 1993; WOODSON, 1981 apud LEWIS; NARAYAN, 1993).



Figura 24 - Tentativa de rompimento do lacre de alumínio

OBSERVAÇÃO: deve-se tomar cuidado nas embalagens para agrotóxico com o sistema de vedação que usa o lacre de alumínio (ver Figura 24), pois se o sistema para o rompimento deste possuir falhas, isto pode levar ao trauma de um único acidente e ao contato do ferimento com o agrotóxico, potencializando o perigo.

Um outro fator que pode causar o trauma de um único acidente é a costura a quente na área de pega das embalagens (ver Figura 25), portanto o designer precisa ficar atento a este detalhe.



Figura 25 - Rebarba da costura a quente na área da pega

Textura: a presença de texturas na área de pega dos objetos pode reduzir a força de preensão em torno da empunhadura dos mesmos, proporcionando maior segurança (LEWIS; NARAYAN, 1993; PASCHOARELLI; COURY, 2000) (ver Figura 26).



Figura 26 - Aplicação de textura na área de pega

OBSERVAÇÃO: esta é uma informação importante para a tampa das embalagens de agrotóxicos, pois com a inserção de texturas nas áreas adequadas (angulação radial – Figura 6) pode-se reduzir a força necessária para abri-la, facilitando a tarefa.

Canto Vivo: ao se projetar a pega de um produto, esta não deve possuir cantos vivos, pois eles irão causar pressões sobre a palma da mão, prejudicando desta forma o desempenho do operador ao manusear o equipamento (LEWIS; NARAYAN, 1993; SAPIÉN, 1996) (ver Figura 27).



Figura 27 - Pega de embalagem com cantos vivos

Destro e Canhoto (ou Sinistro): um produto que tenha embutido os padrões de simetria poderá atender tanto destros quanto canhotos, ampliando seu raio mercadológico por tornar-se mais atrativo aos usuários, considerando a relação custo/benefício. Além disto, sabe-se que a mão dominante exerce maior força (SAPIÉN, 1996; NICOLAY; WALKER, 2005; PECE, 1995).

OBSERVAÇÃO: toda embalagem simétrica proporciona o uso tanto por destros quanto por canhotos da mesma maneira (ver Figura 28).

Figura 28- Embalagem para destro e canhoto



Dimensão da Pega: entre outros fatores do *design*, este tem sido considerado como um ponto crítico nos produtos, pois influencia tanto nas lesões que podem ocorrer ao usuário, como na performance durante o seu uso (IIDA, 2005; KONG; LOWE, 2005; LEWIS; NARAYAN, 1993; PHEASANT, 1988).

OBSERVAÇÃO: na embalagem da Figura 29, por exemplo, a largura da pega tem apenas 85 mm, sendo que a média da largura da mão (metacarpal) dos homens varia de 78 mm a 93 mm de acordo com Iida (1998), podendo chegar no percentil 95% dos homens a 95 mm conforme Pheasant (1988), portanto, Grandjean (1998) e Pece (1995) indicam que uma pega não deve ter largura do vão inferior a 100 mm, para que seja manuseada com os 05 dedos (máximo conforto).



Figura 29 - Dimensão da pega inadequada ao usuário

Outra questão é a altura do vão livre para a pega da embalagem (ver Figura 30); esta dimensão não deveria ser inferior a 38 mm, pois de acordo com Pheasant (1988) a espessura do dedo indicador para o percentil 95% dos homens é de 21 mm com a mão esticada, e segundo Stier e Meyer (s.d. apud GRANDJEAN, 1998) a altura da articulação entre a 1ª e 2ª falange do dedo médio é de 22 mm. Considerando estes dados, percebe-se que o vão para ser utilizado com os dedos flexionados realmente não pode ser inferior a 38 mm.

- **O diâmetro da pega** quando se utiliza **força** deve ser de: **30,0 a 50,8 mm** (ver Figura 31);
- **O diâmetro da pega** quando se utiliza **precisão** deve ser de: **7,6 a 15,2 mm;**



Figura 30 - Altura do vão livre para a pega



Figura 31 - Diâmetro de pega

- **No diâmetro da pega** para **homens** a medida de maior conforto é aproximadamente: **40,0mm;**
- **No diâmetro da pega** para **mulheres** a medida de maior conforto é aproximadamente: **35,0mm.**

OBSERVAÇÃO: a dimensão da pega esférica de 65/75 mm (ver Tabela 7) deve ser considerada para dimensionar a tampa da embalagem plástica de 20 litros, caso esta utilize uma tampa com pega circular. Este dado se confirma com a pesquisa realizada por Kinoshita et al. (1996), onde o mesmo testou a pega circular com diâmetros de 100, 50 e 75 mm, as duas primeiras medidas exigiram um uso maior da força, enquanto a de 75 mm proporcionou a pega com os cinco dedos sobre o objeto de forma mais natural.

Tabela 7 – Dimensões de pega e empunhadura

Tipo de pega / empunhadura	Ação	Ø Seção Circular em mm
Cilíndrica	Movimento Axial	30 / 50
Cilíndrica	Movimento Rotacional	50 / 65
Esférica	Movimento Rotacional	65 / 75
Disco	Movimento Rotacional	90 / 130

Fonte: (PHEASANT, 1988)

Idade: Os idosos vão perdendo a agilidade, a flexibilidade, os alcances, enfim as habilidades funcionais dependentes da mobilidade das articulações (ver Figura 32). A força está totalmente vinculada a este item, principalmente após os 40 anos, quando o ser humano tem seu tônus muscular reduzido (BOOM et al., 2003; CERSOSIMO et al., 2003; GOMES FILHO, 1995; IIDA, 1998).



Figura 32 - Influência da idade no uso do produto

OBSERVAÇÃO: se o produto exigir muita força ou for muito complexo o idoso não conseguirá utilizá-lo.

Esteriótipo Popular: refere-se ao modo como a maioria das pessoas está habituada a executar uma ação (Ex: abrir para direita e fechar para esquerda - ver Figura 33) (IIDA, 1998). Portanto, deve-se tomar cuidado com este item ao se definir os detalhes de funcionamento de um produto.

Figura 33 - Exemplo de esteriótipo popular



Manuseio de Carga: a carga tem que possuir alças ou furos para o encaixe das mãos ou dedos. Com cargas mais pesadas dar preferência para as pegas com a palma das mãos (DUL; WEERDMEESTER, 1995);



Figura 34 - Inexistência de pega na base da embalagem

OBSERVAÇÃO: é fundamental nestas embalagens mais pesadas (ver Figura 34), que as mesmas tenham uma área de pega na sua base, considerando para isto a dimensão da largura dos quatro dedos (indicador, médio, anular e mínimo). Outro fato a ser destacado é que está área possa ser ao redor de toda a embalagem, pois assim não restringirá a pega à apenas uma posição.

Um outro item que deve-se observar no manuseio destas embalagens é a possibilidade de visualização do nível do conteúdo, pois os pequenos agricultores costumam utilizar este em porções menores, de acordo com suas necessidades. Muitas vezes, transferem primeiro o produto para um recipiente como forma de medi-lo, para só então, colocá-lo no pulverizador (ver Figura 35). Essa ação aumenta a possibilidade de desperdício e de contato do agrotóxico com o usuário. Sem considerar que a embalagem não foi projetada para ser



Figura 35 - Transferência do conteúdo para um recipiente menor

utilizada dessa forma, acarretando dificuldades de manuseio e proporcionando posições incorretas do pulso e da coluna.

Um aspecto não favorável durante o manuseio da embalagem para agrotóxico é quando a mesma possui muitas reentrâncias (destinadas ao encaixe no armazenamento), o que facilita o desperdício de produto e prejudica a tríplice lavagem. Outro ponto negativo é não possuir afunilamento na parte da boca, o que dificulta o escoamento do produto.

Transporte de Carga:

- Respeitar o valor máximo de 23 kg indicado pela equação de Nioshi;
- Distribuir as cargas de forma simétrica;
- As pegas apropriadas devem ser respeitadas. A pega do tipo pinça – empunhadura prismática (capacidade - 3,6 kg) deve ser substituída por pega do tipo agarrar empunhadura circular (capacidade- 15,6 kg). O material usado também irá influenciar no resultado final, sendo indicado a borracha ou textura na área da pega (GRANDJEAN, 1998);

OBSERVAÇÃO: o peso das embalagens plásticas de 20 litros contendo o agrotóxico normalmente não ultrapassa os 23 kg indicados pela equação de Nioshi, portanto não sendo este um problema para os usuários.

Vedação: o termo vedação pode ser definido como "qualquer dispositivo usado para fechar uma embalagem de forma que esta preencha seus papéis de proteger e preservar, ao alcance demandado pelo produto" (EMBLEM; EMBLEM, 2000, p. 15).

Ao pensar no projeto ideal para a vedação deve-se buscar o equilíbrio entre a dificuldade para a criança e a facilidade para o adulto. A melhora na abertura da embalagem pode ser obtida a princípio com a curvatura das arestas da tampa, com as formas hexagonais e octagonais, com os materiais mais rígidos ao invés de flexíveis, com a inserção de texturas, etc.

OBSERVAÇÃO: com relação às tampas do tipo *Screw Cap*, somadas a vedação a quente com o lacre de alumínio (conjunto este constantemente utilizado nas embalagens de agrotóxico), pode ser interessante do ponto de vista da segurança, porém causa dificuldades ao usuário no momento da abertura, pois o lacre por algumas vezes cola na parte inferior da tampa, exigindo o uso de ferramentas auxiliares (ver Figura 36), as quais podem ocasionar o trauma de um único acidente.

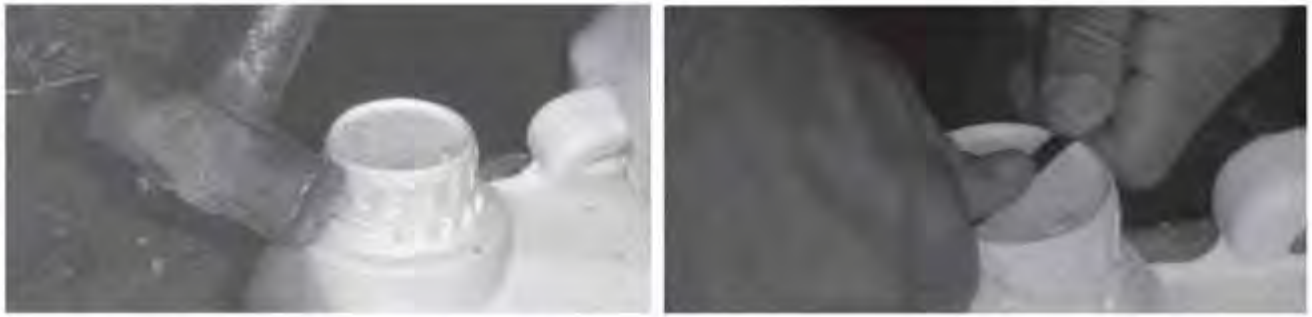


Figura 36 - Uso de ferramentas para abertura da tampa

Um outro dado quanto à vedação é o sistema de rompimento do lacre de alumínio, o qual precisa ser eficiente, para não forçar o usuário a utilizar ferramentas auxiliares ou mesmo o dedo para rompê-lo (ver Figura 37).

Como pôde ser visto, são inúmeros os fatores que irão interferir direta ou indiretamente na usabilidade dos produtos, neste sentido os designers precisam ter domínio pleno sobre estes itens para poder aplicá-los da melhor forma possível durante a concepção de um projeto, respeitando os limites humanos.

Por fim, será apresentada a síntese dos resultados da pesquisa realizada com 50 indivíduos do sexo masculino, com idades entre 18 e 64 anos, apresentando funções motoras normais, os quais testaram 03 embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxico (ver Figura 38), com sistemas de usabilidade diferenciados (ver Tabelas 8 e 9).

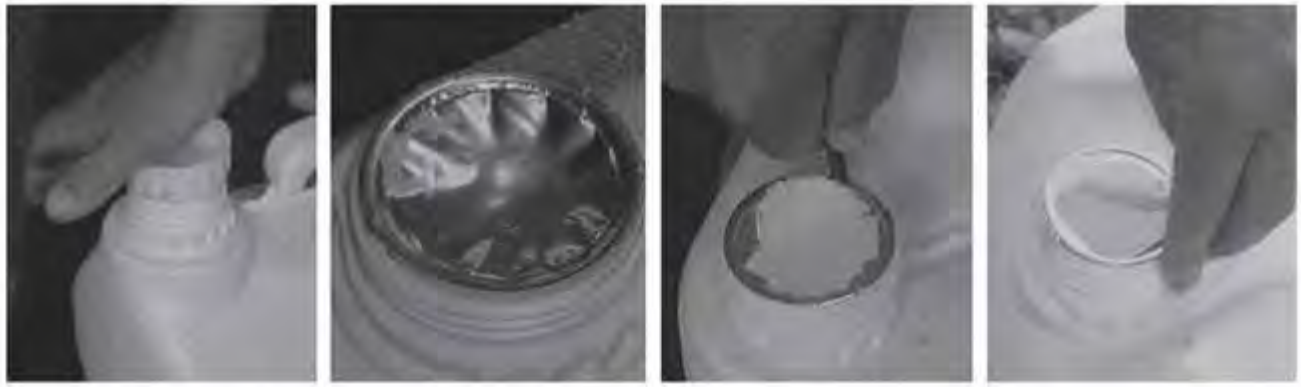


Figura 37 - Tentativas de rompimento do lacre



Figura 38 - Embalagens Coex, Mauser e Retangular respectivamente

Estas duas Tabelas contêm todas as sugestões indicadas pelos usuários que participaram da pesquisa. Estas deverão ser consideradas pelos designers ao realizarem o design ou redesign das embalagens para agrotóxicos.

Nas Tabelas 10 e 11 pode-se observar uma síntese dos pontos negativos em relação aos aspectos ergonômicos de usabilidade das 03 embalagens analisadas.

Pretende-se com este Guia de Parâmetros Ergonômicos contribuir com os fabricantes de embalagens, para que os mesmos possam proporcionar maior conforto e segurança aos usuários destes produtos.

Tabela 8 - Sugestões com relação às 03 embalagens. Junho/2006

	Coex	Mauser	Retangular	Total
Aumentar a borda e o pino da tampa	1 2,3%	3 7,3%	3 6,4%	7 5,3%
Alça superior mais larga	0 0,0%	1 2,4%	0 0,0%	1 0,8%
Visor para medição do nível do agrotóxico	1 2,3%	3 7,3%	2 4,3%	6 4,5%
Alça flexível e giratória	1 2,3%	2 4,9%	2 4,3%	5 3,8%
Mais cola entre o papelão e a tampa	1 2,3%	1 2,4%	0 0,0%	2 1,5%
Bico mais alto	**6 13,6%**	**8 19,5%**	**10 21,3%**	**24 18,2%**
Bico para puxar em forma de funil	5 11,4%	0 0,0%	3 6,4%	8 6,1%
Pega na parte inferior da embalagem	**9 20,5%**	**12 29,3%**	**10 21,3%**	**31 23,5%**
Colocação de respiro	3 6,8%	3 7,3%	3 6,4%	9 6,8%
Borracha na tampa para vedar a embalagem	4 9,1%	2 4,9%	2 4,3%	8 6,1%

Continuação da Tabela 8

	Coex	Mauser	Retangular	Total
Pino no formato de fisga	1 2,3%	0 0,0%	2 4,3%	3 2,3%
Orelha de alumínio para puxar	1 2,3%	1 2,4%	2 4,3%	4 3,0%
Colocar instrução na tampa para saber usá-la para cortar o lacre	1 2,3%	0 0,0%	1 2,1%	2 1,5%
Pega na transversal e giratória	1 2,3%	0 0,0%	3 6,4%	4 3,0%
Pega da tampa mais afastada da embalagem para não raspar a mão ao abrir a embalagem	1 2,3%	1 2,4%	0 0,0%	2 1,5%
Tirar a costura de perto da pega	2 4,5%	0 0,0%	0 0,0%	2 1,5%
Outras sugestões	6 13,6%	4 9,8%	4 8,5%	14 10,6%
Total	44 100,0%	41 100,0%	47 100,0%	132 100,0%

Tabela 9 – Detalhamento do item outras sugestões. Junho/2006

	Coex	Mauser	Retangular	Total
Apoio para o polegar na lateral da embalagem		1		1
Aprofundar a lateral para pega			1	1
Aumentar as ranhuras da tampa para melhorar o atrito entre a mão e a tampa		1		1
Colocar duas pontas para romper o lacre		1		1
Fazer no formato retangular (melhora manuseio)	1			1
Lacre melhor da tampa		1		1
Papelão ficar com a tampa para depois vedar a embalagem	1			1
Papelão na tampa ser plastificado para não esfarelar (ao vedar a embalagem)	1			1
Peça encaixada na embalagem para cortar o lacre, pois a ponta mais alta pode machucar para abrir			1	1
Tirar saliências da parte superior	1			1
Visor de pelo menos 1 cm de largura	1			1
Não informaram			2	2
Total	5	4	2	13

Tabela 10 – Síntese dos aspectos negativos em relação à cada embalagem

Aspectos Negativos em relação à cada embalagem	Coex	Mauser	Retangular
Desconforto ao pegar a embalagem	32%	52%	16%
O vão da pega da embalagem é estreito para a mão	36%	12%	4%
Inadequação da posição da pega da embalagem	18%	52%	18%
Dificuldade para levantar e tombar a embalagem	30%	76%	90%
Necessidade de mais apoio (pega) para verter o produto	26%	64%	98%
Insegurança ao manusear a embalagem	28%	70%	94%

Tabela 11 – Síntese dos aspectos negativos em relação às 03 embalagens

Aspectos Negativos em relação às 03 embalagens	Porcentagem de Usuários
Dificuldade para abrir a tampa da embalagem	74%
Ineficácia do sistema para o rompimento do lacre interno	92%
Muita força para o rompimento do lacre interno	94%
Insatisfação quanto à não visualização do agrotóxico dentro da embalagem	94%
Equipamento de Proteção Individual (EPI) não é usado	58%

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. G.; NAVEIRO, D. M. A usabilidade como ferramenta para melhorar a qualidade dos produtos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 3., 1998, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: Estudos em Design, 1998. p. 374-80.

BENKTZON, M. Designing for our future selves: the Swedish experience. Applied Ergonomics, n. 24, p. 19-27, 1993.

BOOM, R. T.; ELY, V. H. M. B.; SZÜCS, C. P. Adequação dos espaços mínimos da habitação social à circulação da cadeira de rodas – necessidade freqüente da população idosa. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO-TECNOLOGIA: PRODUTOS, PROGRAMAS, INFORMAÇÃO, AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., 2003, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: PUC, 2003. p.3-6

CERSOSIMO, M. N. N.; EWALD, M. M.; MORAES, A. O aspecto social, aumento do número de idosos: A ampliação de um grupo que se torna parte significante dentre as fatias de usuários de aparelhos eletrodomésticos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACE HUMANO-TECNOLOGIA: PRODUTOS, PROGRAMAS, INFORMAÇÃO, AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., 2003, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: PUC, 2003. p.1-6

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

EKSIOGLU, M. Relative optimum grip span as a function of hand anthropometry. International journal of industrial ergonomics, Dearborn, n. 34, 2004. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/ergon>. Acesso em: 15 jun. 2005.

EMBLEM, H.; EMBLEM, A. Packaging prototypes. 2. ed. Swtizerland: RotoVision, 2000. 160 p.

FRISONI, B. C.; MORAES, A. O uso dos métodos da ergonomia no desenvolvimento de projetos de produtos ergonômicos segundo designers e ergodesigners In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 4., 2000, Rio de Janeiro, Anais... Novo Hamburgo:Estudos em Design, 2000. p. 597-604.

GOMES, V. B.; MORAES, A. avaliação ergonômica para determinação do limite de tolerância para o levantamento manual de cargas: métodos e estudos de casos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 10., 2000, Rio de Janeiro, Anais...Rio de Janeiro: ABERGO, 2000.

GRANDJEAN, E. Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 1998. 338 p.

HOHMANN, B. C.; OKIMOTO, M. L. L. R. Avaliação da usabilidade de um modelo de cadeira ergonômica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACE HUMANO-TECNOLOGIA: PRODUTOS, PROGRAMAS, INFORMAÇÃO, AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., 2003, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: PUC, 2003. p.1-6.

IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. São Paulo: E. Blücher, 1998. 465 p.

_____. Ergonomia: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: E. Blücher, 2005. 614 p.

JUNG, M.; HALLBECK, S. M. The effect of wrist position, angular velocity, and exertion direction on simultaneous maximal grip force and wrist torque under the isokinetic conditions. International journal of industrial ergonomics, Lincoln, 20 jan. 2001. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/ergon>. Acesso em: 22 fev. 2005.

KINOSHITA, H.; MURASE, T.; BADOU, T. Grip posture and forces during holding cylindrical objects with circular grips. Ergonomics, n. 39, p. 1163-1176, 1996.

KONG, Y. K.; LOWE, B. D. Optimal cylindrical diameter for grip force tasks. International journal of industrial ergonomics, Asheville, jan. 2005. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/ergon>. Acesso em: 13 jun. 2005.

LEWIS, W. G.; NARAYAN, C. V. Design and sizing of ergo-

nomic handles for hand tools. Applied Ergonomics, n. 24, p. 351-56, 1993.

MEISTER, D.; ENDERWICK, T. P. Human factors in system design, development, and testing. London: Lawrence Erlbaum Associates, 2002. 243 p.

MOGK, J. P. M.; KEIR, P. J. The effects of posture on forearm muscle loading during gripping. Ergonomics, Toronto, v. 46, n. 9, 2003. Disponível em <www.tandf.co.uk/journals>. Acesso em 10 fev. 2005.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. Ergonomia: conceitos e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2000. 132 p.

NICOLAY, C. W.; WALKER, A. L. Grip stregth and endurance: influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. International journal of industrial ergonomics, Asheville, Abr. 2005. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/ergon>. Acesso em: 13 jun. 2005.

PANERO, J.; ZELNIK, M. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos. 3. ed. México: G. Gilli, 1987. 318 p.

PASCHOARELLI, L.; COURY, H. Aspectos ergonômicos e de usabilidade no design de pegas e empunhaduras. Estudos em Design, Rio de Janeiro, v. 8, p. 79-101, 2000.

PECE, C. A. Z. Concepção ergonômica, desenvolvimento e otimização de um fórceps odontológico: proposta de nova sistemática exodôntica. 1995. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 1995.

PHEASANT, S. Bodyspace: antropometry, ergonomics and the design of work. London: Taylor & Francis, 1988. 244 p.

RIGHI, C. A. R.; SANTOS, N.; CASTANHA, E. A. A ergonomia como base conceitual para o design de bens de capital. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO-TECNOLOGIA: PRODUTOS, INFORMAÇÃO, AMBIENTE CONSTRUÍDO, TRANSPORTE, 5., 2005,

Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: PUC, 2005. p.1-6.

RIO, R. P.; PIRES, L. Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica. 3. ed. São Paulo: LTr, 2001. 225 p.

ROEBUCK, J. A. Jr. Anthropometric methods: designing to fit the human body. Califórnia: HFES, 1995. 194 p.

SAPIÉN, L. R. C. Aplicación y perspectivas de la ergonomia. In: SIMPOSIUM INTER-NACIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL, 1., 1996, Aguascalientes, Curso... Aguascalientes: 1996. 420 p.

SILVA, D. M.; PASCHOARELLI, L. C.; SILVA, J. C. P. Usabilidade das embalagens de produtos dietéticos: aplicação de escalas gráficas de percepção na avaliação da interface ergonômica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO-TECNOLOGIA: PRODUTOS, INFORMAÇÃO, AMBIENTE CONSTRUÍDO, TRANSPORTE, 5., 2005, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: PUC, 2005. p.1-6.

SPERLING, L; DAHLMAN, S.; WIKSTRÖM, L.; KILBOM, A.; KADEFORS, R. A cube model for the classification of work with hand tools and the formulation of functional requirements. Applied Ergonomics, n. 24, p. 212-20, 1993.

UM SHOW de versatilidade e alto desempenho. Pack, São Paulo, ano 6, n. 72, p. 26-7, ago. 2003.

GLOSSÁRIO

Agrotóxico
Substâncias químicas utilizadas na lavoura, na pecuária e nos ambientes domésticos, envolvendo inseticidas, fungicidas, acaricidas, nematicidas, herbicidas, bactericidas e vermífugos.

Antropometria
Trata das medidas físicas do corpo humano, buscando definir dimensões que sejam estatisticamente representativas das comunidades humanas.

Artrite
É a inflamação das articulações, em sentido amplo, conjunto de sintomas e sinais resultantes de lesões articulares produzidas por diversos motivos.

Biomecânica
Relação do homem em seu trabalho, envolvendo os movimentos dos músculos-esqueléticos e suas conseqüências.

Coeficiente de Fricção
É o parâmetro que caracteriza a resistência ao deslizamento entre duas superfícies.

Contato
Se dá pelo toque ou aperto com os dedos e /ou palma da mão.

Empunhadura
Se dá pelo envolvimento palmar ao redor dos equipamentos.

Ergonomia
Ciência que estuda o relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente e, particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desta relação.

Esteriótipo Popular
É como a maioria dos indivíduos está acostumada a executar certas ações.

Força de Preensão
Não é apenas uma medida de força da mão ou mesmo limi-

tada à avaliação do membro superior e sim um indicador de força total do corpo e de grande importância para execução e precisão dos manuseios, sendo empregada em testes de aptidão física.

Insalubre
Aquilo que, por sua natureza, condição ou método de trabalho, expõe os empregados à agentes nocivos à saúde, acima dos limites de tolerância fixados em razão da natureza e da intensidade do agente e do tempo de exposição aos seus efeitos.

Manejo
Forma de contato estabelecida entre o homem e o produto, por meio dos membros superiores ou inferiores, executando assim a ação de comando para a realização da tarefa.

Pega
Se dá pelo envolvimento dos extremos dos dedos em redor dos componentes dos equipamentos.

Polietileno
É um material que provém da polimerização do etileno (matéria prima que tem sua origem no petróleo ou no álcool de cana-de-açúcar), neste processo de polimerização tomam parte muitas moléculas do reagente, que se unem sucessivamente, formando uma macromolécula.


GUIA
Parâmetros ergonômicos para indústrias
fabricantes de embalagens plásticas
para agrotóxicos

6 CONCLUSÕES

A seguir são apresentadas as conclusões referentes aos objetivos específicos delimitados para esta pesquisa.

Ao verificar e analisar os modelos das embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos junto à empresa Cimplast Ltda., pôde-se observar apenas três tipos diferenciados de bombonas, a Coex, a Mauser e a Retangular, as quais permitiram uma investigação significativa quanto aos aspectos gerais de usabilidade vinculados à configuração formal das mesmas.

No momento de averiguar se os modelos das embalagens selecionadas apresentavam a quantidade e o *design* da pega adequados para o seu manuseio, percebeu-se que apesar das embalagens Coex e Mauser possuirem pega na parte inferior da embalagem, esta ainda pode ser melhorada. Outro dado relevante em relação a este fator é que a pega na base destas embalagens é essencial.

Quanto ao *design* das pegas pôde-se identificar o da Embalagem Retangular como ideal, tanto quanto as dimensões do vão livre (105 mm de largura e 38 mm de altura), como quanto as medidas da seção da pega (30 mm de largura e 20 mm de altura). Neste item também foi possível verificar que a pega não pode apresentar canto vivo (Coex),

pois isto causa incômodo e fadiga aos usuários, e esta deve ser flexível, para proporcionar maior mobilidade durante o uso.

Outros problemas de usabilidade apresentados durante o manuseio destas embalagens se relacionaram principalmente à abertura das mesmas, tanto da tampa, como da retirada do lacre.

Neste sentido as embalagens necessitam ter um sistema de vedação que garanta a segurança das mesmas quanto ao não derramamento do agrotóxico, porém é importante que estas permitam a retirada da tampa e do lacre de forma adequada, sem propiciar o contato do usuário com o seu conteúdo, garantindo assim salubridade e conforto ao agricultor.

Com relação ao documento com os parâmetros ergonômicos buscou-se em primeira instância reunir os dados que realmente poderiam contribuir de forma prática e direta à concepção das novas embalagens para agrotóxicos desenvolvidas pelas indústrias, considerando que os *designers* destas empresas normalmente tem pouco tempo para a busca de informação durante o desenvolvimento dos produtos.

Neste sentido, reuniu-se informações teóricas da revisão bibliográfica e práticas da pesquisa de campo, obtendo um documento que servirá de Guia para se determinar aspectos ergonômicos das embalagens, os quais irão influenciar diretamente na usabilidade, segurança e bem estar dos usuários em contato com estas.

Este documento foi entregue para as indústrias Cimplast Ltda. e Milênia Agro Ciência S.A., as quais apoiaram e acompanharam a pesquisa desde o seu início; e posteriormente esta Publicação será enviada para as outras empresas deste segmento do mercado (Anexo I).

Com o uso deste documento por estas empresas, certamente os agricultores poderão ter em suas mãos embalagens amigáveis, proporcionando-lhes maior conforto e eficiência.

Além das conclusões técnicas referentes aos objetivos delimitados para a pesquisa em questão, vale salientar as conclusões a partir da experiência adquirida durante o desenvolvimento deste trabalho, as quais poderão servir de base para outros

pesquisadores e profissionais.

Um dos fatos que vale destacar é a satisfação dos agricultores que participaram da pesquisa de campo, os quais se mostraram muito gratificados por ter alguém se preocupando em lhes proporcionar produtos melhores.

Esta pesquisa por ter sido realizada em conjunto com as empresas já citadas, realmente será implementada, podendo desta maneira amenizar parte dos problemas enfrentados por esta classe de trabalhadores.

Quanto ao desenvolvimento da tese em parceria com empresas, buscando trabalhar dentro das realidades e necessidades das mesmas foi fundamental, tanto para o direcionamento correto do trabalho, quanto por chegar a um produto final que realmente pudesse ser útil para elas, mas principalmente atendesse aos desejos e a segurança dos agricultores.

Sabe-se que o resultado desta pesquisa é apenas uma pequena parte da importante integração de duas áreas do conhecimento, o *Design* e a Agronomia, e que muito pode ser realizado a partir desta união, beneficiando cada vez mais o agricultores.

Ao fim desta tese, pode-se concluir que o conhecimento gerado pela pesquisa é algo que engrandece o homem, não apenas pelo crescimento pessoal, mas principalmente pela transferência deste para todas as pessoas interessadas pelo mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. *NBR 12909*: Amostragem para ensaios de desempenho em embalagem e acondicionamento. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT. *NBR 9476*: Embalagem: determinação do desempenho em levantamento. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT. *NBR 11564:* Embalagem de produtos perigosos: classes 1, 3, 4, 5, 6, 8 e 9: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT. *NBR 10520:* Informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT. *NBR 6023:* Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

AGROTÓXICO. In: WIKIPÉDIA a enciclopédia livre. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki >. Acesso em: 13 dez. 2005.

AGROTÓXICOS: ameaça ao meio ambiente e ao homem. *Herbário*. Disponível em: <http://www.herbario.com.br/bot/agriorg/agrotam.htm>. Acesso em: 14 dez. 2005.

ALMEIDA, A. G.; NAVEIRO, D. M. A usabilidade como ferramenta para melhorar a qualidade dos produtos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 3., 1998, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: Estudos em Design, 1998. p. 374-80.

ASTOLFI, E.; LANDONI, J. H. *III Curso sobre toxicologia de defensivos agrícolas.* São Paulo: Associação Nacional de Defensivos Agrícolas, 1984. 150 p.

BAHIA lidera o ranking nacional de recolhimento de embalagem de agrotóxicos. *Piatã FM*, Salvador, jan. 2005. Seção Piatã Notícias. Disponível em: <http://www.piatafm.com.br/piatanoticias304>. Acesso em: 13 dez. 2005.

BANCO de imagens. Disponível em: <http://www.inpev.org.br/educacao/bancoImagens/br/banco.asp>. Acesso em: 15 dez. 2005.

BARROSO, T.; MIURA, J. Cuidados na utilização de defensivos agrícolas são apresentados no Prosa Rural, 29 jul. 2005. *Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*. Disponível em: <http://www21.sede.embrapa.br/noticias/banco_de_noticias/2005/folder.2005>. Acesso em: 15 dez. 2005.

BENKTZON, M. Designing for our future selves: the swedish experience. *Applied Ergonomics*, n. 24, p. 19-27, 1993.

BOOM, R. T.; ELY, V. H. M. B.; SZÜCS, C. P. Adequação dos espaços mínimos da habitação social à circulação da cadeira de rodas – necessidade freqüente da população idosa. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO-TECNOLOGIA: PRODUTOS, PROGRAMAS, INFORM AÇÃO, AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., 2003, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: PUC, 2003. p.3-6

BRASIL. Decreto nº. 4.074, 4 jan. 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. *Congresso Nacional*, Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.andav.com.br/docs/decreto_4074-2002.doc>. Acesso em: 14 dez. 2005.

BRIDGER, R. S. *Introduction to ergonomics.* 2.ed. London: Taylor & Francis, 2003. 548p.

CAMPANHA leva à primeira apreensão de agrotóxicos ilegais. *Herbário*, São Paulo, 4 jul. 2002. Disponível em: <http://www.herbario.com.br/bot/agri/agtxilg.htm>. Acesso em: 14 dez. 2005.

CAMPANIL, M. Indústria investe na destinação da embalagem de agrotóxico. E*stadao.com.br - Agência Estado*, São Paulo, 9 out. 2002. Disponível em: <http://www11.estadao.com.br/ciencia/noticias/2002/out/09/160.htm>. Acesso em: 14 dez. 2005.

CANTO, E. L. *Plástico bem supérfluo ou mal necessário?* 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 96 p.

CENTRAIS e postos de recebimento de embalagens vazias: Paraná. *AENDA – Associação Brasileira de Defensivos Agrícolas*. Disponível em: <http://aenda.org.br/embalagens_parana.htm>. Acesso em: 15 dez. 2005.

CERSOSIMO, M. N. N.; EWALD, M. M.; MORAES, A. O aspecto social, aumento do número de idosos: a ampliação de um grupo que se torna parte significante dentre as fatias de usuários de aparelhos eletrodomésticos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACE HUMANO-TECNOLOGIA: PRODUTOS, PROGRAMAS, INFORMAÇÃO, AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., 2003, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: PUC, 2003. p.1-6

CONSUMO mundial. *Sindag – Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola*, 25 fev. 2003. Seção Informações do Setor. Disponível em: <http://www.sindag.com.br/new/upload/inforsetor/consumo_mundial.xls>. Acesso em: 15 dez. 2005.

CONTROLE biológico na produção animal. *Herbário,* 16 out. 2002. Disponível em: <http://www.herbario.com.br/bot/insetici/contbio.htm>. Acesso em: 14 dez. 2005.

DEFENSIVOS agrícolas. Disponível em: <http://www.andav.com.br>. Acesso em: 12 abr. 2004.

DERIVADOS do petróleo. Disponível em: <http://www.sindipetro.com.br/informativo>. Acesso em: 15 set. 2004.

DESENVOLVIMENTO sustentável: Brasil eleva seu índice de reciclagem de plásticos, figurando entre os países com maiores taxas. *Embanews*, São Paulo, ano 16, n. 182, p. 46, set. 2005.

DESTINAÇÃO final de embalagens vazias de agrotóxicos. *ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal*, São Paulo. Disponível em: <http://www.andef.com.br/dest_final/preparacao.htm>. Acesso em: 14 dez. 2005.

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

EKSIOGLU, M. Relative optimum grip span as a function of hand anthropometry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Dearborn, n. 34, 2004. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/ergon>. Acesso em: 15 jun. 2005.

EMBALAGEM de agrotóxicos. *InpEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias*, São Paulo, 13 nov. 2005. Disponível em: <http://www.inpev.org.br/institucional/imprensa/clipping/br/noticiaView.asp?noticiaId=74334343423334234332433424334334343347D251535672604D2132D2634D6611D66435965BB8>. Acesso em: 15 dez. 2005.

EMBLEM, H.; EMBLEM, A. *Packaging prototypes*. 2. ed. Swtizerland: RotoVision, 2000. 160 p.

FERRARI, A. *Agrotóxicos*: a praga da dominação. 2. ed. Porto Alegre: Mercado Livre, 1986.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. *Curso de estatística.* 6.ed. São Paulo: Atlas, 1996. 320p.

FRISONI, B. C.; MORAES, A. O uso dos métodos da ergonomia no desenvolvimento de projetos de produtos ergonômicos segundo designers e ergodesigners In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 4., 2000, Rio de Janeiro, **Anais...** Novo Hamburgo:Estudos em Design, 2000. p. 597-604.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991.

GOMES FILHO, J. *Ergonomia aplicada ao design industrial dos produtos de uso*: reflexão conceitual . 1995. 108 f. Tese (Doutorado em Desenho Industrial) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

GOMES, V. B.; MORAES, A. Avaliação ergonômica para determinação do limite de tolerância para o levantamento manual de cargas: métodos e estudos de casos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 10., 2000, Rio de Janeiro, **Anais...**Rio de Janeiro: ABERGO, 2000.

GRANDJEAN, E. *Manual de Ergonomia:* adaptando o trabalho ao homem. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 1998. 338 p.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. *Bases biomecânicas do movimento humano*. São Paulo: Manole, 1999. 532 p.

HAN, S.; YUN, M.; KWAHK, J.; HONG, S. Usability of consumer electronic products. *International Journal of Industrial Ergonomics*. n. 28, 2001.

IDENTIFICAÇÃO das embalagens**.** *inpEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias*, São Paulo. Seção Destino das Embalagens. Disponível em: <http://www.inpev.org.br/destino_embalagens/reciclagem_incineracao/identificacao/identificacao_embalagens.asp>. Acesso em: 15 dez. 2005.

IIDA, I. *Ergonomia*: projeto e produção. São Paulo: E. Blücher, 1998. 465 p.

_____. *Ergonomia*: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: E. Blücher, 2005. 614 p.

JUNG, M.; HALLBECK, S. M. The effect of wrist position, angular velocity, and exertion direction on simultaneous maximal grip force and wrist torque under the isokinetic conditions. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Lincoln, 2001. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/ergon>. Acesso em: 22 fev. 2005.

KAMIO, G. Painel do plástico. *Rev. Veja*, São Paulo, abr. 2003.

_____. Fornada em boa hora. *EmbalagemMarca*, São Paulo, ano 7, n. 68, p. 26-32, abr. 2005a.

_____. Otimismo espelhado: boas projeções da cadeia do plástico movimentam a Brasilpast 2005. *EmbalagemMarca*, São Paulo, ano 7, n. 69, p. 36-42, maio 2005b.

KINOSHITA, H.; MURASE, T.; BADOU, T. Grip posture and forces during holding cylindrical objects with circular grips. *Ergonomics*, n. 39, p. 1163-1176, 1996.

KONG, Y. K.; LOWE, B. D. Optimal cylindrical diameter for grip force tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Asheville, 2005. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/ergon>. Acesso em: 13 jun. 2005.

LARINI, L. *Toxicologia*. 3. ed. São Paulo: Manole, 1997. 301 p.

LEWIS, W. G.; NARAYAN, C. V. Design and sizing of ergonomic handles for hand tools.

Applied Ergonomics, n. 24, p. 351-56, 1993.

MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de marketing*: uma orientação aplicada. Tradução de Nivaldo Montingelli Jr. e Alfredo Alves de Farias. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 720 p.

MANO, E. B.; MENDES, L. C. *Identificação de plásticos, borrachas e fibras*. Rio de Janeiro: E.Blücher, 2000. 224 p.

MATTAR, F. N. *Pesquisa de marketing.* São Paulo: Atlas, 1996. 270 p.

MCCORMICK, E. J. *Ergonomia*: factores humanos en ingenieria y diseñõ. Barcelom: G. Gilli, 1980. 461 p.

MCGORRY, R. W. A system for the measurement of grip forces and applied moments during hand tool use. *Applied Ergonomics,* Hopkinton, n. 32, 2000. Disponível em: <www.elsevier.co/locate/apergo>. Acesso em: 9 mar. 2005.

MEISTER, D.; ENDERWICK, T. P. *Human factors in system design, development, and testing*. London: Lawrence Erlbaum Associates, 2002. 243 p.

MENDES, L.; CASAROTTO, R. A.; PÁSSARO, A. D. C.; SORAJI, E. M.; EQUI, M. B.; MARUYMA, P. Avaliação da sobrecarga lombar através do método NIOSH e observações sistemáticas dos postos de trabalho de trabalho de um almoxarifado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 10., 2000, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: ABERGO, 2000.

MESTRINER, F. *Design de embalagem:* curso avançado. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002. 176 p.

MOGK, J. P. M.; KEIR, P. J. The effects of posture on forearm muscle loading during gripping. *Ergonomics*, Toronto, v. 46, n. 9, 2003. Disponível em <www.tandf.co.uk/journals>. Acesso em 10 fev. 2005.

MORAES, A. Movimentação manual de cargas e parâmetros biomecânicos para o projeto de empunhaduras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 1993, Santa Catarina, **Anais...** Florianópolis: ABEPRO e Imprensa Universitária da UFSC, 1993. p.150-3. 2v.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. *Ergonomia*: conceitos e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2000. 132 p.

MORAES, A.; PEQUINI, M. S. *Ergodesign para trabalhos com terminais informatizados*. Rio de Janeiro: 2AB, 2000. 117 p.

MOURA., R. A.; BANZATO, J. M. Embalagem, unitização & conteinerização. 2. ed. São Paulo: IMAM, 1997. 354 p.

MURALIDHAR, R. R. B.; HALLBECK, M. S. The development and evaluation of an ergonomic glove. *Applied Ergonomics,* v. 30, p. 555-63, 1999.

NICOLAY, C. W.; WALKER, A. L. Grip stregth and endurance: influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Asheville, 2005. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/ergon>. Acesso em: 13 jun. 2005.

PANERO, J.; ZELNIK, M. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos. 3. ed. México: G. Gilli, 1987. 318 p.

PASCHOARELLI, L.; COURY, H. Aspectos ergonômicos e de usabilidade no design de pegas e empunhaduras. *Estudos em Design*, Rio de Janeiro, v. 8, p. 79-101, 2000.

PECE, C. A. Z. *Concepção ergonômica, desenvolvimento e otimização de um fórceps odontológico:* proposta de nova sistemática exodôntica. 1995. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 1995.

PHEASANT, S. *Bodyspace*: antropometry, ergo nomics and the design of work. London: Taylor & Francis, 1988. 244 p.

PROCESSAMENTO de embalagens cresce 24,7 % em novembro. *InpEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias,* São Paulo, 2005. Setor educação e comunicação. Disponível em: <http://www.inpev.org.br/educacao/noticias/br/noticiaView.asp?noticiaId=744334334233432333324333234333343333337D826152194741D6162D6564D3516D62715254BB9>. Acesso em: 15 dez. 2005.

PUTZ-ANDERSON, V. *Cumulative trauma disorders:* a manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs. London: Taylor & Francis, 1992. 151p.

RECICLAGEM e incineração. *InpEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias,* São Paulo. Seção Destino das Embalagens. Disponível em: <http://www.inpev.org.br/destino_embalagens/reciclagem_incineracao/produtos/produtos_reciclados.asp>. Acesso em: 15 dez. 2005.

RIGHI, C. A. R.; SANTOS, N.; CASTANHA, E. A. A ergonomia como base conceitual para o design de bens de capital. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO-TECNOLOGIA: PRODUTOS, INFORMAÇÃO, AMBIENTE CONSTRUÍDO, TRANSPORTE, 5., 2005, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: PUC, 2005. p.1-6.

RIO, R. P.; PIRES, L. *Ergonomia*: fundamentos da prática ergonômica. 3. ed. São Paulo: LTr, 2001. 225 p.

ROEBUCK, J. A. Jr. *Anthropometric methods:* designing to fit the human body. Califórnia: HFES, 1995. 194 p.

RÜEGG, E. F.; PUGA, F. R.; SOUZA, M. C. M.; ÚNGARO, M. T. S.; FERREIRA, M. S.; YOKOMIZO, Y; ALMEIDA, W. F. *Impacto dos agrotóxicos sobre o ambiente, a saúde e a sociedade.* 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 94 p.

SÁ, S.; FONSECA, G. Ergonomia, a grande aliada. Pirapora: O Lutador, 2005. 152 p.

SAPIÉN, L. R. C. Aplicación y perspectivas de la ergonomia. In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL, 1., 1996, Aguascalientes, *Curso...* Aguascalientes: 1996.

SILVA, D. M.; PASCHOARELLI, L. C.; SILVA, J. C. P. Usabilidade das embalagens de produtos dietéticos: aplicação de escalas gráficas de percepção na avaliação da interface ergonômica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO-TECNOLOGIA: PRODUTOS, INFORMAÇÃO, AMBIENTE CONSTRUÍDO, TRANSPORTE, 5., 2005, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: PUC, 2005. p.1-6.

SPERLING, L; DAHLMAN, S.; WIKSTRÖM, L.; KILBOM, A.; KADEFORS, R. A cube model for the classification of work with hand tools and the formulation of functional requirements. *Applied Ergonomics*, n. 24, p. 212-20, 1993.

TAMPAS com 40% de material reciclado. *Embanews*, São Paulo, ano 16, n. 184, p. 22, 2005.

TEIXEIRA, J. A. *Design & madeira.* Curitiba: CEFET-PR, 1999. 324p.

UM SHOW de versatilidade e alto desempenho. *Pack*, São Paulo, ano 6, n. 72, p. 26-7, 2003.

UMA EQUAÇÃO com soluções. *Embanews*, São Paulo, ano 15, v. 177A, p. 42, 2005.

VIEIRA, S. *Bioestatística tópicos avançados*: estatística não-paramétrica. 2.ed. São Paulo: Campus, 2003. 232p.

VOORBIJ, A. I. M., STEENBEKKERS, L. P. A. The composition of a graph on the decline of total body strength with age based on pushing, pulling, twisting and gripping force. *Applied Ergonomics,* Wageningen, Noruega, n.32, 2000. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/apergo>. Acesso em: 19 fev. 2005.

XERÉM vai reciclar tampa de embalagens de agrotóxicos. *InpEV - Instituto Brasileiro de Produção Sustentável e Direito Ambiental*, Xerém, 2004. Disponível em: <http://www.ibps.com.br>. Acesso em: 13 dez. 2005.

WALTER, T. R.; PUTZ-ANDERSON, V.; GARG, A.; FINE, L. J. Revised Niosh equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics,* v. 36, n. 7, p. 749-776. 1993.

ZAMBRONE. F.; KOTAKA, E. Contribuições para a construção de diretrizes de avaliação do risco toxicológico de agrotóxicos. São Paulo: E. ILSI, 2001.

GLOSSÁRIO

Agrotóxicos -	substâncias químicas utilizadas na lavoura, na pecuária e nos ambientes domésticos, envolvendo inseticidas, fungicidas, acaricidas, nematicidas, herbicidas, bactericidas e vermífugos.
Antropometria -	trata das medidas físicas do corpo humano, buscando definir dimensões que sejam estatisticamente representativas das comunidades humanas.
Artrite -	é a inflamação das articulações, em sentido amplo, conjunto de sintomas e sinais resultantes de lesões articulares produzidas por diversos motivos.
Bainha Sinovial -	bainha responsável por lubrificar os tendões facilitando a livre movimentação dos mesmos.
Bebida Carbonada -	bebida que possui o ácido carbônico em sua composição.
Biomecânica -	relação do homem em seu trabalho, envolvendo os movimentos dos músculos-esqueléticos e suas conseqüências.
Carga Isométrica -	carga máxima levantada por uma pessoa com as pernas flexionadas e a coluna na vertical.
Coeficiente de Fricção -	é o parâmetro que caracteriza a resistência ao deslizamento entre duas superfícies.
Contato -	se dá pelo toque ou aperto com os dedos e /ou palma da mão.
Copersucar -	Cooperativa de Produtores de Cana-de-Açúcar
Dielétrica -	a rigidez dielétrica de um certo material é um valor limite de tensão aplicada sobre a espessura do material, sendo que, a partir deste valor, os átomos que compõem o material se ionizam e o material dielétrico deixa de funcionar como um isolante.
Empunhadura -	se dá pelo envolvimento palmar ao redor dos equipamentos.
Ergonomia -	ciência que estuda o relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente e, particularmente a

aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desta relação.

Esteriótipo Popular - é como a maioria dos indivíduos está acostumada a executar certas ações.

Fáscias - bainhas que protegem os músculos.

Força de Preensão - não é apenas uma medida de força da mão ou mesmo limitada à avaliação do membro superior e sim um indicador de força total do corpo e de grande importância para execução e precisão dos manuseios, sendo empregada em testes de aptidão física.

Injetoras - máquina que executa a injeção de material plástico em moldes.

Insalubre - aquilo que, por sua natureza, condição ou método de trabalho, expõe os empregados à agentes nocivos à saúde, acima dos limites de tolerância fixados em razão da natureza e da intensidade do agente e do tempo de exposição aos seus efeitos.

Isquemia - é a falta de suprimento sangüíneo para um tecido orgânico.

Manejo - forma de contato estabelecida entre o homem e o produto, por meio dos membros superiores ou inferiores, executando assim a ação de comando para a realização da tarefa.

Metabolismo Humano- consiste na transformação das fontes físicas, biológicas e químicas obtidas por meio da respiração e alimentação, em energia térmica e mecânica, responsáveis pela sobrevivência do ser humano na sua vida diária, mantendo seu organismo em funcionamento e permitindo que o mesmo execute as tarefas de ordem física e/ou pisíquica

Molde - é uma ferramenta construída com o objetivo de moldar peças de plástico ou alumínio. Também é conhecida como Matriz de Injeção, embora haja o uso dos dois termos, dependendo da empresa e da instituição de ensino.

Mourão de cerca - estrutura para se executar uma cerca.

Oxibiodegradável - aquilo que se esfarela em pequenas partículas, até desaparecer ao olho nu, porém continua presente na natureza,

disfarçado pelo tamanho reduzido. Esta degradação acontece por oxidação, termodegradação, fotodegradação, estresse do produto e umidade.

Pallets - plataforma de apoio e acondicionamento de carga, com dimensões padronizadas, possuindo dispositivo para apoio de garfo de empilhadeira ou outro equipamento. Construídos normalmente em madeira ou plástico.

Pega - se dá pelo envolvimento dos extremos dos dedos em redor dos componentes dos equipamentos.

Polietileno - é um material que provém da polimerização do etileno (matéria prima que tem sua origem no petróleo ou no álcool de cana-de-açúcar), neste processo de polimerização tomam parte muitas moléculas do reagente, que se unem sucessivamente, formando uma macromolécula.

Polímero - são compostos químicos de elevada massa molecular relativa, resultantes de reações químicas de polimerização.

Sopradoras - máquina que executa o sopro de material plástico em moldes.

Tendões - são considerados feixes fibrosos ligados paralelamente entre si.

Túnel do Carpo - é formado pelos ossos do punho (carpo significa punho) e pela faixa rígida de tecido conjuntivo conhecida como ligamento transverso do carpo.

Vida-de-prateleira - durabilidade, prazo de validade do produto na prateleira.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

FICHA DE INSTRUÇÕES

1º- Este experimento tem como objetivo verificar as dificuldades e problemas causados à população pelas pegas e empunhaduras das embalagens plásticas de 20 litros para agrotóxicos, durante o seu manuseio.

2º- Durante o experimento deve-se observar detalhes como:

? Se o peso da embalagem é adequado;

? Se a dimensão da embalagem permite boa pega;

? Se a embalagem escorrega ao manuseá-la;

? Se a embalagem é fácil ou difícil para ser aberta e fechada;

? Se a embalagem exige muita força para manuseá-la;

? Se a embalagem causa danos físicos à saúde do usuário.

3º- Serão testados três embalagens com sistemas de pegas diferentes, sendo que o manuseio das mesmas deverá ser realizado com a mão de sua preferência (direita e/ou esquerda), como lhe é de costume.

4º- O sujeito deve, inicialmente, se posicionar na postura em pé, à frente do pulverizador e da embalagem.

5º- Primeiramente, abra a embalagem;

6º- Verta parte do conteúdo no interior do pulverizador;

7°- Feche-a ;

8º- Responda às perguntas dos questionários, que irão verificar a eficiência das pegas e os problemas encontrados na usabilidade das embalagens testadas.

APÊNDICE 2

Questionário Embalagem COEX com alça injetável					
Código do sujeito:					
Idade:	□ 18 a 24	□ 25 a 34	□ 35 a 44	□ 45 a 54	□ 55 a 64
□ canhoto		□ destro			

1- Você sentiu desconforto ao pegar esta embalagem?
□ sim □ não

2- O vão da pega da embalagem é estreito para sua mão?
□ sim □ não

3- Qual a sua opinião sobre a posição da pega desta embalagem?
□ adequada □ inadequada

4- A embalagem já causou ferimento nas mãos ao manuseá-la?
□ sim □ não

5- Qual a sua opinião sobre o peso da embalagem?
□ ideal □ pesada □ muito pesada

6- Tem dificuldade para levantar e tombar a embalagem?
□ sim □ não

7- O levantamento da embalagem é feito com o auxílio de mais pessoas?
□ sim □ não

8- Há necessidade de mais apoio (pega) para verter o produto?
□ sim □ não

9- Qual a sua opinião sobre a segurança ao manusear a embalagem?
□ escorrega (insegura) □ permite firmeza (segura)

10- Sentiu alguma dificuldade ao abrir a tampa da embalagem?
□ sim □ não

11- O sistema para o rompimento do lacre interno funciona?
□ sim □ não

12- A embalagem exige para o rompimento do lacre interno:

□ muita força □ força normal □ pouca força

13- Qual a sua opinião sobre o tamanho da pega da tampa desta embalagem?
□ pequena □ ideal □ grande

14- É importante um sistema de fechamento que vede a embalagem após sua abertura?
□ sim □ não

15- Você já devolveu a embalagem sem a tampa por tê-la perdido?
□ sim □ não

16- Considera interessante deixar a tampa unida à embalagem após seu uso?
□ sim □ não

17- Você costuma utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) ao manusear a embalagem?
□ sim □ não

18- Você acha interessante poder visualizar o nível do agrotóxico dentro da embalagem?
□ sim □ não

APÊNDICE 3

Questionário Embalagem Empilhável MAUSER					
Código do sujeito:					
Idade:	□ 18 a 24	□ 25 a 34	□ 35 a 44	□ 45 a 54	□ 55 a 64
□ canhoto		□ destro			

1- Você sentiu desconforto ao pegar esta embalagem?
□ sim □ não

2- O vão da pega da embalagem é estreito para sua mão?
□ sim □ não

3- Qual a sua opinião sobre a posição da pega desta embalagem?
□ adequada □ inadequada

4- A embalagem já causou ferimento nas mãos ao manuseá-la?
□ sim □ não

5- Qual a sua opinião sobre o peso da embalagem?
□ ideal □ pesada □ muito pesada

6- Tem dificuldade para levantar e tombar a embalagem?
□ sim □ não

7- O levantamento da embalagem é feito com o auxílio de mais pessoas?
□ sim □ não

8- Há necessidade de mais apoio (pega) para verter o produto?
□ sim □ não

9- Qual a sua opinião sobre a segurança ao manusear a embalagem?
□ escorrega (insegura) □ permite firmeza (segura)

10- Sentiu alguma dificuldade ao abrir a tampa da embalagem?
□ sim □ não

11- O sistema para o rompimento do lacre interno funciona?
□ sim □ não

12- A embalagem exige para o rompimento do lacre interno:

□ muita força □ força normal □ pouca força

13- Qual a sua opinião sobre o tamanho da pega da tampa desta embalagem?
□ pequena □ ideal □ grande

14- É importante um sistema de fechamento que vede a embalagem após sua abertura?
□ sim □ não

15- Você já devolveu a embalagem sem a tampa por tê-la perdido?
□ sim □ não

16- Considera interessante deixar a tampa unida à embalagem após seu uso?
□ sim □ não

17- Você costuma utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) ao manusear a embalagem?
□ sim □ não

18- Você acha interessante poder visualizar o nível do agrotóxico dentro da embalagem?
□ sim □ não

APÊNDICE 4

Questionário Embalagem RETANGULAR					
Código do sujeito:					
Idade:	□ 18 a 24	□ 25 a 34	□ 35 a 44	□ 45 a 54	□ 55 a 64
□ canhoto		□ destro			

1- Você sentiu desconforto ao pegar esta embalagem?
□ sim □ não

2- O vão da pega da embalagem é estreito para sua mão?
□ sim □ não

3- Qual a sua opinião sobre a posição da pega desta embalagem?
□ adequada □ inadequada

4- A embalagem já causou ferimento nas mãos ao manuseá-la?
□ sim □ não

5- Qual a sua opinião sobre o peso da embalagem?
□ ideal □ pesada □ muito pesada

6- Tem dificuldade para levantar e tombar a embalagem?
□ sim □ não

7- O levantamento da embalagem é feito com o auxílio de mais pessoas?
□ sim □ não

8- Há necessidade de mais apoio (pega) para verter o produto?
□ sim □ não

9- Qual a sua opinião sobre a segurança ao manusear a embalagem?
□ escorrega (insegura) □ permite firmeza (segura)

10- Sentiu alguma dificuldade ao abrir a tampa da embalagem?
□ sim □ não

11- O sistema para o rompimento do lacre interno funciona?
□ sim □ não

12- A embalagem exige para o rompimento do lacre interno:

□ muita força □ força normal □ pouca força

13- Qual a sua opinião sobre o tamanho da pega da tampa desta embalagem?
□ pequena □ ideal □ grande

14- É importante um sistema de fechamento que vede a embalagem após sua abertura?
□ sim □ não

15- Você já devolveu a embalagem sem a tampa por tê-la perdido?
□ sim □ não

16- Considera interessante deixar a tampa unida à embalagem após seu uso?
□ sim □ não

17- Você costuma utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) ao manusear a embalagem?
□ sim □ não

18- Você acha interessante poder visualizar o nível do agrotóxico dentro da embalagem?
□ sim □ não

19- Qual das três embalagens apresentou o melhor sistema de pega?
□ A □ B □ C

20- Tem alguma sugestão para o melhoramento do manuseio destas embalagens?

ANEXO 1

Cristiane

De: "InpEV" <inpev@inpev.org.br>
Para: <cra@uel.br>
Enviada em: terça-feira, 24 de julho de 2007 17:08
Assunto: RE: inpEV - Fale Conosco

Prezada Cristiane, Obrigado pelo contato por meio do Fale Conosco do site do inpEV. Quanto à sua solicitação, informamos abaixo algumas empresas fabricantes de embalagens de defensivos agrícolas. Cimplast - http://www.cimplast.com.br/ Mauser - http://www.mauser.com.br/ Unipac - http://www.unipac.com.br/ e http://www.unipacnet.com.br/ Graham - http://www.grahampackaging.com.br/ Estamos à disposição. Atenciosamente, Educação e Comunicação inpEV

Sua mensagem:

Estou fazendo doutorado na UNESP-Bauru e sou docente do Curso de Design da UEL-Universidade Estadual de Londrina. Preciso da relação das empresas fabricantes de embalagens plásticas para agrotóxicos, pois como produto da minha tese terei um Guia de Parâmetros Ergonômicos para o Desenvolvimento de Embalagens Plásticas para Agrotóxicos, e neste sentido gostaria de estar disponibilizando para tais indústrias este material. Desde já agradeço a atenção e aguardo um retorno. Obrigada

Copyright 2005 - InpEV - Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias
Todos os direitos reservados - Política de Privacidade