



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**CAMPUS PONTA GROSSA**

**GERÊNCIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PPGEP**

**GILBERTO MARTINS FREIRE**

**RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE  
CADEIRAS, A PARTIR DE UMA ANÁLISE ERGONÔMICA:**

**ARREMESSO DO PESO NOS JOGOS  
PARAPANAMERICANOS 2007**

**PONTA GROSSA**

**JUNHO - 2008**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**GILBERTO MARTINS FREIRE**

**RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE  
CADEIRAS, A PARTIR DE UMA ANÁLISE ERGONÔMICA:  
ARREMESSO DO PESO NOS JOGOS  
PARAPANAMERICANOS 2007**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Industrial, da Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação, do Campus Ponta Grossa, da UTFPR.

**Orientador:** Prof. Luiz Alberto Pilatti, Dr.

**PONTA GROSSA**

**JUNHO - 2008**

F866 Freire, Gilberto Martins

Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras, a partir de uma análise ergonômica: arremesso de peso nos Jogos Parapanamericanos 2007. / Gilberto Martins Freire -- Ponta Grossa : [s.n.], 2008.

156 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof.Dr. Luiz Alberto Pilatti

Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Ponta Grossa, 2008.

1. Ergonomia - Esportes. 2. Arremesso de peso - Cadeira. 3. Atletismo adaptado. 4. Jogos Parapanamericanos. I. Pilatti, Luiz Alberto. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. III. Título.

CDD 620.82



Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus de Ponta Grossa  
Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



### TERMO DE APROVAÇÃO

Título de Dissertação Nº 80

**RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE CADEIRAS, A PARTIR DE UMA  
ANÁLISE ERGONÔMICA: ARREMESSO DO PESO NOS JOGOS  
PARAPANAMERICANOS 2007**

por

**Gilberto Martins Freire**

Esta dissertação foi apresentada às **14 horas** de **29 de julho de 2008** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, linha de pesquisa em **Gestão da Produção e Manutenção**, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Ferreira de Araujo  
(UNICAMP)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Guanís de Barros Vilela Junior  
(UEPG)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula  
Xavier (UTFPR)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Alberto Pilatti (UTFPR) -  
Orientador

Visto do Coordenador:

\_\_\_\_\_  
Kazuo Hatakeyama (UTFPR)  
Coordenador do PPGEP

Dedico este trabalho aos meus pais Genival Freire e Maria da Penha Martins Freire pelo apoio incondicional e pelo exemplo de dignidade e humanidade.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por todos seus ensinamentos;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Alberto Pilatti, pela dedicação e paciência;

Ao Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier, pelas significativas inferências;

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco, pela oportunidade;

A minha companheira Fabiane do Rosário Almeida pelo amor e compreensão;

Aos amigos de luta pela causa da pessoa portadora de deficiência em especial a Ingrid Lopes, Ciraldo Reis, Rosélio Villar, João Batista e ao prof Sérgio Coelho (*in memória*);

Aos meus irmãos Jaquelline e Germano pelo apoio;

A UTFPR; CEFETPE; CERTO; ABRADecAR;

Aos professores do PPGEP;

Aos colegas do PIQDTec, pelo encontro e companheirismo;

Aos colegas bolsistas e amigos da secretaria pela oportunidade de cativar sua amizade;

Á CAPES e ao PIQDTec;

A todos os funcionários da UTFPR pela parceria.

Senhor, onde estavas?

Senhor, onde estavas, quando com o  
coração ferido pela indiferença de alguns

a ti eu clamava?

Senhor, onde estavas?

Quando chorando, eu via como vãs as  
pernas que me destes porque  
fraquejavam?

Ah! Senhor! Vi que comigo estavas  
ao lembrar dos meus amigos,  
aqueles que me dão à mão e o coração.

E graças Te dei por que  
sozinha eu não estava.

(Luzineide Cintra, 09/02/08)

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi elaborar um caderno de encargos e recomendações ergonômicas, a partir de análises de situações reais, para as cadeiras de arremesso no paradesporto. A abordagem metodológica utilizada foi a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), com base no modelo proposto por Santos e Fialho (1995). Foram analisadas as relações entre inconvenientes ergonômicos das cadeiras de arremesso, os *modus operandi* exigidos por essa situação de trabalho e seus efeitos sobre o desempenho dos paratletas nos jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007. Foi constatado que as cadeiras analisadas não apresentavam os critérios que avaliam a qualidade de interação dos produtos com seus usuários. Os inconvenientes ergonômicos observáveis das cadeiras, não favoreciam as posturas adequadas, o que ratificou que a melhora do desempenho do paratleta depende de uma boa interface com sua cadeira. A utilização da AET no cenário paradesportivo mostrou-se uma valiosa ferramenta para verificar as disfunções existentes nas cadeiras de arremesso, tornando-se uma opção metodológica de investigação na área do desporto adaptado. Concluiu-se que, as disfunções que se estabelecem na atividade do arremesso sobre a cadeira de ordem tecnológica, normativa, simbólica e organizacional, aparecem como fator interveniente ou mesmo determinante no comprometimento da saúde, do conforto, da segurança e desempenho do paratleta.

**Palavras-chave:** *Ergonomia, Cadeira de Arremesso, AET, Atletismo Adaptado, Paradesporto.*

## ABSTRACT

The aim of this paper is to create a folder with rules and ergonomic recommendations after analyzing real situations, where it could be observed that the shot put wheelchairs are not compatible with its users. The methodology used was the Work Ergonomic Analyses (AET), according to the model created by Santos e Fialho (1995). In this way it was analyzed the relation between the ergonomic inconveniences of shot put chairs, modus operandi demanded for it and the effects on the disabled athletes performance during the Panamerican Games in Rio de Janeiro 2007. After checking the work reality of shot putting on a wheelchair it became clear that the analyzed chairs were not compatible with its users. It was observed that the ergonomic inconveniences were favorable to a correct body posture, making the disabled athlete have a better performance accordingly to the chair. The use of Work Ergonomic Analyses (AET) in the para sport scene proved to be an important tool to verify the dysfunctions of shot put chairs, becoming one methodological option for the investigation for disabled athletes area. Concluding that, the inconvenient functions of this technological activity, ruled, symbolic and organizational are factors that interfere or even determine health problems, comfort, safety and the athletes' performance.

**Key-words:** Ergonomics, shot put chair, AET, Athletics adaptation, Paralympic Sports

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ludwig Guttmann precursor das atividades esportivas para pessoas com deficiência. ....	18
Figura 2 – Execução do lançamento do <i>club</i> com o paratleta utilizando uma cadeira de uso diário.....	26
Figura 3 – Paratleta utilizando cadeira de uso diário para os arremessos.....	27
Figura 4 – Cadeira de uso diário com utilização de artefatos de fixação .....	27
Figura 5 – Cadeira de arremesso adequada ao usuário .....	28
Figura 6 -- Cadeiras com anfractuosidades, cantos vivos e bordas cortantes .....	38
Figura 7 - Posições assumidas pela coluna em formas típicas da postura sentada .	44
Figura 8 – Postura sentada apresentando acomodação do sacro e a lordose lombar se transforma em cifose.....	45
Figura 9 – O encosto reclina com aumento do ângulo de inclinação do assento.....	46
Figura 10 - Estrutura da bacia, demonstrando as tuberosidades isquiáticas, responsáveis pelo peso corporal na posição sentada.....	48
Figura 11 - O contato da nádega com a superfície do assento realizado por meio das tuberosidades isquiáticas.....	50
Figura 12 – Medida adotada (G) para utilização do descanso para os pés .....	51
Figura 13 - Falta de profundidade do assento causando pressão na porção posterior da coxa e excesso de profundidade inibindo a mobilidade popliteal.....	52
Figura 14 - Curvatura lombar modificada na postura sentada de uma lordose lombar para uma cifose lombar.....	52
Figura 15 - Planos e eixos de referência.....	53
Figura 16 – Medidas para o dimensionamento de cadeiras na postura sentada .....	58
Figura 17 – Empunhadura do arremesso.....	65
Figura 18 – Fase de preparação do arremesso posição da cabeça e do braço.....	65

Figura 19 – Fase de preparação do arremesso ângulo cotovelo x tronco.....	66
Figura 20 – Fase de aceleração do arremesso movimento de rotação do tronco.....	66
Figura 21 – Fase do arremesso movimento final do braço .....	67
Figura 22 - Assento incompatível com o comprometimento do usuário .....	84
Figura 23 - Cadeiras com assentos incompatíveis com seus usuários .....	85
Figura 24 - Cadeira apresentando ângulos ortogonais .....	86
Figura 25 - Cadeira de escritório .....	87
Figura 26 - Cadeira de uso diário .....	87
Figura 27 - Paratletas sem tênis e meias .....	88
Figura 28 - Cadeiras de arremesso abaixo da altura regulamentar estabelecida pelas regras .....	95
Figura 29 – Fase de preparação do arremesso (034) .....	101
Figura 30 - Fase de preparação do arremesso (327) .....	101
Figura 31 - Fase de preparação do arremesso (520) .....	102
Figura 32 - Fase de preparação do arremesso (420) .....	102
Figura 33 - Fase de construção do arremesso (034) .....	103
Figura 34 - Fase do arremesso (034) .....	104
Figura 35 - Fase de construção do arremesso (327) .....	104
Figura 36 - Fase do arremesso (327) .....	104
Figura 37 - Fase de construção do arremesso (520) .....	105
Figura 38 - Fase do arremesso (520) .....	105
Figura 39 - Fase de construção do arremesso (420) .....	105
Figura 40 - Fase do arremesso (420) .....	105
Figura 41 - Fase do arremesso (034) .....	107
Figura 42 – Fase final do arremesso (034) .....	107
Figura 43 – Recuperação do arremessador (034) .....	107

Figura 44 - Fase do arremesso (327).....	108
Figura 45 - Fase final do arremesso (327) .....	108
Figura 46 - Recuperação do arremessador (327) .....	109
Figura 47 - Fase do arremesso (520).....	109
Figura 48 - Fase final do arremesso (520) .....	109
Figura 49 - Fase final do arremesso (520) .....	110
Figura 50 - Fase de recuperação do arremesso (520).....	110
Figura 51 - Fase do arremesso (420).....	110
Figura 52 - Fase final do arremesso (420) .....	111
Figura 53 - Fase de recuperação do arremesso (420).....	111
Figura 54 – Cadeiras de arremesso com assentos sem acolchoados .....	118
Figura 55 – Cadeiras de arremesso com assentos incompatíveis com as necessidades de seus usuários .....	118
Figura 56 – Cadeiras de arremesso com encostos incompatíveis com as recomendações da literatura.....	118
Figura 57 – Cadeiras de arremesso apresentando ausência de elementos .....	119
Figura 58 – Cadeiras de arremesso apresentando acabamento rudimentar e degradado.....	119
Figura 59 - Planos e eixos de referência.....	134

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percentual de convenientes observáveis e não observáveis nas cadeiras de arremesso na demanda .....	90
Tabela 2 – Convenientes observados nas cadeiras de arremesso com encosto na análise da tarefa.....	91
Tabela 3 – Convenientes observados nas cadeiras de arremesso sem encosto na análise da tarefa.....	93
Tabela 4 - Resultado do evento do arremesso do peso e número de inconvenientes ergonômicos observáveis nas cadeiras dos arremessadores.....	93
Tabela 5 – Ângulos de preparação e saída: suas diferenças e resultados dos arremessadores selecionados .....	100
Tabela 6 -Posturas adequadas e inadequadas na fase de preparação do arremesso do peso .....	103
Tabela 7 - Posturas adequadas e inadequadas na fase de construção do arremesso do peso .....	106
Tabela 8 - Fase do arremesso: relação entre as posturas adequadas e inadequadas em relação ao desempenho.....	111

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução Brasileira em número de medalhas em Paraolimpíadas.....	21
Quadro 2 – Ranking de medalhas Paraolímpicas das principais modalidades praticadas no Brasil.....	21
Quadro 3 – Capacidades anatômicas relevantes no estabelecimento de uma classificação funcional.....	24
Quadro 4 - Caracterização da classe funcional F58.....	25
Quadro 5 – Classificações da ergonomia.....	32
Quadro 6 – Características desejáveis dos produtos .....	33
Quadro 7 - Processo de desenvolvimento do produto .....	34
Quadro 8 - Efeitos psicológicos das cores .....	40
Quadro 9 – Definições da configuração do assento.....	50
Quadro 10 – Definições das configurações do encosto .....	53
Quadro 11 – Definição das configurações do descanso para os braços.....	54
Quadro 12 - Dados Antropométricos para Concepção de Cadeiras no Paradesporto .....	59
Quadro 13 – Medidas críticas para concepção de cadeiras de rodas.....	60
Quadro 14 - Fases de uma análise biomecânica qualitativa .....	62
Quadro 15 - Fases do arremesso do peso.....	64
Quadro 16 - Correspondência entre os procedimentos de pesquisa em ergonomia e as etapas da análise ergonômica de uma situação de trabalho.....	72
Quadro 17 - Modelo sistêmico de uma situação de trabalho, componentes e laços de regulação .....	74
Quadro 18 - Protocolo de Formulação da Demanda.....	75
Quadro 19 - Definição dos inconvenientes ergonômicos apontados na análise da demanda .....	76

Quadro 20 - Avaliação dos inconvenientes apontados na análise da demanda .....	76
Quadro 21 - Protocolo para realização dos ensaios fotográficos das cadeiras.....	77
Quadro 22 - Definição dos inconvenientes detectados nas cadeiras de arremesso fotografadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio (2007) .....	78
Quadro 23 - Inconvenientes detectados das cadeiras de arremesso com encosto fotografadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio (2007) .....	78
Quadro 24 - Inconvenientes detectados das cadeiras de arremesso sem encosto fotografadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio (2007) .....	79
Quadro 25 - Roteiro de Entrevista para técnicos e paratletas .....	79
Quadro 26 – Protocolo de análise das posturas no arremesso do peso (análise da atividade).....	81
Quadro 27 – Análise da demanda caso 1 .....	145
Quadro 28 – Análise da demanda caso 2 .....	146
Quadro 29 – Análise da demanda caso 3 .....	147
Quadro 30 – Análise da demanda caso 4 .....	148
Quadro 31 Análise da demanda caso 5 .....	149
Quadro 32 - Análise da demanda caso 6 .....	150
Quadro 33 - Análise da demanda caso 7 .....	151
Quadro 34 - Análise da demanda caso 8 .....	152
Quadro 35 - Análise da demanda caso 9 .....	153
Quadro 36 - Análise da demanda caso 10 .....	154
Quadro 37 - Análise da demanda caso 11 .....	155

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quadro evolutivo do Paradesporto Mundial.....	20
Gráfico 2 – Efeito do ângulo de liberação em uma altura de liberação igual a zero..	68
Gráfico 3 – Parábola simétrica com relação ao eixo da curva.....	68
Gráfico 4 – Aumento da distância com o ponto de partida sobre a horizontal .....	69
Gráfico 5 - Inconvenientes detectados na análise da demanda.....	89
Gráfico 6 - Inconvenientes detectados nas cadeiras de arremesso que possuem encosto, fotografadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio (2007).....	91
Gráfico 7 - Inconvenientes detectados das cadeiras de arremesso que não possuem encosto, fotografadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio (2007).....	92
Gráfico 8 - Relação entre inconvenientes ergonômicos e desempenho do paratleta classe F58 no evento de arremesso do peso.....	94
Gráfico 9 – Relação entre as posturas adequadas e desempenho.....	112
Gráfico 10 - Relação entre os resultados, os inconvenientes ergonômicos e as posturas adequadas.....	113

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRADECAR	Associação Brasileira de Desporto em Cadeiras de Rodas, Amputados e <i>Lés- autres</i>
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
CERE	Caderno de Encargos e Recomendações Ergonômicas
CPB	Comitê Paraolímpico Brasileiro
DORT	Distúrbios Osteomusculares relacionados ao trabalho
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPC	Comitê Paraolímpico Internacional
ISMWSF	<i>International Stoke Mandeville Wheelchair Sports Federation</i>
IWAS	<i>International Wheelchair e Amputee Sports Federation</i>
LER	Lesão por esforço repetitivo
PPDF	Pessoas Portadoras de Deficiência Física

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema de pesquisa	14
1.2	Objetivo geral	14
1.3	Objetivos específicos	14
1.4	Limitações do estudo	15
1.5	Justificativa	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Esporte adaptado	17
2.1.1	Sistema de classificação funcional	22
2.1.2	Evolução da cadeira de arremesso	26
2.2	Ergonomia	28
2.3	Ergonomia e produto	32
2.4	Fatores ergonômicos básicos	36
2.4.1	Tarefa	37
2.4.2	Atividade	37
2.4.3	Segurança	37
2.4.4	Conforto	38
2.4.5	Envoltórios de alcances físicos	38
2.4.6	Materiais	39
2.4.7	Cores	39
2.5	Cadeira	41
2.5.1	Medidas e prescrição de cadeiras	47
2.6	Bases antropométricas e biomecânicas	55
2.6.1	Antropometria	55
2.6.2	Biomecânica	60

3	Metodologia	71
3.1	Abordagem metodológica	71
3.2	Contexto	73
3.3	Características da população	74
3.4	Procedimento	75
3.5	Técnicas	82
4	ANÁLISES E DISCUSSÕES	84
4.1	Resultados da análise da demanda	84
4.2	Resultados da análise da tarefa	90
4.3	Resultados da análise da atividade	99
4.3.1	Preparação	100
4.3.2	Construção	103
4.3.3	Arremesso	106
4.4	Resultados da análise confrontados com as posturas adequadas, posturas inadequadas, inconvenientes ergonômicos e desempenho.	112
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	114
5.1	Relação entre os objetivos e os resultados	114
5.2	Sugestões para trabalhos futuros	120
	REFERÊNCIAS	122
	APÊNDICE A – CADERNO DE ENCARGOS E RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS	127
	APÊNDICE B – TRABALHOS REFERENTES À DISSERTAÇÃO PUBLICADOS NO DECORRER DA PESQUISA	141
	APÊNDICE C – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 1	145
	APÊNDICE D – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 2	146
	APÊNDICE E – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 3	147
	APÊNDICE F – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 4	148
	APÊNDICE G – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 5	149
	APÊNDICE H – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 6	150
	APÊNDICE I – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 7	151
	APÊNDICE J – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 8	152
	APÊNDICE K – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 9	153
	APÊNDICE L – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 10	154
	APÊNDICE M – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 11	155
	ANEXO A – RESULTADOS DO ARREMESSO DO PESO MASCULINO CLASSES – F56-58	156

# 1 INTRODUÇÃO

Os problemas enfrentados por pessoas que possuem limitações físicas, sensoriais ou mentais, que na maioria das vezes não as incapacitam, denotam dos primórdios da humanidade. Em diferentes períodos temporais, os indivíduos toleraram um cenário de submissão funcional demandado por deficiências sociais que as impediram de levar uma vida natural em sociedade.

Um modelo de incapacidade, como questão de desvantagem, deficiência, ou doença, ainda persiste em algumas esferas sociais, cuja perspectiva agrava limitações e reforça a desvantagem criando um cenário de discriminação (RIOUX e CABERT, 2003).

Além da ocorrência natural de pessoas com deficiência, o mundo enfrentou duas Grandes Guerras (1914 e 1939), que resultaram em uma grande exigência por serviços médicos de reabilitação.

Uma das alternativas encontradas na área da reabilitação para este contingente de pessoas mutiladas pelas guerras foi criada no Hospital de Stoke Mandeville, pelo neurologista Ludwig Guttmann, que adaptou o esporte aos conceitos de reabilitação física e emocional para as pessoas com deficiência, ou seja, as atividades esportivas e de lazer passaram a servir de coadjuvante no processo de reabilitação e inserção social. Surgem, assim, novas possibilidades de atividades relacionadas a esse contingente populacional.

De acordo com o senso demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2003), o segmento de pessoas com deficiência no Brasil representa 14,5% da população. Das deficiências declaradas, 48% são visuais, seguidos dos problemas motores com 22%, auditivos 16,7%, mentais 8,3% e os físicos 4,1%. Portanto, convive-se com um universo de quase 24 milhões de pessoas portadoras de algum tipo de deficiência.

O interesse em estudos sobre as pessoas com deficiência indica a ergonomia e sua crescente participação na força de trabalho à medida que busca os meios de interação do trabalho ao indivíduo, com uma produção maior e com melhores condições. Segundo Lida (1990), os progressos das técnicas de reabilitação e o

desenvolvimento de equipamentos especiais promovem este segmento para o trabalho produtivo.

Neste estudo, a ergonomia será focada como uma área de estudo no campo da engenharia de produção capaz de adaptar a atividade paraesportiva ao praticante. Em termos práticos, é requerido que as tecnologias, regras, técnicas e adaptações devam ser adequadas às características e limitações biológicas, físicas e mentais do praticante, com vistas à melhoria contínua do desempenho do paratleta, para quem os critérios de conforto, segurança e desempenho necessitam ser assegurados.

Analogamente, estabelece-se um consenso de que, tal como um trabalhador em uma indústria mantém uma interface com o produto-máquina ou posto de trabalho para realizar sua atividade, e dar conta da tarefa que lhe foi demandada, o desportista em foco exerce uma interface com o produto cadeira de arremesso para realizar a atividade do arremesso do peso com performances cada vez mais elevadas, considerando-se que no mundo esportivo marcas e recordes anteriores devem constantemente ser superados.

### **1.1 Problema de pesquisa**

- As cadeiras de arremesso estão compatíveis com seus usuários? Se concebidas ergonomicamente possibilitam uma atividade com uma produção maior e com condições melhores?

### **1.2 Objetivo geral**

Elaborar um caderno de encargos com recomendações ergonômicas para aplicação no reprojeto ou no projeto de cadeiras de arremesso no atletismo adaptado, a partir de análises de situações reais.

### **1.3 Objetivos específicos**

São os seguintes objetivos específicos deste estudo:

- Inventariar algumas medidas antropométricas dos usuários e medidas usuais de cadeiras relevantes no dimensionamento de cadeiras de arremesso do peso;

- Identificar os inconvenientes ergonômicos nas cadeiras de arremesso em uso;
- Analisar a atividade do praticante de arremesso de peso, considerando a sua interface com a cadeira de arremesso em uso;
- Propor melhorias no *design* e na tecnologia atual da cadeira de arremesso, mediante um conjunto de especificações projetuais.

#### 1.4 Limitações do estudo

O presente estudo limitou-se em investigar os inconvenientes ergonômicos observáveis das cadeiras de arremesso, e o *modus operandi* dos paratletas de classe funcional F58.

#### 1.5 Justificativa

Os arremessos sobre cadeira se constituem em uma prática bem difundida no âmbito do atletismo adaptado, onde o paratleta se utiliza da cadeira como extensão do seu corpo para realizar a ação do arremesso.

Freire *et al.* (2006) como organizador e técnico de vários campeonatos regionais, nacionais e internacionais, coloca que existe uma série de inconvenientes inerentes à prática do arremesso sobre a cadeira como: cadeiras construídas com materiais inadequados, ausência de alças e rodas destinadas ao transporte manual e estrutura rígida e inflexível, indicando falta de modularidade.

Assim, observou-se que as cadeiras são construídas de forma bem rudimentar e que estas disfunções parecem se constituir em fatores intervenientes ou mesmo determinantes no comprometimento do desempenho da atividade e do bem-estar do praticante. O autor, acima citado, sugere que o abandono da prática desta modalidade paraesportiva por parte de alguns praticantes possa encontrar aí as suas raízes e as suas razões.

Como é possível perceber, a trajetória desta pesquisa faz uma incursão em várias áreas do conhecimento científico, em uma integração de arcabouços teóricos e metodológicos da área da ergonomia física (antropometria e biomecânica). Isto porque se propõe aqui conhecer o operador (praticante), a tecnologia (cadeira de

arremesso) e a utilização da tecnologia pelo operador em uma situação de competição esportiva (arremesso de peso).

Este cenário propicia a inclusão da engenharia ergonômica, pois chegou o momento de o esporte adaptado adotar os benefícios ergonômicos, cujos ganhos ainda estão restritos ao âmbito das correções das insuficiências e inadequações.

Frente à necessidade de melhorar as condições do paratleta e ao mesmo tempo de contribuir para o incremento científico no setor do esporte adaptado, esta pesquisa elaborou algumas recomendações ergonômicas que podem ser utilizadas na concepção das cadeiras de arremesso em foco, colaborando para minimizar os inconvenientes e as disfunções desta atividade.

A pesquisa apresenta-se descrita em cinco capítulos, assim estruturados:

Capítulo 1: Introdução;

Capítulo 2: Referencial teórico;

Capítulo 3: Metodologia;

Capítulo 4: Análises e discussões;

Capítulo 5: Conclusões (Diagnóstico ergonômico e Caderno de encargos e recomendações ergonômicas), seguido de apêndices e anexos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo serão discutidos os seguintes tópicos: esporte adaptado, ergonomia, produto, cadeira, antropometria e biomecânica.

Para a consecução dos objetivos do trabalho faz-se necessária uma revisão histórica do esporte adaptado, contextualizando sua evolução e seu desenvolvimento no Brasil. O foco da revisão, para a conformação do objeto da pesquisa, está no atletismo adaptado, no sistema de classificação funcional e na evolução da cadeira de arremesso.

É apresentado o conceito de ergonomia, suas subdivisões e sua relação com o produto, seguido da descrição dos fatores ergonômicos básicos relacionados ao seu manuseio e concepção. Discorre-se, também, sobre as especificações da cadeira, escolhida para esta pesquisa, seguida da descrição de partes relevantes da configuração de uma cadeira e suas implicações. Na parte final do capítulo são descritas as bases antropométricas e biomecânicas relacionadas com o presente estudo.

### 2.1 Esporte adaptado

O esporte organizado para pessoas com deficiência teve início após a Segunda Guerra Mundial. Até então, não existiam eventos esportivos organizados de forma sistemática para este segmento social.

Para Araújo (1998), existiam registros de práticas desportivas anteriores à Segunda Grande Guerra, porém tratavam-se de atividades isoladas que não sofriam processo de continuidade.

Os países envolvidos nos conflitos das duas Grandes Guerras, ao final, tinham como heróis soldados com vários tipos de incapacidades, tais como paraplégicos e amputados.

Segundo o *Paralympic Spirit* (1996), o esporte organizado para pessoas com deficiência surgiu depois que os métodos tradicionais de reabilitação não correspondiam satisfatoriamente às necessidades médicas e psicológicas do grande número de soldados deficientes.

Em função da grande demanda pós-guerra e do pedido do governo britânico, o neurologista Ludwig Guttmann, criou o Centro Nacional de Lesionados Medulares do Hospital de Stoke Mandeville, destinado a tratar soldados do exército inglês feridos na Segunda Guerra Mundial (VITAL e ROSE, 2004). Em 1945, Guttmann (figura 1) iniciou o primeiro programa de esportes organizados em cadeiras de rodas.



Fonte: Cd-Rom - Paralympics Spirit (1996).

**Figura 1 - Ludwig Guttmann precursor das atividades esportivas para pessoas com deficiência.**

De acordo com Adams *et al.* (1985) o pós-guerra criou uma situação de emergência com a construção de centros de reabilitação e treinamento como parte de um vasto programa de reabilitação, onde o esporte repentinamente foi visto como um auxiliar importante na reabilitação de veteranos de guerra deficientes.

Conforme Stefane (2002), os ideais e os métodos de Guttmann foram se expandindo, e médicos do mundo inteiro começaram a adotar a prática sistemática do esporte como parte da reabilitação médica e social dos pacientes.

Logo, o programa de reabilitação criado por Guttmann tornou-se o primeiro programa organizado de esportes em cadeiras de rodas, que foi introduzido na Europa em 1948 com a participação de 26 pacientes britânicos (ADAMS *et al.*, 1985).

À medida que o interesse no esporte crescia, aumentava a quantidade de participantes, e assim Guttmann expandiu as modalidades de esportes em cadeira de rodas, e os Jogos de Stoke Mandeville tornaram-se um sucesso (ADAMS *et al.*, 1985).

De acordo com Stefane (2002), durante a Olimpíada de verão de 1958, realizada na Itália, o diretor do Centro de Lesionados Medulares de Ostia, Antonio Maglia, propôs que os Jogos de Stoke Mandeville de 1960 se realizassem também em Roma como os Olímpicos, surgindo assim as Paraolimpíadas.

Disseminado globalmente, o esporte adaptado chegou ao Brasil na década de 50, através de Robson Sampaio de Almeida residente no Rio de Janeiro, e Sergio Serafim Del Grande, da cidade de São Paulo, que procuraram os serviços de reabilitação nos Estados Unidos. (ARAÚJO, 1998).

Muitas pesquisas apontam o valor do esporte na vida das pessoas, porém na vida de uma pessoa com incapacidade sua relevância ganha destaque pela influência na reabilitação e por ser um meio de integração social (STEADWARD E PETERSON, 1997).

Segundo Adams *et al.* (1985, p. 218):

A prática de esportes, jogos e atividades também preenchem certos objetivos sociais e emocionais. A possibilidade de se divertir e as reações positivas graças à participação nestas atividades melhoram muitas vezes o desenvolvimento social e a auto-estima da pessoa.

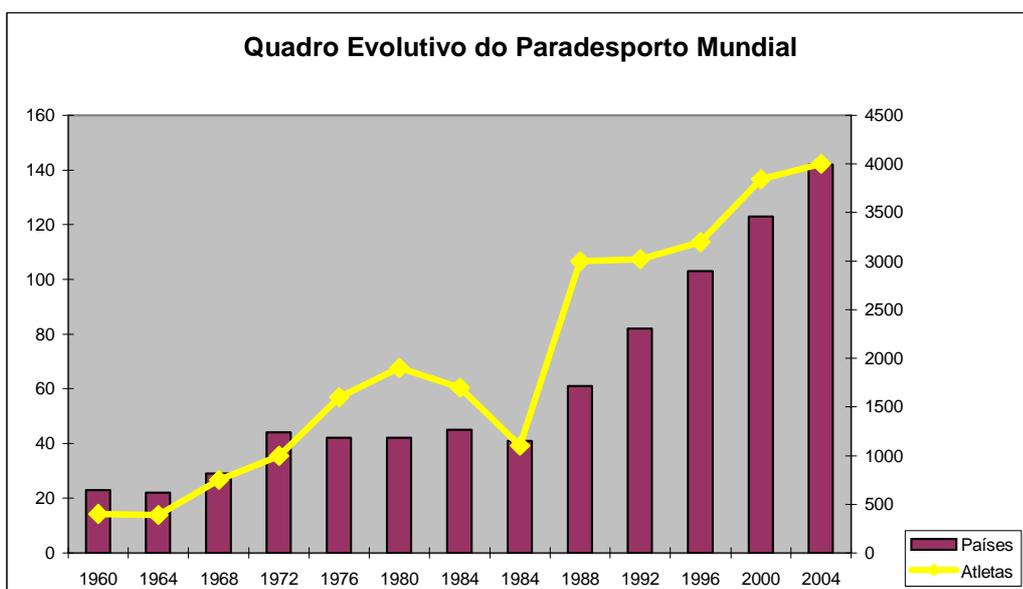
Os benefícios trazidos pelo esporte adaptado tornaram-se mola propulsora de reconhecimento social (ADAMS *et al.*, 1985; STEADWARD; PETERSON, 1997; ARAÚJO, 1998; STEFANE, 2002). Entende-se que o esporte adaptado proporciona ao praticante múltiplas oportunidades de resgate de suas necessidades básicas (física, social e emocional), possibilitando maiores oportunidades de inclusão.

O cenário vigente apontava para uma crescente difusão e organização do esporte adaptado. A primeira Paraolimpíada, com a participação de 400 atletas representando 23 países, acabou efetivamente acontecendo em Roma no ano de 1960. Na oportunidade, oito modalidades foram disputadas (ABRADECAR, 2007).

A grande expansão desta atividade produziu um novo nicho mercadológico para marcas, materiais esportivos e equipamentos adaptados às necessidades dos paratletas. Os eventos tornaram-se espetacularizados e moldados para sua apropriação pela indústria do entretenimento. A reabilitação cedeu espaço para o

alto desempenho, que foi definitivamente inserido no cotidiano das pessoas com deficiência.

Na XII edição dos Jogos Paraolímpicos, realizados em Atenas 2004, o evento foi consideravelmente ampliado. Nesta edição participaram mais de 4000 atletas, 142 países e 19 modalidades em disputa, se tornando o segundo maior evento esportivo do planeta. O gráfico 1 apresenta o quadro de participantes, atletas e países, nos Jogos Paraolímpicos.



Fonte: ABRADecAR (2007).

**Gráfico 1 – Quadro evolutivo do Paradesporto Mundial**

A primeira participação brasileira em competições desta natureza aconteceu na IV edição dos Jogos Paraolímpicos de Heidelberg, na Alemanha 1972. Estes jogos representaram um marco histórico para nosso País, por ser a primeira Paraolimpíada a contar com atletas brasileiros, as condições se revelaram precárias, pois não havia patrocínio e o seu treinamento era feito de forma amadora. A consequência foi que os canarinhos não conseguiram nenhuma medalha (Comitê Paraolímpico Brasileiro - CPB, 2007).

Após este evento, o Brasil expandiu sua participação, configurando-se hoje como uma das forças Paraolímpicas. Em Atenas o Brasil alcançou 14ª posição do ranking mundial, formado por 136 países (ABRADecAR, 2007). O quadro 1 ilustra as medalhas conquistadas pelo Brasil em Paraolimpíadas.

PAÍS SEDE/ANO	MEDALHAS DO BRASIL E CLASSIFICAÇÃO FINAL				
				TOTAL	RANK
ALEMANHA (1972)	0	0	0	0	X
CANADÁ (1976)	0	1	0	1	31 <sup>a</sup>
HOLANDA (1980)	0	0	0	0	X
EUA (1984)	1	3	2	06	29 <sup>a</sup>
INGATERRA (1984)	6	14	2	22	14 <sup>a</sup>
CORÉIA/ SUL(1988)	4	9	14	27	25 <sup>a</sup>
ESPANHA (1992)	3	0	4	07	32 <sup>a</sup>
EUA (1996)	2	6	13	21	37 <sup>a</sup>
AUSTRÁLIA (2000)	6	10	6	22	24 <sup>a</sup>
GRÉCIA (2004)	14	12	7	33	14 <sup>a</sup>

Fonte: Introdução ao Movimento Paraolímpico (2006).

**Quadro 1 – Evolução Brasileira em número de medalhas em Paraolimpíadas**

No ranking atual de medalhas por modalidade em Paraolimpíadas, o atletismo ocupa lugar de destaque, pois o seu número é maior do que o somatório de todas as outras modalidades que obtiveram medalhas nestes eventos. O quadro 2 ilustra o número de medalhas obtidas pelo Brasil, por modalidades em Paraolimpíadas.

RANK	MODALIDADES	MEDALHAS EM PARAOLÍMPIADAS			
					TOTAL
01	ATLETISMO	21	35	20	76
02	NATAÇÃO	11	16	23	50
03	JUDÔ	03	02	04	09
04	FUTEBOL DE 5	01	-	-	01
05	FUTEBOL DE 7	-	01	01	02
06	LAWN BOWLS	-	01	-	01

Fonte: CPB (2007).

**Quadro 2 – Ranking de medalhas Paraolímpicas das principais modalidades praticadas no Brasil**

As modalidades em disputa também foram ampliadas, pois originalmente a única modalidade da competição era o arco-e-flecha, que depois foi expandida (1960) pelas seguintes modalidades: boliche na grama, tênis de mesa, arremesso do peso e dardo e levantamento de peso (ADAMS *et al.*, 1985). Hoje, as Paraolimpíadas contam com 22 modalidades que são praticadas por várias áreas de deficiência.

Dentre as modalidades praticadas no Brasil, analisar-se-á o atletismo adaptado, destacando o arremesso sobre a cadeira, que será objeto de estudo desta pesquisa.

Segundo a Associação Brasileira de Desporto em Cadeira de Rodas (ABRADECAR, 2007), as modalidades que contemplam o atletismo adaptado são: corridas de 100m, 200m, 400m, 800m, 1500m, 3.000m, 5.000m, 10.000m, maratona e revezamento 4x100m e 4x400m. Nas provas de campo: arremesso do peso, lançamento do disco e dardo, salto triplo, em distância e em altura e pentatlo.

Apesar do desporto para pessoas com deficiência no Brasil se constituir em uma atividade emergente, a inadequada infra-estrutura dos clubes e associações de esportes, materiais e equipamentos, aliados à falta de profissionais habilitados e a inexistência de avaliação e metodologia do treinamento, se constituem nas principais queixas do seguimento do desporto adaptado em nosso país (COSTA e SANTOS, 2002).

Para Stefane (2002), a participação brasileira em eventos desta natureza tem melhorado consideravelmente. No entanto, melhores incentivos deverão ocorrer para uma melhor estruturação e profissionalização.

Portanto, a conjugação da incipiente formação técnica-administrativa com a ausência do monitoramento (biomecânico, nutricional, fisiológico, psicológico e ergonômico) indica que o sistema carece de uma maior profissionalização.

O tópico a seguir discorrerá sobre o sistema de classificação funcional, abordando sua finalidade, as capacidades anatômicas relevantes no estabelecimento de uma classificação e categorizando a classe funcional F58, que é objeto desta pesquisa.

### **2.1.1 Sistema de classificação funcional**

Um problema enfrentado para organizar jogos para portadores de deficiência é a grande diversidade de comprometimentos de seus participantes. Em virtude desta dificuldade foi criado o sistema de classificação funcional.

Os sistemas de elegibilidade utilizados pelo CPB, Federações e Associações filiadas seguem orientações, normas e regulamentos definidos para cada tipo de deficiência e modalidade praticada. Estas normas são estabelecidas pelo Comitê

Paraolímpico Internacional (IPC), que atualizam e aplicam em suas competições. Segundo Strohkendl (1996), citado por Vital e Rose (2004, p. 12):

A classificação na prática desportiva para pessoas com deficiência, constitui-se em colocar no mesmo plano os aspectos da capacidade física e competitiva, procurando agrupar as deficiências semelhantes. O objetivo do sistema é homogeneizar a disputa tornando-a mais justa e equiparada possível.

As competições para este universo de pessoas utilizavam um sistema chamado de “classificação médica”, que tinha como argumento o tipo de patologia, servindo-se de subgrupos para nivelar os aspectos da capacidade física e de competitividade.

Logo esse sistema tornou-se ultrapassado pelo surgimento de um grande número de subgrupos ou classes, tornando a competição mais longa e cansativa. Assim, fez-se necessária a formatação de um sistema de classificação que agrupasse os atletas independentemente das características peculiares de suas deficiências.

Estas decisões estavam respaldadas na necessidade de diminuir o número de provas realizadas. Em 1988, um novo sistema chamado de classificação funcional foi colocado em prática (*INTERNATIONAL STOKE MANDEVILLE WHEELCHAIR SPORTS FEDERATION-ISMWSF*, 1990). As competições ganharam dimensão de alta *performance*, aliando a preparação física e atlética às novas tecnologias alcançadas pelas companhias internacionais de equipamentos.

O procedimento da classificação funcional visa contribuir com o princípio de equidade, à medida que um atleta será agrupado com outro, de acordo com suas possibilidades funcionais. O quadro 3 transcreve as principais características anatômicas das classes F51 a F58 relevantes no estabelecimento de uma classificação.

Verificou-se no quadro 3 que a classificação funcional estabelece um vínculo entre o potencial residual de um determinado comprometimento entre os competidores, onde são formados grupos que podem competir dentro dos seus parâmetros de funcionalidade.

Classe	Principais Características
F 51	Possuir os flexores funcionais do cotovelo e os flexores dorsais do pulso; pode possuir extensores do cotovelo (força até 3), mas usualmente não tem o flexor palmar do pulso; tem alguma ou boa força no ombro; nada de mão, tronco e pernas.
F 52	Possuir flexores e extensores funcionais do cotovelo; possuir dorso-flexores do pulso e os flexores palmares; ter boa função da musculatura do ombro; pode ter alguma flexão e extensão dos dedos, mas não funcional; nada de tronco e pernas.
F 53	Possuir bons ombros, cotovelos e pulsos; possuir a flexão e extensão dos dedos em quase sua plenitude; nada ou quase nada de tronco; nada de pernas.
F 54	Possuir bons ombros, cotovelos, braços e mãos; algum movimento de tronco; nada de músculos abdominais, dorsais e pernas.
F 55	Três movimentos do tronco podem ser vistos nesta classe. Para frente (pegando um objeto na frente de sua cadeira e levantar). Para lateral direita e esquerda, e rotação; algum ou bom tronco; nada de pernas.
F 56	Bom ombro, cotovelo, braço e boas mãos, bom equilíbrio de tronco, alguma flexão do joelho, não possui abdução, porém, possui adução. Nenhum movimento dos tornozelos. Se for o caso amputação acima do joelho.
F 57	Bom ombro, cotovelo, braço e boas mãos, bom equilíbrio, boa flexão e extensão do quadril, amputação acima do joelho, bem próxima ao joelho, podendo levantar o glúteo na finalização do movimento de arremesso.
F 58	São atletas que possuem geralmente problemas em uma perna só, ou nas duas abaixo do joelho, ou uma amputação acima do joelho, ou as duas amputações abaixo do joelho, que façam seus arremessos sentados, com a possibilidade da finalização ser de pé.

Fonte: *International Wheelchair & Amputee Sports Federation - IWAS (2005)*.

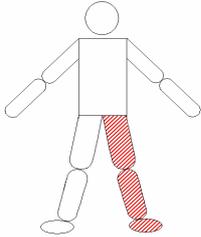
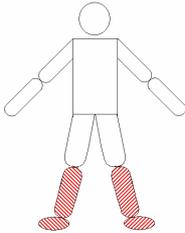
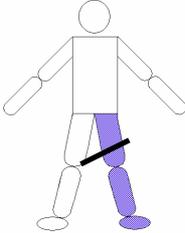
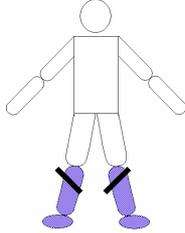
**Quadro 3 – Capacidades anatômicas relevantes no estabelecimento de uma classificação funcional**

Com esta nova visão, o sistema de classificação funcional evita qualquer tipo de simulação por parte do paratleta que interfira no resultado do exame. Embora este tipo de avaliação necessite de constante reavaliação, na atualidade é o método mais fidedigno.

Cada classe possui suas características funcionais que demandam exigências específicas de adequação entre as capacidades funcionais do paratleta e sua cadeira de arremesso. O grau de comprometimento do paratleta é indicado pela sua classificação, que é delimitada pela classe F51 (grande nível de comprometimento) e F58 (pequeno nível de comprometimento) para execução do arremesso sobre a cadeira.

De acordo com Vital e Rose (2004) o sistema se baseia no potencial residual do atleta paraolímpico e não nas suas limitações motoras, pois os resíduos musculares da seqüela de algum tipo de deficiência, bem como, os músculos que não foram lesados poderão ser utilizados e servirão de análise para definição da classificação.

A classificação funcional no paradesporto abrange todas as áreas de deficiência, porém, para os propósitos deste objeto de estudo, as discussões são centradas nas possibilidades funcionais de paratletas com deficiência física que se utilizam da cadeira de arremesso. O quadro 4 ilustra e descreve a caracterização da classe funcional F58, ou seja, praticantes que possuem comprometimento nos membros inferiores, em um membro ou parte dele.

DESCRIÇÃO	FIGURA
1. Paratleta com um dos membros inferiores comprometidos (poliomielite ou outro tipo de comprometimento).	
2. Paratleta com os dois membros inferiores comprometidos abaixo do joelho (poliomielite ou outro tipo de comprometimento).	
3. Paratleta com amputação acima do joelho em um membro.	
4. Paratleta com amputação abaixo do joelho em dois membros.	
Fonte: IWAS (2005)	

**Quadro 4 - Caracterização da classe funcional F58**

As possibilidades funcionais descritas aqui podem ser utilizadas como requisitos funcionais na concepção ou reprojeto de um produto, tendo em vista que com o conhecimento das possibilidades do usuário podem-se antever alguns problemas na composição de um produto (cadeira de arremesso).

As complicações decorrentes de ordem motora ou física nos paratletas produzem diversas possibilidades de inadequações da dinâmica postural sentada. Com efeito, a cadeira de arremesso torna-se elemento essencial neste sistema (cadeira x paratleta) sem prejuízo da função que o paratleta exerce.

Em termos práticos, a cadeira de arremesso no Paradesporto torna a atividade exeqüível para as pessoas com comprometimento nos membros inferiores. No próximo tópico será abordada a evolução da cadeira de arremesso em competições desta natureza.

### 2.1.2 Evolução da cadeira de arremesso

No início do esporte para pessoas com deficiência, os paratletas utilizavam a cadeira de uso diário para realizar o arremesso com o auxílio do *staf* (pessoa que serve de suporte para os paratletas com alto nível de comprometimento). A figura 2 apresenta a execução do lançamento do *club* – implemento construído de madeira na forma de uma garrafa, com o paratleta utilizando a cadeira de uso diário, em 1960 (Roma). Observa-se que não existiam artefatos para fixar a cadeira, expondo a integridade física do paratleta, do *staf* e comprometendo a atividade.



Fonte: Cd-Rom - *Paralympics Spirit* (1996)

**Figura 2 – Execução do lançamento do *club* com o paratleta utilizando uma cadeira de uso diário**

De acordo com Freire e Pilatti (2007), em muitos casos os implementos de arremessos caíam sobre os auxiliares (*staf*) quando estes estavam segurando as cadeiras, causando traumas e riscos à saúde. O procedimento rudimentar era, evidentemente, inadequado.

Na Paraolímpíada de Seul (1988), 28 anos depois da primeira edição da paraolímpíada, os paratletas continuavam a usar as cadeiras de uso diário para as

provas de arremessos. A execução da atividade permanecia inalterada, como pode ser observado na figura 3.



Fonte: Cd-Rom - *Paralympics Spirit* (1996)

**Figura 3 – Paratleta utilizando cadeira de uso diário para os arremessos**

Na Paraolímpíada de Barcelona (1992) foi estabelecida a fronteira entre o paradesporto de reabilitação e o de competição. Nesta edição foi utilizada uma inovação na área do arremesso sobre a cadeira, a utilização de artefatos de fixação.

O procedimento aboliu a presença dos *stafs* para segurar a cadeira, proporcionou maior segurança e estabilidade do paratleta. Porém a atividade permanecia com a cadeira de uso diário. A figura 4 ilustra o novo procedimento adotado em Barcelona:



Fonte: Steadward e Peterson (1997)

**Figura 4 – Cadeira de uso diário com utilização de artefatos de fixação**

Para Freire e Pilatti (2007), em termos práticos, as atuais formas de fixação das cadeiras de arremesso foram criadas pela necessidade de minimizar os riscos de acidentes, pois nas formas anteriores às cadeiras eram presas por auxiliares (*stafs*) que as seguravam, trazendo riscos para o praticante, o equipamento e os auxiliares.

Em 1996, nas Paraolimpíadas de Atlanta, uma mudança regulamentar possibilitou a concepção de cadeiras exclusivas para os arremessos. A figura 5 exhibe uma cadeira de arremesso com os fixadores, adequada para a atividade, que possibilita uma prática ainda mais segura.



Fonte: Siqueira (2005).

**Figura 5 – Cadeira de arremesso adequada ao usuário**

A conjugação entre a mudança regulamentar - que possibilitou uma cadeira específica para a atividade com os artefatos de fixação colaborou para tornar a atividade mais segura. Desse modo, resolveu-se uma dificuldade, mas se criou um problema, pois as cadeiras não possuíam requisitos adequados aos seus usuários, o que representava aliar conhecimentos de outras áreas.

Assim, para o escopo desta pesquisa recorreu-se à ergonomia que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, transportadas para a prática esportiva do paratleta, visando contribuir à sua adaptação na atividade. O tópico a seguir discorrerá sobre a ergonomia.

## **2.2 Ergonomia**

A inquietação de adaptar objetos e o ambiente ao homem esteve presente desde a produção artesanal. Para Santos e Fialho (1995), os esforços do homem em adaptar ferramentas, armas e utensílios às suas necessidades e características marcam o advento da ergonomia.

O termo ergonomia é derivado das palavras gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras). Nos Estados Unidos, usa-se o termo *human factors* como sinônimo (DUL e WEERDMEESTER, 2005).

Segundo Rio e Pires (2001), a origem e a evolução da ergonomia estão relacionadas às transformações socioeconômicas e, sobretudo, tecnológicas que vêm ocorrendo no mundo do trabalho.

A seguir ilustram-se alguns conceitos de ergonomia com o objetivo de contribuir na sua compreensão.

A primeira definição de ergonomia foi feita por Jastrzebowski (1857) citado por Vidal (2002), como uma ciência do trabalho, requerendo o entendimento da atividade humana em termos de esforço, pensamento, relacionamento e dedicação.

De acordo com Santos e Fialho (1995), o objetivo da ergonomia é adaptar o trabalho ao homem e deve-se envolver a situação de trabalho com uma produção maior e com condições melhores.

A Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), em 1998, definiu ergonomia como a disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos a outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visam aperfeiçoar o bem estar humano e o desempenho global dos sistemas.

Conforme a ABERGO (2000), pode-se inferir que a ergonomia objetiva modificar os sistemas de trabalho para adequar a atividade nele existente às características, habilidades e limitações das pessoas com vistas ao seu desempenho eficiente, confortável e seguro.

Segundo Dul e Weerdmeester (2005), a ergonomia se aplica à concepção de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o propósito de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho.

Para Rio e Pires (2001, p. 31), “Os ergonomistas colaboram no planejamento, projeto e avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas para torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas”.

lida (1990, p.01) enunciou ergonomia como “O estudo da adaptação do trabalho ao homem, apresentando que o trabalho tem uma aceção bastante ampla,

abrangendo não apenas máquinas e equipamentos utilizados para transformar os materiais, mas também toda relação entre o homem e seu trabalho”.

Portanto, nas definições da ergonomia apresentadas verifica-se que estão envolvidos critérios de saúde - como segurança, conforto e discernimento - e de produção - como eficiência, qualidade e produtividade. Assim, é possível aduzir que as definições apresentadas se tornam complementares, servindo de referência para este estudo.

Com base nessas definições é constatável que a contribuição da ergonomia ultrapassa as fronteiras dos sistemas de trabalho, sendo coadjuvante nos sistemas de esportes adaptados, pois com a ergonomia, além das possibilidades de melhorar a relação dos equipamentos com seus usuários, podem ser construídas condições para que a prática esportiva seja exequível para pessoas com deficiência.

Na realidade, não se pode propor a adequação do trabalho a pessoa, sem necessariamente saber a que ser humano se está referindo, sem levar em consideração suas características, habilidades e limitações. Por isso, faz-se uma incursão na área da ergonomia com o propósito de conhecer o operador (praticante), a tecnologia (cadeira de arremesso) e a utilização da tecnologia pelo operador em uma situação de competição esportiva (arremesso de peso).

Adicionalmente, procura-se apresentar recomendações ergonômicas para projetar ou reprojeter um objeto extensivo ao corpo humano, e por ele utilizado, com o objetivo de melhorar o desempenho, segurança e o conforto em regime de competição.

A ergonomia física apresenta como foco os aspectos físicos de uma situação de trabalho. De acordo com Vidal (2003), a ergonomia física busca adequar as exigências aos limites e capacidades do corpo, através do projeto de interfaces adequadas para o relacionamento físico homem x máquina. Com efeito, são necessários vários conhecimentos sobre o corpo do operador, da máquina e do tipo da atividade a ser desenvolvida.

O corpo possui um sistema músculo–esquelético que lhe proporciona dimensões antropométricas, estatura, comprimento dos membros, capacidades de

movimentação, limitações, alcances, que sugerem especificações nos dimensionamentos dos utensílios e elementos que compõem um posto de trabalho.

Para Vidal (2003): por óbvio que possa parecer, um dos aspectos mais importantes da ergonomia é o posto de trabalho, seus utensílios e elementos devem estar de acordo com as dimensões do ocupante. Nisto consiste o capítulo da antropometria como disciplina fundamental da ergonomia, pois, a inadequação antropométrica produz desequilíbrio postural, fator causal das Lesões por esforços repetitivos - LER; Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho - DORT, lombalgias ciáticas e outros problemas fisiátricos.

Afim de o sistema muscular movimente-se é necessário que o corpo metabolize a energia necessária para que o músculo se contraia e se estenda, realizando o movimento, que é resultante da transformação do alimento e do ar em energia no interior do organismo. Assim, o trabalho deve adequar-se às possibilidades musculares do metabolismo humano, pois a fisiologia do trabalho leva em consideração as inadequações que agravam os problemas de inadequação antropométrica (VIDAL, 2001).

A utilidade da ergonomia física está na contribuição decisiva que fornece aos muitos problemas verificados no sistema de trabalho. É interessante observar que, na concepção de cadeiras, seja averiguado o dimensionamento entre usuário e a cadeira. Decorrentes de constatações do diagnóstico ergonômico, as especificações da ergonomia física se dirigem para alterações no contexto físico do trabalho impedindo a produção de esforços inadequados (VIDAL, 2001).

Um diagnóstico ergonômico requer uma modelagem da situação de trabalho que busca transformar positivamente as situações reais de trabalho, já que cada situação é específica, com suas particularidades técnicas, organizacionais e humanas (SANTOS e FIALHO, 1995).

Entende-se que a aplicação da ergonomia física contribui no estudo das especificações relativas ao posto de trabalho e ao método de trabalho, fornecendo subsídios para os projetos e reprojeto de novos produtos e postos de trabalho.

Assim, Vidal (2002) organiza várias maneiras de resolver e investir contra os problemas que surgem no trabalho, propondo a classificação descrita no quadro 5.

<b>ERGONOMIA</b>	Quanto à Abordagem	<i>Produto</i>
		Produção
	Quanto à Perspectiva	Intervenção
		Concepção
	Quanto à Finalidade	Correção
		Enquadramento
		Remanejamento
		Modernização
Fonte: Vidal (2002).		

**Quadro 5 – Classificações da ergonomia**

Portanto, para o escopo deste estudo adota-se a classificação ergonômica preconizada por Lida (1990) e Vidal (2002), que estabelecem uma distinção taxonômica quanto à abordagem da ergonomia do produto - voltada para incorporação de indicações ergonômicas em projetos e artefatos diversos (cadeira de arremesso). Quanto à ação ergonômica da perspectiva recomendada por Vidal (2002), este estudo relacionou-se com suas duas vertentes (intervenção e concepção), considerando que a concepção age no projeto, e a intervenção age sobre uma realidade existente.

Apesar de a ergonomia ter se expandido por vários setores, os avanços tecnológicos exigem da concepção de produtos uma maior adequação às necessidades de seus usuários, daí a relevância corroborativa do ergonomista em uma equipe de desenvolvimento de produto.

### 2.3 Ergonomia e produto

O homem sempre modificou e criou meios artificiais para adaptar a natureza às suas necessidades que, do ponto de vista ergonômico, são os meios que auxiliam na execução de tarefas determinadas.

Segundo Lida (2005), a ergonomia destina-se ao desenvolvimento de produtos sem considerá-los um objeto em si, mas compreendendo-os como meio para que o usuário possa realizar suas funções com desempenho adequado. Então, se o produto é um meio através do qual o homem pode executar uma tarefa, a ergonomia do produto possibilita a construção de um determinado objeto, a partir das normas e recomendações estabelecidas por ela.

À luz da ergonomia, os produtos destinam-se a satisfazer algumas necessidades humanas e, assim, direta ou indiretamente, entram em contato com o homem. Sabendo-se que os produtos devem apresentar uma boa interação com

seus usuários, lida (2005, p.316) apresenta três critérios para avaliar a qualidade dessa interação, os quais estão organizados no quadro 6:

<b>Características do Produto</b>	<b>Definição</b>
1. Qualidade Técnica	Parte que faz funcionar o produto. Diz respeito à qualidade do sistema técnico, tais como a qualidade dos mecanismos de funcionamento, a eficiência operacional, o rendimento, a ausência de ruídos e vibrações, a facilidade de limpeza e manutenção;
2. Qualidade Ergonômica	Inclui a facilidade de manuseio, a adaptação do produto às características do indivíduo usuário (dimensionamento), considerando suas capacidades, limites e os critérios de segurança e conforto.
3. Qualidade Estética	Referem-se à harmonização de formas, cores, tipos de materiais, texturas visando à boa apresentação estética do produto.

Fonte: lida (2005).

**Quadro 6 – Características desejáveis dos produtos**

As três qualidades genéricas, preconizadas por lida (2005), estão presentes em praticamente todos os produtos. Contudo, é necessária uma boa interação entre elas, sempre que possível, para se atingirem os objetivos ergonômicos do produto evitando uso inadequado ou mesmo aqueles mal projetados.

As recomendações de Wisner (1987); lida (1990) e Dul e Weerdmeester (1998) fornecem um conjunto de procedimentos que servem para orientar a elaboração e a execução de projetos de desenvolvimento do produto; entretanto nem sempre se aplicam todas as recomendações, devido à grande variedade dos tipos de projetos.

Para Baxter (1998), a etapa final de planejamento do produto é a elaboração do plano de desenvolvimento do projeto. Estas etapas são utilizadas como pontos de conferência, para verificar se o desenvolvimento do produto realiza-se conforme suas especificações de projeto.

Entende-se que no desenvolvimento de um produto algumas fases podem ser introduzidas ou suprimidas dependendo do produto que se deseja projetar ou re-projetar. O presente estudo adotou as 06 etapas de desenvolvimento do produto recomendadas por lida (1990, p. 358) que estão organizadas e descritas no quadro 7. Portanto, o processo de desenvolvimento de produtos é um conjunto de atividades que deve promover a concepção de um produto ou aperfeiçoar aqueles já concebidos, no caso específico, a cadeira de arremesso.

ETAPAS	DESENVOLVIMENTO
1. Idéia inicial	As idéias sobre os novos produtos são coletadas e avaliadas.
2. Especificações	Referem-se aos objetivos e as principais características do produto, em termos de funções, dimensões, potências, qualidade, diversidade, preços, devendo resultar em um conjunto de informações para se avaliarem as alternativas.
3. Formulações de alternativas	É a preparação de possíveis soluções, atendendo as especificações.
4. Avaliação das alternativas	Nesta fase, as alternativas geradas na fase de formulação das alternativas são comparadas com as especificações.
5. Construção e teste do <i>mock-up</i>	Nesta fase é concebido um modelo físico simplificado do produto que possibilite sua confecção. Sua finalidade é verificar a configuração geral do produto, sua estética, possibilidades de acoplamento e modulação.
6. Construção e teste do protótipo	Nesta fase o protótipo será construído com todos componentes que farão parte do produto final.
Fonte: lida (1990).	

#### Quadro 7 - Processo de desenvolvimento do produto

É interessante destacar que, na divisão do processo de desenvolvimento do produto, lida (1990) e Baxter (1998) indicam que seja utilizado um roteiro contendo um *check list*, de modo que o planejamento do produto fique organizado e não desvie de seu objetivo.

De acordo com Vidal (2003, p. 16-17), para os produtos apresentarem um bom desempenho em suas interações com seus usuários, devem atender as seguintes características:

Fatores técnicos (equipamentos, programas, manutenção), dos fatores humanos (capacidades e limites físicos e mentais da pessoa em atividade), dos fatores ambientais (iluminação, acústica, ventilação e qualidade do ar) e dos fatores sociais (organização do trabalho, comunicações, pausas e escalas).

Os conhecimentos produzidos pela ergonomia têm propósitos pragmáticos de transformação positiva da situação de trabalho. Isso significa que a atividade da pessoa sofrerá modificações, visto que, ao adaptar o trabalho à pessoa em atividade, os conhecimentos ergonômicos propõem que esta adaptação se efetive nos seguintes planos:

- **Físico:** aspectos relacionados com a anatomia humana, antropometria estática e dinâmica e biomecânica em relação à atividade física. Este plano tem enfoque na postura do trabalho, no manuseio de materiais, nos movimentos repetitivos, nos

distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, no projeto de postos de trabalho, na segurança e saúde das pessoas;

- **Cognitivo:** diz respeito aos processos mentais, tais como, percepção, memória, raciocínio e resposta motora, com suas repercussões nas interações entre pessoas e entre outros elementos de um sistema. O interesse dos estudos está focado na carga mental de trabalho, aprendizagem, na tomada de decisão, no desempenho especializado, na interação homem-computador, no estresse e no treinamento, considerando que estes são elementos fundamentais para os projetos que relacionam seres humanos e sistemas;

- **Organizacional:** diz respeito à otimização dos processos e das estruturas organizacionais e políticas do sistema. O enfoque aqui se estabelece no nível das comunicações no trabalho, no gerenciamento de recursos de equipe, no projeto do trabalho, na organização do tempo no trabalho, no trabalho em grupo, no projeto participativo, na cultura organizacional, na gestão da qualidade etc. (VIDAL, 2001, p. 39).

Em termos práticos, os planos apresentados por Vidal (2001) geram desdobramentos que se constituem em oportunidades de análise a serem conduzidas pela Análise Ergonômica do Trabalho (AET), que é solicitada para avaliar a conformação entre condições de trabalho e características do trabalhador.

A análise dos vários enfoques requerida por uma situação de trabalho solicita uma avaliação real do cenário investigado. A idéia central do pensamento de Wisner (1987) é analisar *in loco* o que os trabalhadores fazem. Para tanto, a AET é revolucionária e nos faz refletir que os cientistas têm algo a aprender com o comportamento e discurso dos trabalhadores em atividade (WISNER, 1987).

Wisner (1987) e Vidal (2003) sugerem que o procedimento do analista da atividade deverá ser o mais realista possível, para não incorrer em uma análise equivocada da situação de trabalho e posteriormente na concepção do produto.

Esta pesquisa aborda os fatores técnicos do equipamento (cadeira) que possibilita o paratleta arremessar e os fatores humanos, conectados às capacidades e limites do arremessador (paratleta).

A concepção de equipamentos esportivos e a análise do sistema de competição seguem os mesmos princípios e recomendações utilizadas no conjunto de produção, que permite à determinada população ter boas condições de trabalho (condições favoráveis de competir). Para tanto, o sistema de leitura ergonômica dispõe dos fatores ergonômicos básicos para detectar problemas e sugerir soluções na concepção de objetos em diferentes contextos. Os fatores ergonômicos básicos serão abordados no tópico a seguir.

## 2.4 Fatores ergonômicos básicos

Os objetos são considerados como os meios para o homem realizar determinadas funções. As exigências demandadas pela atividade e a interface com o usuário determinam se o objeto atingiu o objetivo para o qual foi projetado.

Para Gomes Filho (2003), o termo objeto é usado para todo e qualquer ambiente, produto, sistema de produto e sistema de informações que mantêm com o homem uma efetiva relação de utilização no plano intelectual, físico ou sensorial.

Em função desta conceituação, o termo objeto é muitas vezes substituído pelo termo produto, sem prejuízo de seu significado. Ao iniciar qualquer projeto deve ser pensado e estabelecido um repertório de informações com a natureza e especificações de uso e outras referências do objeto, que são chamados de requisitos de projetos. Conforme Gomes Filho (2003, p.28):

Requisitos de projetos são as diversas qualidades desejadas, *a priori*, para a materialização de um produto final. Abrange sua concepção, as fases de desenvolvimento do projeto e, eventualmente, alcança até sua fabricação ou confecção.

Numa perspectiva ampla, Gomes Filho (2003) considera que os requisitos de projeto ou reprojeto são as especificações elaboradas a partir de uma idéia ou da necessidade de criar ou modificar um produto, ou seja, é uma lista de exigências que serão observadas na confecção do produto se estendendo até a sua formatação final.

Na seqüência, serão discutidos os fatores ergonômicos que apresentaram conceituação adaptável ao objeto em exame.

### 2.4.1 Tarefa

É um conjunto de ações humanas que torna possível um sistema ou produto atingir um objetivo. É o que faz funcionar o sistema para se chegar a um resultado pretendido. Laville (1977) conceitua a tarefa como um trabalho prescrito, um objetivo a atingir em determinadas condições de execução, ou seja, o que o operador tem que fazer.

Autores como Laville (1977) e Gomes Filho (2003) preconizam que as dificuldades ergonômicas advindas da tarefa, sobretudo aquelas que colaboram ou originam dificuldades ao usuário quanto à utilização ou subutilização do produto, levam em consideração suas características antropométricas, idade, sexo, grau de instrução, habilidades e experiências anteriores.

### 2.4.2 Atividade

As diversas formas de se analisar a realidade dos sistemas de trabalho e a situação de uso e manejo sugerem que a atividade de trabalho é, a partir desta definição, o que o sujeito faz realmente na situação de trabalho (VIDAL, 2002).

Segundo Vidal (2002), a análise ergonômica da atividade de trabalho repousa sobre a idéia de que exista uma construção permanente pelo operador de seus modos operatórios para atingir objetivos, levando em conta, as características pessoais e os critérios de desempenho.

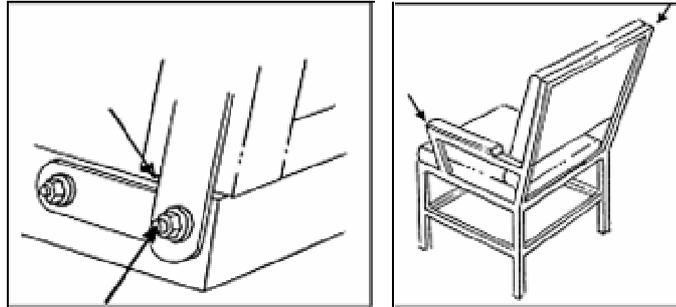
### 2.4.3 Segurança

O fator segurança, genericamente, é uma condição daquilo em que se pode confiar. Para Gomes Filho (2003, p. 29), segurança é:

A utilização segura e confiável dos objetos em relação às suas características funcionais, operacionais, perceptíveis, de montagem, de fixação, sustentação, e outras, fundamentalmente, contra riscos e acidentes eventuais que possam envolver o usuário ou grupo de usuários.

As dificuldades ergonômicas inerentes à segurança se referem à integridade física do usuário, em relação às características da configuração formal dos objetos e

de seus dispositivos. Recomenda-se que na concepção de objetos sejam evitadas anfractuosidades, cantos vivos, bordas cortantes que provocam ferimentos e sugerem projetos mal concebidos (GOMES FILHO, 2003). A figura 6 ilustra uma concepção inadequada.



Fonte: Woodson, Tillman & Tilmann (1992), citado por Ferreira (2001)

**Figura 6 -- Cadeiras com anfractuosidades, cantos vivos e bordas cortantes**

#### **2.4.4 Conforto**

Os problemas ergonômicos encontrados no item conforto referem-se às condições e situações de uso, principalmente em analogia com tarefas que podem ocasionar tipos de fadiga, doenças e constrangimentos no usuário (GOMES FILHO, 2003).

É importante mencionar que o conforto tem ligação com o item segurança e depende das reações individuais de cada usuário do produto. Assim, pode-se antever que o que é confortável e seguro para um usuário pode ser desconfortável e inseguro para outro. No caso de pessoas portadoras de deficiência, além das reações individuais resultantes do uso do produto, deve-se relevar a capacidade funcional inerente a cada usuário.

A não observância deste requisito em um produto poderá produzir o chamado desequilíbrio postural estático, que é fator causal das LER/DORT.

#### **2.4.5 Envoltórios de alcances físicos**

As dificuldades ergonômicas relativas ao envoltório de alcance físico advêm de problemas encontrados pelos usuários fora de sua zona de conforto, ocasionando desconforto natural e eventuais problemas na segurança do uso do produto. De acordo com Gomes Filho (2003, p. 31) define-se o envoltório de alcance físico como:

O volume espacial em que devam estar contidos e ao alcance do usuário os instrumentos de ação, essenciais ao funcionamento do produto agregado ao conceito de conforto, de maneira que se evite que os movimentos executados pelo usuário o obriguem a despendar energias desnecessárias ou esforços extenuantes.

Pode-se entender este conceito para diversas situações: para postura de tronco, mãos e braços em diversas atividades, para apanhar uma comida mais distante (GOMES FILHO, 2003). Por analogia, o entendimento pode se estender à execução da tarefa de arremessar sobre a cadeira.

#### **2.4.6 Materiais**

Os problemas ergonômicos decorrentes da escolha do material relacionam-se com a sua compatibilidade de uso e as exigências da tarefa.

Para Gomes Filho (2003), a escolha do tipo e natureza dos materiais leva em consideração a adequação de uso - funcional, operacional, técnica, tecnológica, econômica, perceptiva e estética – formais do objeto.

#### **2.4.7 Cores**

As cores dos produtos objetivam deixá-los mais atrativos, ajudam na manutenção e, dependendo do produto e de sua utilização, possibilitam interagir com um conjunto de recomendações para se atingir a um objetivo.

De acordo com Silveira (2007), a cor é um dos atributos da percepção visual que pode reforçar uma informação ou destruí-la. Por isso é importante unir intuição e teoria da cor em projetos. Existem estudos que comprovam a influência das cores sobre o estado emocional, a produtividade e a qualidade do trabalho (IIDA, 1990).

De acordo com Kroemer e Grandjean (2005), as cores no espaço de trabalho e arredores têm as seguintes funções:

1. ordenação;
2. indicar dispositivos de segurança;
3. gerar contrastes que facilitam o trabalho, e
4. afetar psicologicamente as pessoas.

Entre as funções das cores apontadas por Kroemer e Grandjean (2005), esta pesquisa considerou como relevante o efeito psicológico das cores considerando as ilusões de ótica, o efeito mental e outros fenômenos que são alavancados pela acuidade visual refletindo no comportamento de uma pessoa. Para os autores, os efeitos psicológicos podem ser induzidos, também, pelas cores em uma sala, despertando sentimentos de prazer e desprazer. No entanto, já que muitas salas devem atender a funções particulares, suas cores não têm apenas conseqüências estéticas: seus efeitos fisiológicos e psicológicos também devem ser considerados (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Antes de determinar a cor, é necessário considerar cuidadosamente as funções e os usuários do produto. Posteriormente, planejam-se suas cores em relação aos fatores psicológicos e fisiológicos. O quadro 8 apresenta a disposição psíquica e os efeitos das cores.

<b>CORES</b>	<b>Efeito de Distância</b>	<b>Efeito de Temperatura</b>	<b>Disposição Psíquica</b>
<b>AZUL</b>	Distante	Frio	Tranqüilizante
<b>VERDE</b>	Distante	Frio a Neutro	Muito Tranqüilizante
<b>VERMELHO</b>	Próximo	Quente	Muito Irritante e Intranqüilizante
<b>LARANJA</b>	Muito Próximo	Muito Quente	Estimulante
<b>AMARELO</b>	Próximo	Muito Quente	Estimulante
<b>MARROM</b>	Muito Próximo	Neutro	Tranqüilizante
<b>VIOLETA</b>	Muito Próximo	Frio	Agressivo, Intranqüilizante Desestimulante.

Fonte: Kroemer e Grandjean (2005).

**Quadro 8 - Efeitos psicológicos das cores**

Dependendo do tipo de produto que se quer projetar e de sua finalidade, a disposição psíquica das cores irá contribuir para que este produto possa atingir os objetivos propostos em sua concepção.

Após discorrer sobre os fatores ergonômicos básicos, autores como Gomes Filho (2003), Laville (1977), Silva (2003), Kroemer e Grandjean (2005) indicam que, para se obter uma boa leitura ergonômica e contribuir na avaliação e projeção de produtos, devem-se considerar todos os seus fatores.

O tópico seguinte abordará sobre cadeira, iniciando com uma breve introdução e envolvendo os requisitos ergonômicos para reprojeter ou projetar uma cadeira.

## 2.5 Cadeira

No final do século 19, começou a vigorar a idéia de que, na postura sentada, o bem-estar e o rendimento no trabalho eram maiores, com menor fadiga, o que proporcionou maior importância ao desenvolvimento de assentos de trabalho, sobretudo porque mais pessoas aderiram ao trabalho sentado (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

O termo cadeira vem do grego *káthedra* e do latim *cathedra*: peça do mobiliário que consiste num assento com costas e, às vezes, com braços, dobrável ou não, para uma pessoa. Para Lemos citado por Gomes Filho (2003, p. 97), "cadeira é o assento provido de um encosto, destinado a um descanso, mas não a um repouso. Assim, a cadeira nada mais é que um banco, um mocho ou um tamborete com um espaldar onde se podem apoiar as costas".

De acordo com o sistema de leitura ergonômica proposto por Gomes Filho (2003), existem duas classes de cadeiras: as de uso predominantemente doméstico e as utilizadas em escritórios e empresas em geral.

O presente estudo sugere que o sistema de leitura ergonômica passe a considerar três classes de cadeiras, as duas citadas por Gomes Filho (2003) e as de uso particular na prática esportiva, mais especificamente do atletismo adaptado.

Do ponto de vista da ergonomia, o ato de sentar é tido como uma postura humana natural para aliviar a fadiga da postura em pé. Fundamentalmente, a cadeira significa a existência de um plano para apoio para as nádegas e outro para as costas. (GOMES FILHO, 2003).

Iida (2005) sugere alguns princípios para projeto e seleção de cadeiras, decorrentes de estudos anatômicos, fisiológicos e clínicos dos movimentos da postura sentada. Para o autor, a cadeira deve ser adequada à função, as dimensões antropométricas do assento devem ser adequadas a do usuário, deve permitir variações de postura, o encosto deve ajudar no relaxamento e com a mesa formar um conjunto. (IIDA, 2005).

Para Gomes Filho (2003), o projeto de uma cadeira mais eficiente está condicionado aos dados antropométricos e fisiológicos referentes aos diversos biótipos de usuários.

Do ponto de vista do paradesporto, o ato de sentar vai além de uma postura para aliviar a fadiga da postura em pé. O usuário que se utiliza da cadeira de arremesso para prática do atletismo adaptado geralmente não tem a possibilidade de ficar em pé. Em termos práticos, a cadeira é um prolongamento de seu corpo, possibilitando a participação em treinamentos e/ou competições.

Se para Lida (2005) e Gomes Filho (2003), o foco do dimensionamento da cadeira se estabelece entre as dimensões do usuário e sua relação com as dimensões da cadeira, então, não diferente no atletismo adaptado, existe uma demanda onde cada paratleta apresenta um comprometimento diferente e, desta forma, se tem a necessidade de uma cadeira diferente (customizada).

De acordo com Silva (2003), a avaliação subjetiva dos usuários da cadeira é um modo de explorar suas preferências e perceber prováveis mudanças de conforto, segurança e desempenho.

Para Gomes Filho (2003), a avaliação do conforto é diretamente proporcional ao tempo que a pessoa permanecerá sentada, executando uma tarefa, considerando também o tipo de assento e encosto e as especificações dos materiais.

As considerações de Silva (2003) enfatizam a subjetividade de se avaliar o conforto. Para Gomes Filho (2003) existem outras formas para a avaliação do conforto, como o tempo que a pessoa permanecerá sentada, o tipo de assento e de encosto que constituem a cadeira. Portanto, as indicações dos autores supracitados contribuem para ampliar o modo de se avaliar o conforto.

O processo natural do envelhecimento compromete não só o conforto como, também, a integridade dos tecidos na região glútea. Para Carison *et al.* (1995), os músculos perdem tenacidade e os cuidados nesta região devem ser redobrados.

Os sistemas fisiológicos incluindo a pele e as circulações tornam-se gradualmente menos resistentes e funcionais com o processo natural do envelhecimento. Isto quer dizer que a função de sentar-se aumenta a probabilidade de risco de comprometimento da pele na região do assento com o passar dos anos (CARISON *et al.* 1995, p. 01).

Os estudos de Silva (2003), Gomes Filho (2003) e Carison *et al.* (1995) corroboram para uma melhor avaliação na concepção de assentos e encostos, por envolver o tempo, a execução da tarefa, o tipo de assento e a idade do usuário. Então, por analogia, a avaliação de assentos e encostos para o universo de pessoas às quais a postura de sentar por longos períodos de tempo é habitual será expandida.

É interessante observar que no paradesporto, dependendo do comprometimento de seu usuário, a cadeira poderá possuir ou não encosto, apoio para os braços e apoio para os pés. Pode-se considerar, também, que o tipo de assento e de encosto e suas especificações irão além do conforto, pois a sua aplicação de forma correta tornará a atividade demandada (arremesso) mais produtiva.

A descrição dos requisitos ergonômicos utilizados nesta pesquisa é específica para classes de cadeiras, indicados por Gomes Filho (2003) e considerados neste contexto. São eles:

- **Segurança:** sua estrutura e seu dimensionamento devem ser adequados ao coeficiente de segurança para garantir resistência ao peso do usuário (considerando o sentar abrupto), e o *design* da cadeira deve garantir segurança suficiente contra quebras, desequilíbrios, deslizamentos etc., que possam pôr em risco a integridade física e psicológica do usuário (GOMES FILHO, 2003).

A segurança como requisito ergonômico básico já foi mencionada no tópico 2.4.2 com ênfase aos problemas mais comumente detectados nos objetos. Neste tópico, a segurança é apresentada como requisito específico que envolve o projeto ou reprojeto de uma cadeira.

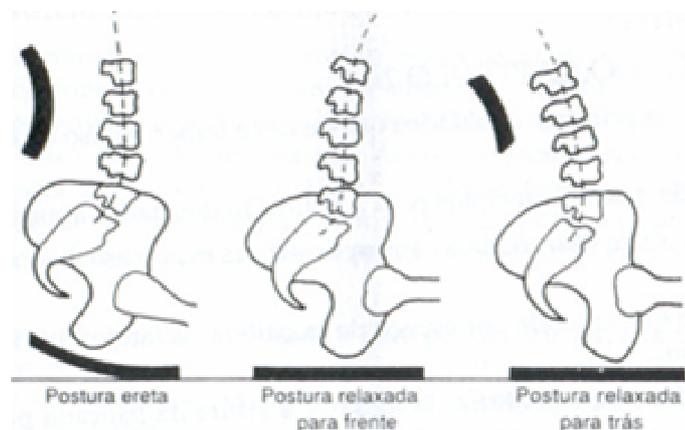
- **Postura:** a postura ideal para o usuário é a ereta, em que a coluna vertebral assume a sua posição mais adequada contra constrangimentos físicos. Efetivamente, o principal problema postural localiza-se na coluna. Quando o usuário está sentado inclina sua bacia para trás, a coluna curva-se e os discos intravertebrais são comprimidos pelas vértebras lombares, provocando tensões desagradáveis e temerárias (GOMES FILHO, 2003).

De acordo com Murphy *et al.* (2002), a dor lombar é um ônus significativo em países industrializados. Caso os sintomas e as causas da dor lombar fossem identificados em um estágio precoce, existiria uma oportunidade para melhorar as ações corretivas.

Segundo Kroemer e Grandjean (2005), os problemas degenerativos que interferem na mecânica da coluna vertebral produzem pressão nos tecidos e nervos provocando as lombalgias e problemas ciáticos.

A preocupação de autores como Gomes Filho (2003), Murphy *et al.* (2002) e Kroemer e Grandjean (2005) no que tange à coluna vertebral e músculos das costas devem ser consideradas, pois, no ambiente de trabalho, foram criados muitos postos na postura sentada com a idéia de bem-estar e produção, sem levar em consideração a configuração do assento e a tarefa demandada.

Para Iida (1990), as posições assumidas pela coluna podem ser classificadas em dois tipos básicos, postura ereta e postura relaxada para frente e para trás, demonstradas na figura 7.

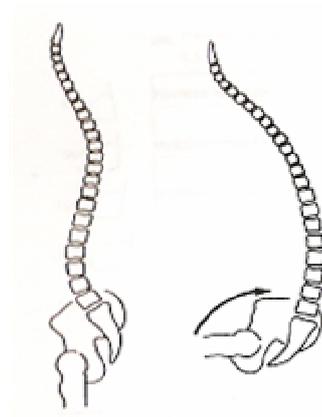


Fonte: Roebuck, Kroemer e Thomson (1975), citado por Iida (1990).

#### **Figura 7 - Posições assumidas pela coluna em formas típicas da postura sentada**

O fato de a coluna vertebral assumir uma postura que não seja a ereta denuncia o desconforto e tensões indesejáveis na região lombar (GOMES FILHO, 2003; IIDA, 1990).

Segundo Kroemer e Grandjean (2005), a postura sentada provoca uma rotação da parte superior da bacia para trás, acomodando o sacro, e a lordose lombar se transforma em cifose. A figura 8 ilustra o mencionado:



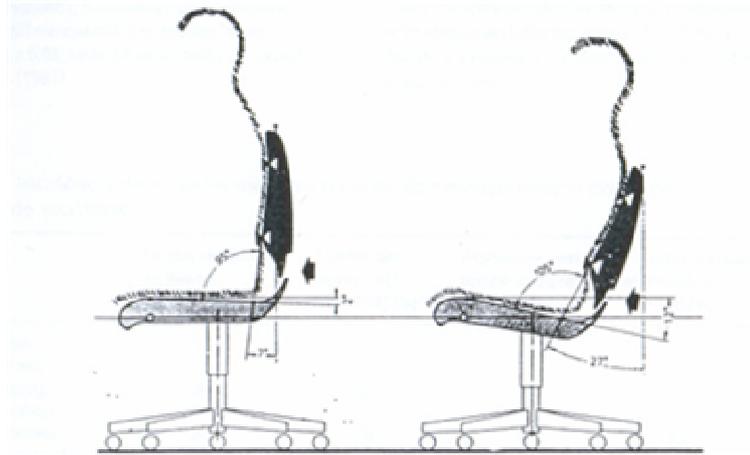
Fonte: Kroemer e Grandjean (2005).

**Figura 8 – Postura sentada apresentando acomodação do sacro e a lordose lombar se transforma em cifose**

Os estudos de Kroemer e Grandjean (2005), Gomes Filho (2005) e Iida (1990) convergem para uma preocupação com a postura de pessoas sentadas, devido aos seus efeitos lesivos sobre a coluna vertebral. Relacionando estes estudos com o universo de pessoas com deficiência física (usuários de cadeiras de rodas), verifica-se que estas pessoas estão permanentemente sentadas, e a pressão em seus discos intervertebrais é constante; conseqüentemente, as demandas nutricionais dos discos intervertebrais não são alcançadas, aumentando a possibilidade de ocorrerem efeitos nocivos à coluna vertebral.

Couto (1995) adverte que os transtornos da coluna se constituem em uma das maiores causas de afastamento prolongado do trabalho e de sofrimento humano. O aumento do ângulo entre o encosto e o assento serve para atenuar este problema.

- **Ângulos de conforto:** o plano do assento deve ser levemente inclinado para trás, para que as nádegas não deslizem para frente. É recomendável uma inclinação de 20° abaixo da horizontal. O apoio das costas deve ser inclinado nos seguintes ângulos: 105° a 110° em relação ao assento; 20° a 30° atrás da vertical (KROEMER; GRANDJEAN, 2005). A figura 9 representa o aumento do ângulo de conforto com a inclinação do assento:



Fonte: Kroemer e Grandjean (2005).

**Figura 9 – O encosto reclina com aumento do ângulo de inclinação do assento**

- **Revestimento:** são configurados por diversos tipos de materiais, acabamentos e grau de densidade. Sua utilização depende de muitos fatores, como o nível de conforto desejado ou necessário para a execução de determinadas tarefas, aspecto estático-formal, custo do produto, estilo de uma determinada corrente estética, composição formal com outros móveis no contexto do ambiente (GOMES FILHO, 2003);
- **Dados antropométricos:** o *design* de uma cadeira está condicionado ao andamento dos atributos antropométricos de seus ocupantes, ou seja, o projeto deve levar em conta o tamanho e o biótipo do usuário (GOMES FILHO, 2003).

Todas as considerações levantadas por Gomes Filho (2003), Kroemer e Grandjean (2005), Couto (1996) e Lida (1990) ajudam na compreensão do problema enfrentado pelas pessoas na postura sentada. No entanto, no universo de pessoas portadoras de deficiência física, por passarem grande parte do tempo útil na postura sentada, a cadeira deverá possibilitar uma adequação postural que garanta posturas bem alinhadas, estáveis e com boa distribuição do peso corporal. O ajuste deverá permitir a prevenção de deformidades músculo-esqueléticas e úlceras de pressão.

É interessante observar, na literatura, uma escassez de trabalhos direcionados para o universo de pessoas com deficiência. Para Bonsiepe (1997): cadeiras de rodas ou próteses não deveriam apresentar um aspecto estigmatizante, a pobreza dos recursos não justifica o baixo padrão estético formal dos objetos como também

os desenhos ruins. Pelo contrário deveria exigir maiores cuidados e criatividade projetual.

Para Gomes Filho (2003), o caráter obsoleto da maioria dos produtos disponíveis no mercado para pessoas portadoras de deficiência física manifesta-se na falta de atenção às necessidades não só funcionais, mas, principalmente, psicológicas do usuário.

As considerações de Bonsiepe (1997) e Gomes Filho (2003) em relação a produtos para pessoas portadoras de deficiência são análogas às cadeiras de arremesso. Para Freire *et al.* (2006): os problemas encontrados nas cadeiras de arremesso são tecnológicos (cadeiras construídas de material inadequado), de conforto (queixas dos atletas no desconforto com a cadeira), e normativos (cadeiras sem observância dos aspectos regulamentares).

Estas inadequações se constituem em fatores intervenientes no comprometimento do desempenho da atividade, bem como do bem-estar do usuário, tornando-se, *a priori*, em algumas recomendações ergonômicas gerais que já podem ser consideradas.

### **2.5.1 Medidas e prescrição de cadeiras**

Devido à escassez de recomendações e pesquisas referentes às cadeiras de arremesso, a seguir são descritas algumas características de outros subsistemas de cadeiras. O intento é buscar elementos que possibilitem a especificação de uma cadeira para os arremessos no atletismo adaptado.

#### **2.5.1.1 Assento**

Conforme Panero e Zelnik (1998), a largura e o comprimento da superfície do assento não bastam para se alcançar uma estabilidade adequada. A intervenção das pernas, pés e costas ajudam na obtenção desta estabilidade.

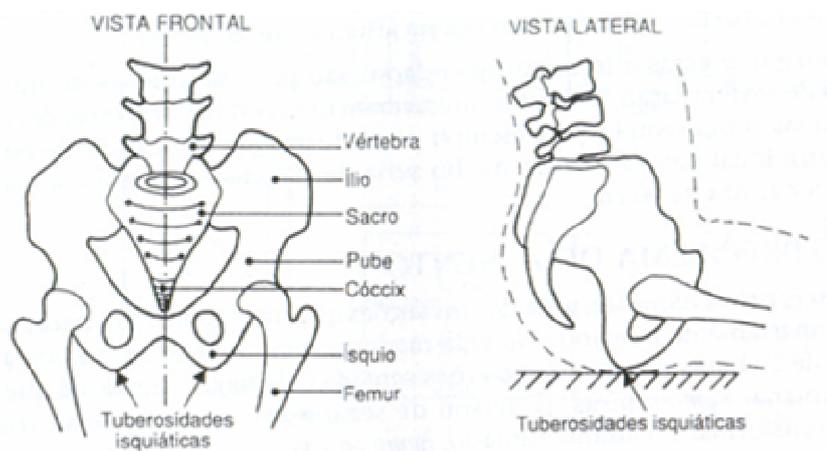
Para Scott (1989), largura adequada impede a fricção nos painéis laterais das cadeiras e facilita as transferências. A profundidade do assento ajuda a apoiar as coxas e distribuir o peso.

É interessante ressaltar as inquietações de Panero e Zelnik (1998) e Scott (1989), pois a largura e profundidade do assento ajudam a distribuir o peso evitando

as úlceras de decúbito. Assim, o desenho de um assento deverá dividir o peso do corpo tolerado nas tuberosidades isquiáticas sobre uma superfície mais extensa. A conformação do assento permite alterações de postura aliviando as pressões sobre os discos vertebrais (PANERO; ZELNIK, 1998).

Para lida (1990, p.139), “na posição sentada, o corpo entra em contato com o assento, praticamente só através de sua estrutura óssea. Esse contato é feito por dois ossos de forma arredondada, situados na bacia chamada de tuberosidades isquiáticas”. E mais, “Em apenas 25cm<sup>2</sup> de superfície da pele sob essas tuberosidades concentram-se 75% do peso total do corpo sentado.”.

A figura 10 ilustra a estrutura dos ossos da bacia enfatizando as tuberosidades isquiáticas.



Fonte: IIDA (2005).

**Figura 10 - Estrutura da bacia, demonstrando as tuberosidades isquiáticas, responsáveis pelo peso corporal na posição sentada**

O assento deve proporcionar alternância de postura, o que pode ser obtido a partir do seu enchimento e conformação adequada e nunca devido a sua instabilidade (SILVA, 2003).

Deve-se usar almofadas ou acolchoados nos assentos, principalmente para pessoas com perda ou diminuição da sensação, para evitar os decúbitos, que são o resultado da pressão que reduz o fluxo sanguíneo para áreas da pele, causando, assim, necrose de tecido nessas áreas com subsequente ulceração (SCOTT, 1989).

Observa-se que os problemas relativos ao assento são amplamente discutidos na literatura de Panero e Zelnik (1998), lida (1990), Silva (2003) e Scott (1989).

Diante deste contexto este estudo não pretende esgotá-lo, porém propõe-se a fazer uma analogia com as pessoas cuja condição da postura sentada não é uma opção e, sim, uma imposição.

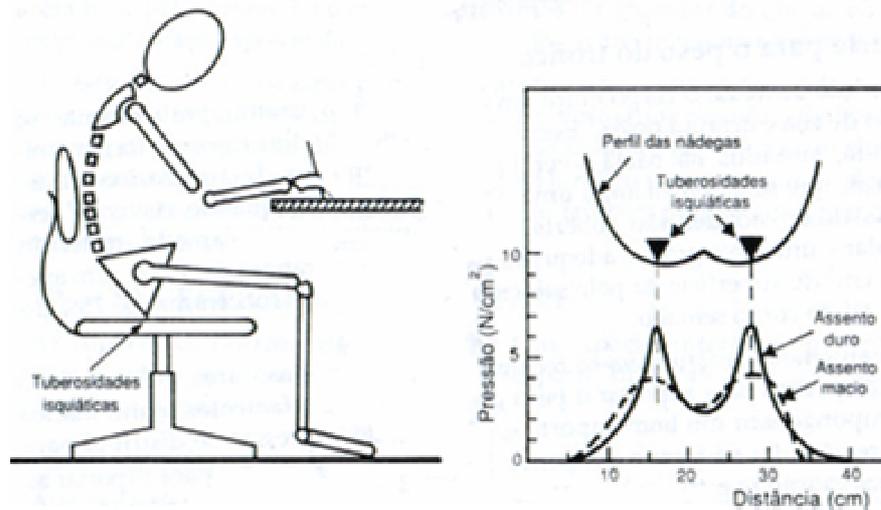
Os cuidados na composição do assento contribuem para que as nádegas e outras regiões suportem as pressões evitando dores e fadiga. Portanto, segundo Lida (1990), uma leve camada de estofamento mostrou-se benéfica, reduzindo a pressão máxima em cerca de 400% e aumentando a área de contato de 900 para 1050cm<sup>2</sup> sem prejudicar a postura (IIDA, 1990).

Conforme Gordon *et al.* (2006), o projeto da cadeira e os tratamentos posturais resultam em diferenças significativas na distribuição da pressão na bandeja do assento, e que as variáveis que afetam a compressão do tecido e a pressão sobre o assento podem incluir fatores pessoais como variáveis antropométricas, fatores posturais e os fatores do projeto da cadeira.

As diferenças de gênero indicam que os homens possuem maiores valores do fator pressão do que as mulheres. Isto é explicado por uma variedade de diferenças antropométricas entre eles (GORDON *et al.*, 2006).

Contudo, a variação individual na distribuição da pressão influencia a efetividade das diferentes almofadas e que nenhuma delas pode evitar decúbitos, a menos que a pressão seja também aliviada várias vezes por uma mudança de posição na cadeira de rodas (SCOTT, 1989, p. 305).

A figura 11 esboça o contato da nádega com a superfície do assento e a pressão das tuberosidades isquiáticas.



Fonte: Osborne (1982) citado por Iida (1990).

**Figura 11 - O contato da nádega com a superfície do assento realizado por meio das tuberosidades isquáticas**

Os estudos de Silva (2003), Scott (1989), Iida (1990) e Gordon *et al.* (2006) indicam a importância da especificação do assento e alertam sobre sua conformação. Por conseguinte, o quadro 9 sumariza as definições da configuração do assento, onde a sua profundidade e largura são medidas que determinam o tamanho do assento, e o comprometimento físico, peso, altura e gênero do usuário ajudam a definir seu acolchoado.

CONFIGURAÇÃO/ASSENTO.	DEFINIÇÃO
1. Altura do assento.	A altura do assento é a distância vertical medida do ponto mais alto da região anterior (almofada ou acolchoado) do assento ao solo.
2. Largura do assento.	A distância entre as bordas lateral superiores do assento, medida perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, a 125 mm da projeção vertical do ponto mais saliente do encosto na posição mais avançada.
3. Profundidade do assento.	A distância horizontal, medida ao longo do eixo longitudinal do assento entre a borda anterior e posterior do assento.
4. Inclinação do assento.	O ângulo de inclinação do plano de carga (nas condições descritas para medição de altura de assentos) em relação ao plano horizontal.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1997) e Scott (1989).

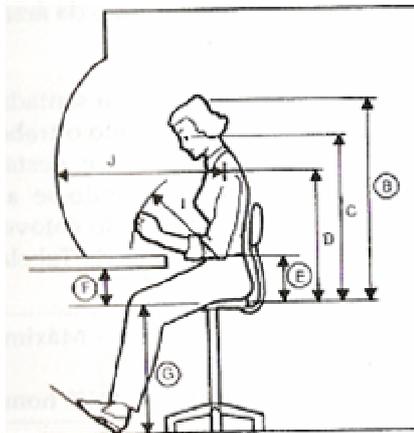
**Quadro 9 – Definições da configuração do assento**

Depois de discorrer sobre as definições da configuração do assento algumas considerações serão pertinentes. A altura da cadeira, objeto de estudo desta pesquisa, é determinada pela Regra 179 – Parágrafo 2º (F32 a F34, F51 a F58) que

diz: a altura máxima da cadeira para arremesso ou lançamento, incluindo a(s) almofada(s), usada(s) como assento, não poderá exceder 75 cm (IWAS, 2005).

Este requisito regulamentar deve ser observado com severidade no campo do atletismo adaptado, já que uma cadeira com assento acima desta altura estará transgredindo as regras, e seu usuário será punido com a não participação do evento.

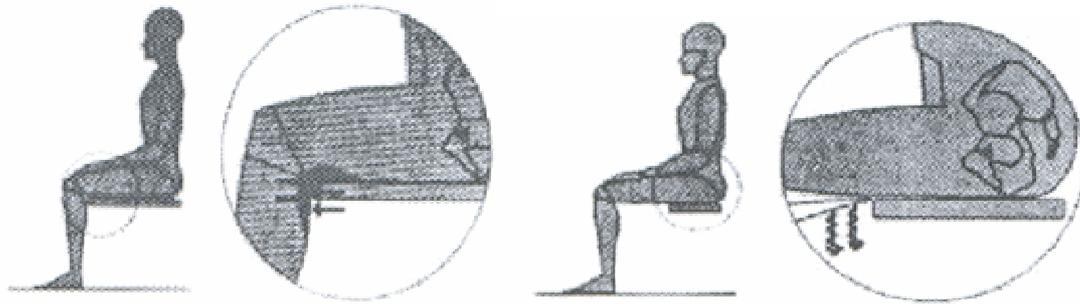
Uma medida adotada para não prejudicar o conforto postural é a utilização do descanso para os pés, determinado pela altura poplíteia, dimensão da parte inferior da coxa até a sola do pé, que origina a altura ideal do assento (Iida, 2005). A figura 12 ilustra a altura do descanso para os pés pela altura de “G”.



Fonte: Iida (1990).

**Figura 12 – Medida adotada (G) para utilização do descanso para os pés**

De acordo com Panero e Zelnik (1998), o assento não pode ser muito profundo para não diminuir a mobilidade na área poplíteal, nem muito pequeno provocando uma sensação de instabilidade e falta de apoio à superfície posterior dos músculos. A figura 13 ilustra este inconveniente.



Fonte: Panero e Zelnik (1998).

**Figura 13 - Falta de profundidade do assento causando pressão na porção posterior da coxa e excesso de profundidade inibindo a mobilidade popliteal**

### 2.5.1.2 Encosto

O encosto é uma base criada para apoiar as costas da pessoa na postura sentada. Segundo Lida (1990) e Panero e Zelnik (1998), é recomendável deixar um espaço entre o assento e o encosto de 15 a 20 cm e um apoio entre a segunda e quinta vértebra lombar para promover maior liberdade de movimento. A figura 14 demonstra a curvatura lombar da coluna vertebral de uma pessoa na postura sentada e em pé.



Fonte: Panero e Zelnik (1998).

**Figura 14 - Curvatura lombar modificada na postura sentada de uma lordose lombar para uma cifose lombar**

Embora o tamanho, o formato e a colocação do encosto sejam as considerações mais importantes para assegurar uma perfeita adaptação usuário-cadeira, o encosto é o componente mais difícil de dimensionar, conforme os dados antropométricos publicados (SILVA, 2003).

De acordo com o Manual de aplicação da norma regulamentadora Nº. 17 (2002), o encosto, além de aliviar a tensão dos músculos abdominais e dorsais, deve fornecer um bom suporte lombar.

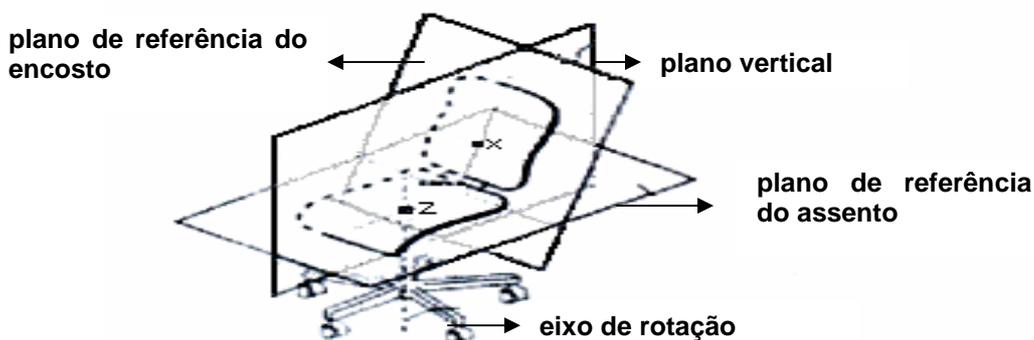
O papel do encosto em uma cadeira é atenuar o estresse exercido na coluna vertebral, relaxando a musculatura das costas da pessoa sentada, mantendo a lordose lombar e aumentando o conforto (CORLET; EKLUND, 1984).

As condições do corpo em relação à postura sentada têm propiciado vários estudos com relação ao encosto (CORLET; EKLUND, 1984; SCOTT, 1989; IIDA, 1990; PANERO; ZELNIK, 1998; SILVA, 2003). Em linhas gerais, a literatura aponta que um encosto adaptado ao corpo possibilita a prevenção da sobrecarga na coluna vertebral e na musculatura dorsal. Igualmente ao assento, o encosto, também, possui várias configurações como altura do encosto, largura e profundidade de apoio lombar, que ajudam na conformação. Suas definições estão sintetizadas no quadro 10.

CONFIGURAÇÃO/ ENCOSTO	DEFINIÇÃO
1. Altura do encosto	É a medida do assento até a axila.
2. Largura do encosto	A distância horizontal medida entre as faces laterais do encosto passando pelo ponto "x" da figura 15.
3. Profundidade de apoio lombar	A distância horizontal, medida em relação ao ponto "x" da saliência do encosto para apoio lombar da figura 15.
Fonte: Scott (1989) e ABNT (1997).	

**Quadro 10 – Definições das configurações do encosto**

Para o entendimento das configurações do encosto, a figura 15 apresenta os planos e eixos de referência em suas definições.



Fonte: ABNT (1997).

**Figura 15 - Planos e eixos de referência**

A adição de um encosto suplementar em uma cadeira padrão reduziu a maior pressão e a pressão média na região lombar em 35% e 20% (CARCONE; KEIR, 2007).

Para Carcone e Keir (2007), na seleção dos produtos disponíveis para o consumidor, há necessidade de se estabelecerem os critérios do projeto e de seleção do encosto, baseados na relação entre conforto, pressão, postura e os dados antropométricos dos usuários.

Segundo Lida (2005), o perfil do encosto é importante porque uma pessoa sentada apresenta uma protuberância para trás, na altura das nádegas e a curvatura da coluna vertebral varia de uma pessoa para outra.

Observa-se a complexidade do subsistema cadeira e todas as suas configurações, pressupondo que nenhuma delas é concebida de forma isolada. Pode-se ter como exemplo a relação do assento com o encosto que estabelece o ângulo de conforto entre ambos (apresentado na figura 09, pág. 46).

### 2.5.1.3 Descanso para os braços

É um dispositivo criado para apoiar os braços do usuário da cadeira sem incentivar a postura relaxada quando a escápula estiver muito baixa ou muito alta (SCOTT, 1989).

Para Gordon *et al.* (2006), a utilização do descanso dos braços possibilita uma redução na pressão sobre o assento. Muitas vezes esta especificação é confundida com um acessório, não demandando muita atenção em sua concepção. Porém, nesta pesquisa, seus conceitos e suas subdivisões são necessários e estão descritos no quadro 11.

CONFIGURAÇÃO DO DESCANSO PARA OS BRAÇOS	DEFINIÇÕES
1. Altura do descanso para os braços	A medida do assento até o cotovelo flexionado a 90°, somada a 2,5cm.
2. Recuo do apoio para os braços	A distância da borda frontal superior do apoio para os braços e a borda frontal superior do assento, medida no eixo longitudinal do assento. Deve ter mínimo de 10 cm. e máximo de 20 cm.
Fonte: Scott (1989) e ABNT (1997).	

**Quadro 11 – Definição das configurações do descanso para os braços**

Deve-se observar que estas medidas podem sofrer alteração com o uso de almofadas e/ou acolchoados. Panero e Zelnik (1998) salientam, também, que este apoio sustenta o peso dos braços e ajuda o usuário a se sentar e levantar.

A ABNT (1997) menciona ainda que a largura do apoio para os braços é a superfície praticamente plana do apóia-braço e deve medir entre o mínimo de 4 cm e o máximo de 9 cm.

Para Gordon *et al.* (2006), as diferenças do projeto da cadeira têm um impacto maior na relação com a pressão da bandeja do assento do que os ângulos posturais ou uso de descanso para os braços. Porém, ao determinar os fatores de projeto, estes três itens devem ser compartilhados (pressão sobre o assento, ângulos posturais e descanso para os braços).

O tópico seguinte discorrerá sobre duas bases da ergonomia física: a antropometria e a biomecânica.

## **2.6 Bases antropométricas e biomecânicas**

Os múltiplos princípios da ergonomia originam-se de áreas como a antropometria e biomecânica. Esses embasamentos multidisciplinares têm sido solicitados para contribuir na análise de processos de reestruturação produtiva relacionados à inadequação de postos de trabalho e mudanças ou introdução de novas tecnologias.

### **2.6.1 Antropometria**

A origem da antropometria remonta-se à antiguidade. Egípcios e gregos estudavam a relação das diversas partes do corpo e as doenças a elas associadas.

Segundo Panero e Zelnik (1998), antropometria é a ciência que estuda as medidas concretas do corpo, a fim de estabelecer diferenças entre indivíduos, grupos etc.

Os setores produtivos começaram a perceber que os meios técnicos determinados pela organização do trabalho deveriam ser adaptados às especificidades do funcionamento humano (ABRAHÃO, 2000).

Por conseguinte, a antropometria ocupa-se das dimensões e proporções do corpo humano, pois as medidas humanas são importantes na determinação de diversos aspectos relacionados ao ambiente de trabalho.

De acordo com Mafra *et al.* (2006, p. 04),

Sempre que possível é justificável a realização de medidas antropométricas da população para a qual está sendo projetado um produto ou um equipamento, pois equipamentos fora das características do usuário podem levar o estresse desnecessário e até provocar graves acidentes.

Como a ergonomia procura adaptar as condições de trabalho às características do ser humano, com o surgimento dos sistemas complexos de trabalho, as dimensões físicas do homem se tornaram extremamente relevantes (COUTO, 1995).

Portanto, como os conceitos padronizados do primeiro (produto) está em oposição às características físicas do segundo (usuário), o conhecimento das medidas humanas sugerem soluções projetuais para melhorar a interação (produto x usuário). As exigências demandadas para o objeto em exame são de produção customizada.

Para Lida (1990), não é um processo simples quando se deseja obter medidas confiáveis de uma população que contém indivíduos dos mais variados tipos e nas condições mais diversas. Assim também, conforme Boueri Filho (1991), em cada processo projetual, as dimensões e os movimentos do corpo humano são os determinantes da forma e tamanhos dos equipamentos, mobiliário e espaços.

As considerações de Lida (1990) e Boueri Filho (1991) admitem que as diferenças individuais do corpo sejam fundamentais para a concepção ou reprojeto de um objeto ou produto. Deste modo, esta pesquisa considera a relevância das diferenças individuais, entendendo que a cadeira dimensionada de acordo com seu usuário torna-se a extensão de seu corpo na execução do arremesso.

Na área da antropometria há tendência de evolução para padrões mundiais, embora ainda não existam medidas antropométricas confiáveis para a população mundial (IIDA, 2005).

Não se acredita que, com a concepção de produtos cada vez mais customizados, vá existir um padrão mundial de medidas antropométricas. Com efeito, os produtos devem possuir uma maior flexibilidade, possibilitando uma melhor acomodação de seus usuários. Hoje, a indústria automobilística oferece uma série de especificações personalizadas de seus produtos para seus clientes demonstrando uma mudança de conceito.

#### **2.6.1.1 Realização de medidas antropométricas**

No caso de um produto customizado, devem-se considerar as medidas representativas de um único operador. Conforme Kroemer e Grandjean (2005) são condições necessárias para um trabalho eficiente, pois é a imprescindível adaptação do local de trabalho às medidas do corpo e à mobilidade do operador que possibilitam uma maior produção.

A definição das medidas envolve a descrição dos dois pontos entre os quais serão aferidas. É necessária a indicação da postura do corpo sentado ou deitado, os instrumentos antropométricos e a técnica da medida a ser utilizada (Iida, 1990).

Segundo Iida (1990, p.110) os métodos antropométricos se classificam basicamente em diretos e indiretos:

Os métodos diretos envolvem leituras de instrumentos que entram em contato físico com o organismo (réguas, trenas, fitas métricas, paquímetros, dinamômetros e outros instrumentos semelhantes). As medidas indiretas geralmente envolvem fotos do corpo ou parte deles contra uma malha quadriculada.

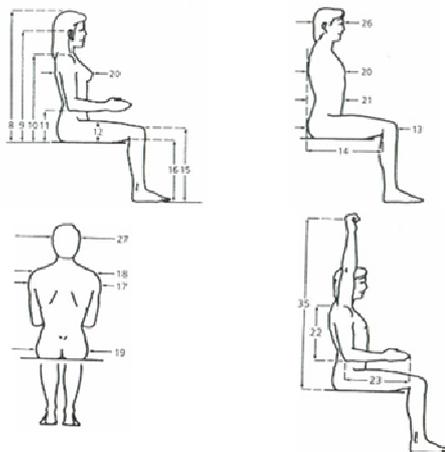
Na realização das medidas antropométricas alguns cuidados poderão ser adotados como a elaboração de um roteiro e formulários apropriados para as anotações. A literatura recomenda que os assentos devam estar em conformidade com seus usuários, assim, estes estudos selecionou algumas medidas para postura sentada que estão descritas a seguir.

Kroemer e Grandjean (2005) atribuem as seguintes dimensões de pessoas sentadas: Altura sentada; Altura dos ombros (acrômio); Altura dos cotovelos; Espessuras das coxas; Comprimento nádegas – joelhos; Comprimento nádegas poplíteal; Altura dos joelhos; Altura poplíteal; Largura dos ombros (bideltóide); Largura dos ombros (biacromial); Largura dos quadris (sentado); Profundidade do tórax; Profundidade do abdome (sentado); Comprimento ombro – cotovelo; Comprimento cotovelo ponta dos dedos; Comprimento do pé; Largura do pé.

Segundo Panero e Zelnik (1998), as dimensões essenciais para o desenho de uma cadeira são: altura poplíteia; distância da nádega à cavidade poplíteal (largura); altura do cotovelo em repouso; altura dos ombros; altura sentada; largura entre cotovelos; largura dos quadris; largura dos ombros; altura lombar.

Embora os estudos de Kroemer e Grandjean (2005) apresentem um número maior de especificações de pessoas sentadas em relação aos estudos de Panero e Zelnik (1998), para a consecução dos objetivos propostos no presente estudo, os dois trabalhos serão utilizados devido à diversidade dimensional das pessoas portadoras de deficiência física (PPDF). As definições das medidas elaboradas por Kroemer e Grandjean (2005) e Panero e Zelnik (1998) encontram-se descritas no quadro 12.

A figura 16 apresenta as medidas para o dimensionamento de cadeiras na postura sentada, segundo Kroemer e Grandjean (2005).



Fonte: Pheasant (1986,1996) citado por Kroemer e Grandjean (2005).

**Figura 16 – Medidas para o dimensionamento de cadeiras na postura sentada**

As 27 medidas estudadas compõem um acervo de informações que ampliam as possibilidades de adaptação de produtos para pessoas na postura sentada, bem como ajudam na conformação de requisitos demandados para pessoas com deficiência.

Nº.	DIMENSÕES	DEFINIÇÃO
08	Altura sentada	Na posição sentada é a distância vertical que se mede da superfície do assento até a coroa da cabeça.
09	Altura dos olhos (pessoa sentada)	É a distância que se mede da linha horizontal dos olhos até a superfície do assento.
10	Altura dos ombros (pessoa sentada)	É a distância vertical que se mede da superfície do assento até o ponto equidistante do pescoço e do acrômio.
11	Altura dos cotovelos (pessoa sentada)	É a altura desde superfície do assento até a ponta inferior do cotovelo.
12	Largura entre os cotovelos	É a distância que separa as superfícies laterais dos cotovelos, medidas quando estão dobrados, ligeiramente apoiados ao corpo e com os braços estendidos lateralmente.
13	Espessura das coxas da pessoa sentada	É a medida do assento até a linha horizontal mais alta da coxa da pessoa sentada.
14	Comprimento nádegas/ joelho	É a distancia horizontal que se toma da superfície exterior da nádega até a porção frontal da rótula.
15	Comprimento nádegas/ popliteal	Medida tomada atrás das nádegas ao longo da coxa até a dobra atrás do joelho.
16	Altura dos joelhos	É a distância vertical do solo até a rótula.
17	Altura popliteal	É a distância vertical que se toma do solo até a zona intermediária posterior da rótula em um indivíduo sentado e com o tronco erguido.
18	Largura dos ombros (bideltóide)	É a distância horizontal máxima que separa os músculos deltóides.
19	Largura dos ombros (biacromial)	Medida da linha horizontal do acrômio esquerdo ao direito da pessoa sentada.
20	Largura dos quadris (sentado)	Medida tomada dos quadris na porção mais larga da pessoa sentada.
21	Profundidade do tórax.	Medida de linha vertical das costas na altura do mamilo até a linha vertical do mamilo.
22	Profundidade do abdome sentado.	Medida da linha vertical das costas na altura do umbigo até a linha vertical do abdome.
23	Comprimento ombro - cotovelo	Medida da linha horizontal do acrômio até a linha horizontal do braço formando o ângulo de 90° com o antebraço da pessoa sentada.
24	Comprimento cotovelo ponta dos dedos.	Medida do cotovelo com o braço em 90° da pessoa sentada até a ponta distal dos dedos.
25	Comprimento do pé	Medida do calcanhar a parte distal dos dedos com o pé apoiado em uma plataforma horizontal.
26	Largura do pé	Medida da extremidade esquerda a extremidade direita do pé em sua porção mais larga.
27	Ângulo encosto assento.	Medida do ângulo entre o encosto e o assento.

Fonte: Panero e Zelnik (1998) e Kroemer e Grandjean (2005).

#### Quadro 12 - Dados Antropométricos para Concepção de Cadeiras no Paradesporto

Dentro deste contexto observaram-se seis medidas críticas para concepção de cadeiras descritas no quadro 13, sugeridas por Scott (1989).

MEDIDAS	PROCEDIMENTO
1. Altura	É a medida tomada abaixo da coxa distal, até o calcâneo.
2. Largura	É a medida tomada nos quadris ou coxas, na porção mais larga, e deve-se incluir a largura da estrutura da cadeira.
3. Comprimento do assento	É a medida tomada atrás das nádegas, ao longo da coxa até a dobra atrás do joelho.
4. Apoio Lateral	É a medida vertical do assento até o cotovelo do braço flexionado a 90°.
5. Descanso para os pés	É a medida da coxa distal até o calcâneo, caso use almofadas ou sua cadeira possua acolchoado no assento, deve ser somada a esta medida.
6. Altura do encosto	É a medida tomada do assento até a axila.

Fonte: Scott (1998).

**Quadro 13 – Medidas críticas para concepção de cadeiras de rodas**

Apesar de todas as medidas serem relevantes para concepção de cadeiras, as medidas sugeridas por Scott (1989) se constituem em uma base dimensional das principais especificações de uma cadeira em relação ao seu usuário, possibilitando uma adequação entre ambos (produto x usuário).

Os efeitos tecnológicos da antropometria apresentam-se entre o dimensionamento preliminar e final de um projeto. Estas necessidades projetuais requerem confiabilidade assinalada pelos contextos espacial, organizacional e científico.

A pesquisa dos movimentos corretos, da conseqüente melhora no equipamento e nas técnicas de treinamento só foi possível com a contribuição da biomecânica que sempre procurou formas de aperfeiçoar o desempenho, conservando a saúde dos atletas. O tópico a seguir discorrerá sobre a biomecânica.

### 2.6.2 Biomecânica

A biomecânica constitui-se em uma importante ferramenta para a melhora do desempenho humano, em que a avaliação e mensuração dos movimentos corporais têm apresentado relevância para aplicações médicas, industriais e esportivas. Este tópico discorrerá sobre a biomecânica e suas subdivisões, abrangendo os princípios biomecânicos e a biomecânica do arremesso.

Alguns movimentos se desenvolveram para garantia da sobrevivência e outros evoluíram como meio de expressão. Os movimentos esportivos, em particular, estão

entre os mais exigentes de todos aqueles impostos ao corpo humano (ZERNICKE; WHITING, 2004).

Para McGinnis (2002), a biomecânica estuda as forças e os seus efeitos sobre os sistemas vivos. A biomecânica do exercício e do esporte é o estudo das forças e seus efeitos sobre os humanos no exercício e nos esportes.

De acordo com Santos e Guimarães (2002), a área de aplicação da biomecânica pode ser subdividida em biomecânica do rendimento, biomecânica antropométrica e biomecânica preventiva.

- A biomecânica do rendimento analisa a técnica do movimento, identificando e avaliando as variáveis de influência e o diagnóstico individual em relação às falhas técnico-motoras do movimento (MENZEL, 1997, citado por SANTOS; GUIMARÃES, 2002).
- A biomecânica antropométrica relaciona-se com o diagnóstico e prognóstico do rendimento relativo às medidas antropométricas;
- A biomecânica preventiva relaciona-se com a identificação de cargas e possíveis desgastes ocasionados ao aparelho de movimento oriundos da aplicação dessas cargas.

A biomecânica preventiva, citada por Santos e Guimarães (2002), pode ser aplicada no mundo do trabalho como biomecânica ocupacional. A biomecânica ocupacional estuda as interações entre o ambiente de trabalho e o homem sob o ponto de vista dos movimentos músculo-esquelético e suas conseqüências (IIDA, 1990).

Conforme Ortolan *et al.* (2001) os conceitos biomecânicos aplicados à reabilitação vêm permitindo o desenvolvimento de sistemas, órgãos artificiais, dispositivos ortopédicos e protéticos inteligentes funcionais e estéticos, efetivamente contribuindo para a melhoria da qualidade de vida de deficientes físicos.

É difícil estabelecer um limite para a utilização dos conceitos biomecânicos. Sua utilização é recorrente em várias áreas, principalmente nas de aplicação ao corpo humano. Para Iida (1990), Ortolan *et al.* (2001), McGinnis (2002), Santos e Guimarães (2002) e Dul e Weerdmeester (2005), seu conhecimento possibilita

estimar as tensões nos músculos e articulações durante uma postura ou um movimento.

O estudo do movimento humano gerou divisões que se estabeleceram de acordo com sua finalidade. A análise biomecânica dividiu-se basicamente no método qualitativo e quantitativo, que descrevem as características do movimento. (McGinnis, 2002).

Segundo Hay e Reid (1985), a análise biomecânica qualitativa é utilizada para melhorar o desempenho, envolvendo quatro passos: a descrição, a observação, a avaliação e a instrução.

No quadro 14, McGinnis (2002) descreve os passos da análise biomecânica qualitativa.

FASE	OBJETIVO	APLICAÇÃO
1. Descrição	Desenvolver um modelo teórico da técnica mais eficaz e descrevê-la.	Determinar o que você quer observar.
2. Observação	Observar o desempenho do paratleta.	Identificar os aspectos técnicos.
3. Avaliação	Comparar a técnica ideal com o desempenho observado.	Identificar e avaliar os erros (adequado e inadequado).
4. Instrução	Educar o atleta fornecendo o <i>feedback</i> e a instrução necessária.	Corrigir os erros.

Fonte: McGinnis (2002).

**Quadro 14 - Fases de uma análise biomecânica qualitativa**

Para McGinnis (2002), na medição de seus parâmetros quantitativos, a biomecânica utiliza: a fotografia, a cinemetria, a eletromiografia, a dinamometria e a antropometria.

Neste sentido, o escopo deste estudo utilizou a análise biomecânica qualitativa do movimento técnico, que consiste em uma avaliação sistemática dos fatores que contribuem com a habilidade motora estudada. As três primeiras fases de análise biomecânica, descritas por Hay e Reid (1985) e McGinnis (2002) e apresentadas no quadro 11, serviram como parâmetro metodológico para pesquisa, uma vez que a quarta fase, denominada de instrução, não foi empregada por não corresponder aos objetivos aqui pretendidos.

O objetivo da biomecânica do exercício e do esporte é a melhora do desempenho, da técnica, do equipamento, do treinamento, prevenção de lesões e reabilitação e projetos de equipamentos para reduzir lesões (McGINNIS, 2002).

Os conceitos e inferências de Hay e Reid (1985), Lida (1990), Ortolan *et al.* (2001), McGinnis (2002), Santos e Guimarães (2002) e Dul e Weerdmeester (2005) possibilitaram, conjuntamente, identificar os potenciais de intervenção para análise do movimento humano e esportivo deste estudo. No próximo tópico pondera-se sobre a biomecânica do arremesso do peso.

### **2.6.2.1 Biomecânica do arremesso do peso**

O objetivo do arremesso desportivo é lançar o implemento, perspectivando o maior alcance possível, observando as regras das competições que limitam as ações do arremessador (LÓPEZ, 2001).

De acordo com Lanka (2004), o arremesso de peso como esporte tem mais de cem anos, e as opiniões sobre as técnicas de arremesso têm sido modificadas possibilitando melhores *performances* no decorrer de sua história.

Em geral, a evolução da técnica do arremesso do peso está relacionada às variantes de desempenho do movimento, que são segundo Lanka (2004, p.340): “arremesso de peso na posição em pé; arremesso de peso com um deslizamento da posição de propulsão com o lado ou as costas contra a direção de lançamento; e arremesso de peso com uma técnica rotacional”.

A distância alcançada nos arremessos é determinada em função dos regulamentos oficiais, das possibilidades humanas, das leis mecânicas, de inovações de materiais e da classificação dos arremessos – arremessos com translação dominante e, de acordo com critério estrutural, arremessos pesados (FERNANDES, 2003, p. 10).

Conforme Lanka (2004), Fernandes (2003) e Muller; Ritzdorf (2002), os aspectos biomecânicos decorrentes do arremesso do peso envolvem os parâmetros de altura, velocidade, ângulo de saída, qualidades aerodinâmicas e fatores ambientais.

É interessante observar na literatura que existem vários parâmetros biomecânicos que determinam o resultado de um arremesso tornando sua análise global complexa. A literatura dispõe de uma extensa abordagem em relação à

divisão do arremesso, e alguns autores divergem em número de fases e denominações.

Portanto, para este estudo, selecionaram-se as características técnicas preconizadas por Muller e Ritzdorf (2002) e Fernandes (2003) que foram organizadas e descritas no quadro 15, com o objetivo de serem examinadas e posteriormente utilizadas no objeto de estudo em tela.

<b>FASES</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>	<b>OBJETIVO</b>
Preparação	O paratleta pega o engenho e assume a posição para iniciar a fase de construção.	Iniciar a aceleração e posicionar o corpo para ação do arremesso.
Construção	O objetivo é aumentar a velocidade do arremesso, acelerando a velocidade do corpo e do engenho para o nível ótimo.	Manter a velocidade do peso e iniciar a aceleração principal.
Arremesso	A velocidade é armazenada, aumentada e transferida do corpo do paratleta para o engenho que é arremessado.	Transferir a velocidade do arremessador para o peso e realizar a ação final do arremesso.
Recuperação	O paratleta retorna à posição inicial.	Estabilizar o arremessador.

Fonte: Muller e Ritzdorf (2002) e Fernandes (2003).

**Quadro 15 - Fases do arremesso do peso**

Após da análise das fases preconizadas por Muller e Ritzdorf (2002) e Fernandes (2003), observou-se que para a descrição do gesto técnico do arremesso sobre a cadeira não vai existir a fase de deslizamento, pois os paratletas que se utilizam da cadeira para arremessar possuem comprometimento nos membros inferiores. Assim, a análise terá como foco o tronco e os membros superiores dos paratletas.

A descrição das características técnicas possibilita, conjuntamente com a divisão do movimento, a análise de cada fase do arremesso. Após este exame, o atleta deve tomar conhecimento para que sob orientação do técnico, possa corrigi-los (FERNANDES, 2003).

A caracterização das fases do arremesso e suas etapas estão ilustradas nas figuras abaixo com base na descrição sumarizada proposta por Muller e Ritzdorf (2002) em atletas destros.

1. Na empunhadura ilustrada na figura 17, o peso fica repousado sobre a base (calo) dos dedos.

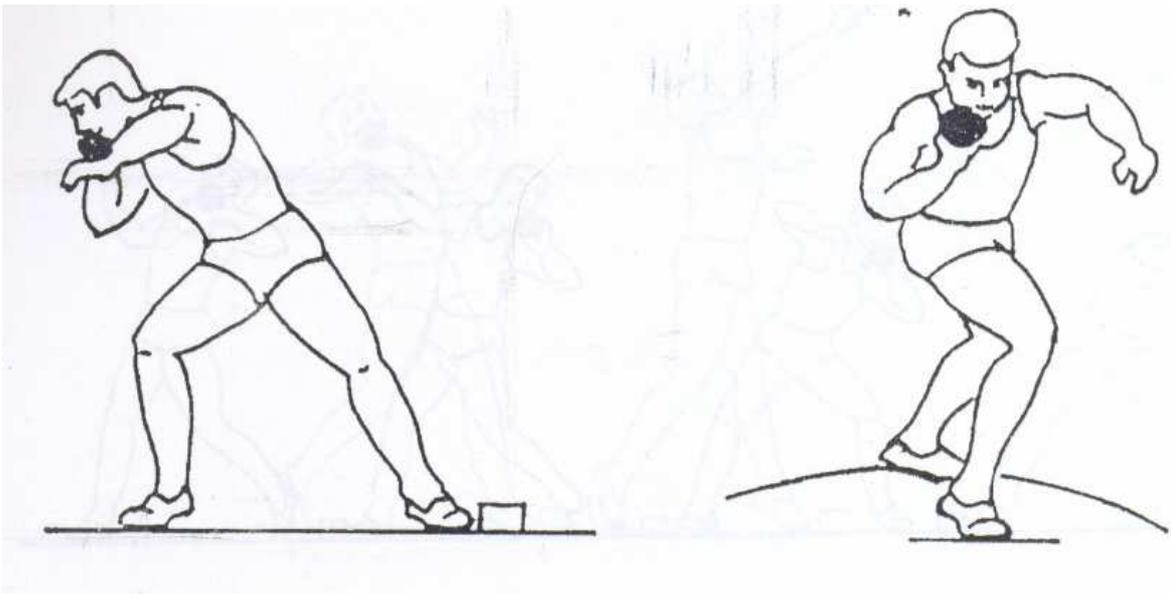


Fonte: Muller e Ritzdorf, (2002).

**Figura 17 – Empunhadura do arremesso**

O mínimo e o polegar servem de apoio lateral, enquanto que os outros três dedos da mão (indicador, médio e anular) ficam ligeiramente afastados. O peso não deve ser seguro com contração da mão, também não pode rolar na sua palma.

2. A cabeça e o braço esquerdo ilustrado na figura 18 estão virados para trás da área de arremesso.



Fonte: Muller e Ritzdorf (2002).

**Figura 18 – Fase de preparação do arremesso posição da cabeça e do braço**

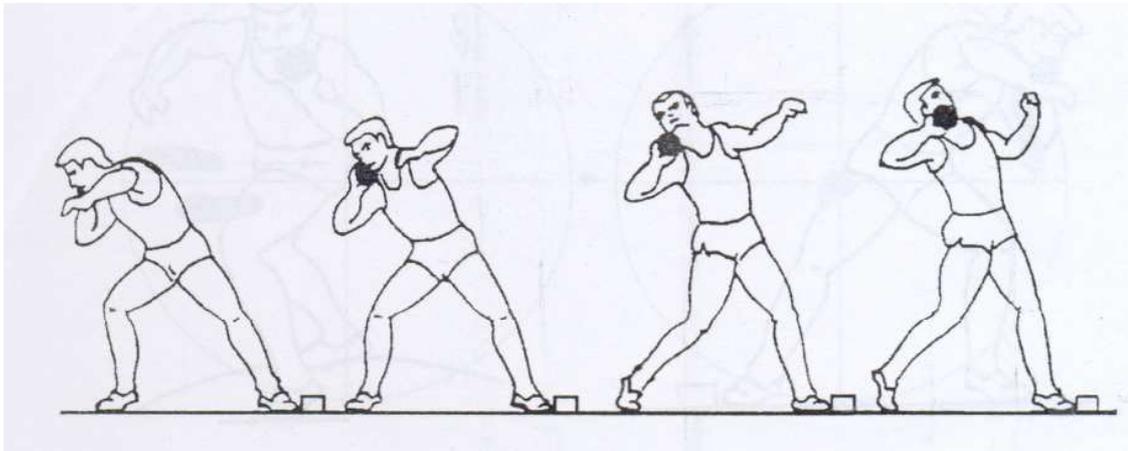
3. O cotovelo direito ilustrado na figura 19 faz um ângulo de 90° com o tronco, e o cotovelo esquerdo está levantado e virado na direção do lançamento.



Fonte: Muller e Ritzdorf (2002).

**Figura 19 – Fase de preparação do arremesso ângulo cotovelo x tronco**

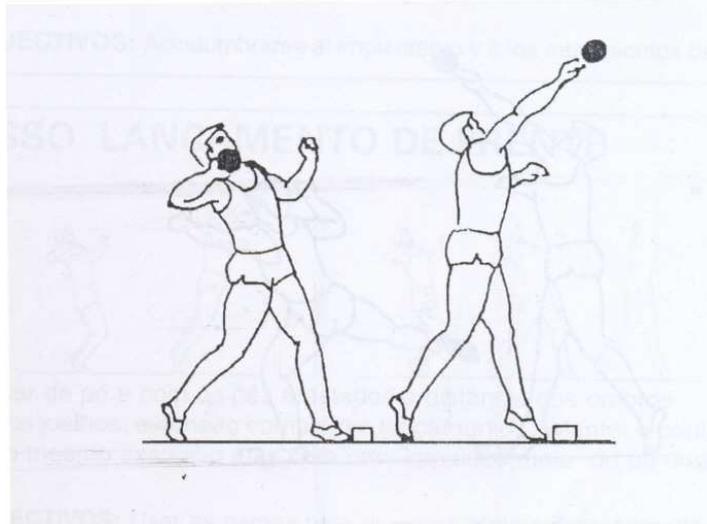
4. O movimento de rotação do tronco é bloqueado pelo braço esquerdo esboçado na figura 20. E o movimento de chicote do braço começa após a extensão completa da perna e do tronco. Esta análise torna-se possível em paratletas que estão classificados funcionalmente em F57 ou F58, por possuírem uma das pernas funcionais.



Fonte: Muller e Ritzdorf (2002).

**Figura 20 – Fase de aceleração do arremesso movimento de rotação do tronco**

7. O braço esquerdo deve estar dobrado e fixo junto ao tronco. A aceleração é continuada pelo pulso que está em pré-extensão (polegar para baixo e dedos a apontar para fora após largar o peso). Posturas ilustradas na figura 21.



Fonte: Muller e Ritzdorf (2002).

**Figura 21 – Fase do arremesso movimento final do braço**

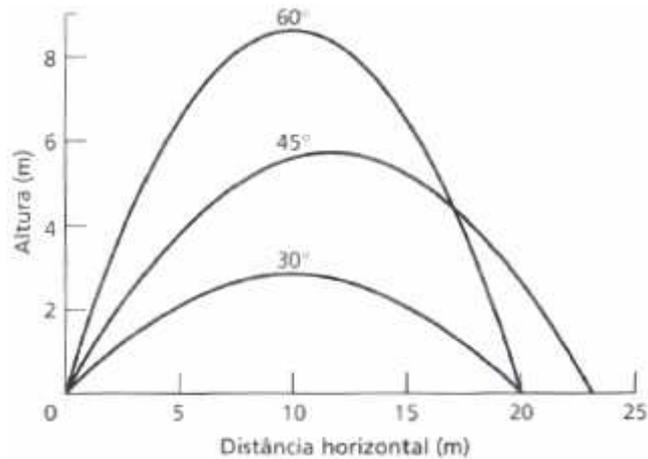
As fases e características descritas por Muller e Ritzdorf (2002) e Fernandes (2003) possibilitaram a elaboração de um protocolo utilizado para analisar o movimento do arremesso e a compreensão da atividade na presente pesquisa. O próximo tópico tecerá considerações sobre os princípios biomecânicos.

#### **2.6.2.2 Considerações sobre os princípios biomecânicos**

Os elementos mecânicos que determinam a distância nos arremessos dependem de vários fatores. Segundo Jones (1998) e Bartlett (2004), há três parâmetros, além da aceleração da gravidade ( $g$ ), que determinam a trajetória de um projétil simples, tal como uma bola, um peso ou um martelo. São eles: a altura, o ângulo e a velocidade de liberação.

No evento do arremesso do peso, o objetivo é maximizar o alcance do projétil (peso), para uma dada velocidade de liberação e ângulo; quanto maior a altura de liberação, tanto mais longo o tempo de voo e tanto maiores serão a amplitude e a altura máxima. (BARTLETT, 2004).

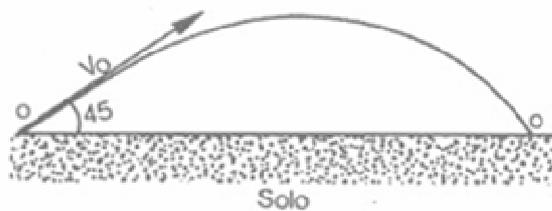
Para Bartlett (2004) a altura de liberação não é igual a zero se o projétil aterrissa em um plano mais alto ou mais baixo do que aquele no qual foi liberado. O gráfico 2 ilustra o efeito do ângulo de liberação em uma altura de liberação igual a zero.



Fonte: Bartlett (2004).

**Gráfico 2 – Efeito do ângulo de liberação em uma altura de liberação igual a zero**

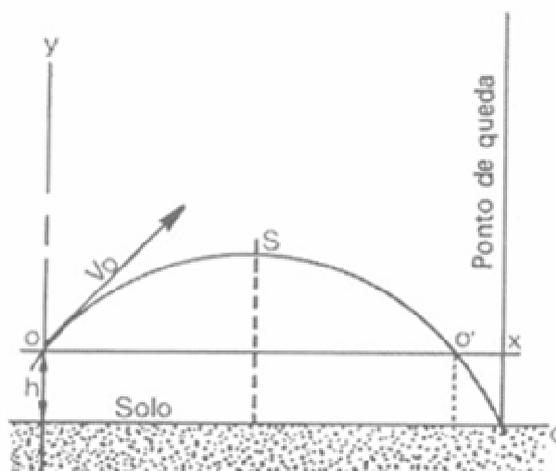
Quando o ponto de partida e o ponto de queda estão sobre o mesmo plano horizontal, as duas faces da parábola são iguais e simétricas com relação ao eixo da curva (FERNANDES, 2003). Ilustrado no gráfico 3.



Fonte: Fernandes (2003).

**Gráfico 3 – Parábola simétrica com relação ao eixo da curva**

Segundo Fernandes (2003), para a velocidade de impulsão e um ângulo de projeção dados, se o ponto de partida estiver na altura  $h$  sobre a horizontal do solo, a amplitude do tiro é maior, e a distância cresce no mesmo tempo que  $h$ , como ilustra o gráfico 4.



Fonte: Fernandes (2003).

**Gráfico 4 – Aumento da distância com o ponto de partida sobre a horizontal**

Referindo-se às leis mecânicas, a altura de liberação do peso depende do comprimento do corpo e dos braços do atleta, do nível de preparação física e técnica. Um aumento na altura de liberação causará um aumento aproximadamente igual na distância que o peso voará (TUTEVICH, 1969 citado por LANKA, 2004).

Portanto, considerando os estudos de Jones (1998), Bartlett (2004), Lanka (2004), Fernandes (2003) e Muller e Ritzdorf (2002), verifica-se que o parâmetro “altura” é considerado um dos pilares dos arremessos, e a sua não deferência traz prejuízos biomecânicos para o arremessador. Em analogia ao arremesso sobre a cadeira, o paratleta que estiver sentado abaixo da altura regulamentar de 75 cm estará em desvantagem, o que de acordo com a biomecânica comprometerá o seu desempenho.

Para obter um melhor desempenho, um arremessador, além de imprimir sobre o implemento maior velocidade, deve projetá-lo sobre um ângulo apropriado (FERNANDES, 2003).

Bartlett (2004) definiu que o ângulo de liberação é o vetor entre a velocidade do projétil e a horizontal, no momento da liberação.

No arremesso sobre a cadeira o ponto de saída do implemento estará a uma altura diferente do ponto de queda, ou seja, o ponto de saída será a altura do assento da cadeira somada as alturas do tronco e a saída do arremesso.

Portanto, considerando que o corpo humano com toda sua complexidade não se comporta da mesma maneira, a altura da cadeira irá contribuir com o desempenho do paratleta, pois qualquer aumento na velocidade de liberação ou na altura de liberação é sempre acompanhado por um aumento na amplitude (BARTLETT, 2004). Isto se o ângulo não se alterar.

Dentre os três fatores que influenciam os arremessos, a velocidade de liberação é o fator mais relevante. Para Lanka (2004), enquanto que a distância horizontal coberta durante o vôo é proporcional ao quadrado da velocidade de liberação. O aumento da velocidade por um fator de dois melhorará o resultado do desempenho por um fator de quatro.

Seguindo esta premissa, o paratleta deverá assumir uma postura na cadeira que possibilite percorrer um espaço maior para adquirir uma velocidade maior. Assim, as especificações projetuais das cadeiras devem atender não só o usuário como também a atividade executada, corroborando para um desempenho ótimo.

A fim de alcançar os objetivos propostos por esta pesquisa, no capítulo seguinte será discutida a abordagem metodológica do trabalho, seus preceitos e técnicas, bem como é feita uma descrição detalhada dos passos tomados na coleta de dados.

### 3 METODOLOGIA

Do ponto de vista de sua natureza, o estudo pode ser caracterizado como aplicado. Se, por um lado, o trabalho é o objeto de estudo da ergonomia, por outro se pode constituir em seu objetivo, dado seu caráter aplicado e de intervenção (SILVINO, 1999). É a partir desta conjugação (aplicação e intervenção) que ocorre a construção do saber em ergonomia, estabelecendo os limites entre sua teoria e a sua prática.

Segundo Abrahão e Pinho (1999), a ergonomia possui dois objetivos que constituem sua gênese: (a) produzir conhecimentos científicos sobre a inter-relação entre o homem/trabalho; (b) formular recomendações, instrumentos e princípios orientadores da ação humana, a fim de transformar o contexto laboral.

Existe um consenso sobre a aplicação multidisciplinar da ergonomia, que se apropria de outras áreas do conhecimento utilizando técnicas e metodologias diversas. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualiquantitativa, em que se considera fatores como técnica e forma, sem desconsiderar as peculiaridades individuais dos paratletas.

A fonte direta para a coleta de dados é o ambiente natural, no local em que se desenvolve o processo. Esta forma de abordagem considera uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito da pesquisa (SILVA e MENEZES, 2001), portanto é uma pesquisa descritiva.

Assim, a ergonomia consolida-se quando define seu objeto de estudo (inter-relação homem/trabalho), possui uma abordagem metodológica própria (com métodos e técnicas para estudar seus fenômenos – Análise Ergonômica do Trabalho) e adota um quadro teórico a partir de seu referencial metodológico.

#### 3.1 Abordagem metodológica

A análise ergonômica do trabalho (AET) sustenta a afinidade entre o referencial teórico da ergonomia e seu caráter de disciplina aplicada. Com o avanço científico e tecnológico e suas conseqüências, sobretudo aquelas relativas à

mudança da natureza da tarefa e as competências exigidas, o trabalho tem se transformado estruturalmente, exigindo uma compreensão da relação operador-instrumento-tarefa (ABRAHÃO, 2000). Uma vez que a ergonomia pretende compreender a inter-relação homem/trabalho a partir da situação real, são colocadas novas exigências referentes à metodologia de análise.

O modelo metodológico proposto por Santos e Fialho (1995), ilustrado no quadro 16, foi adotado no presente trabalho como referencial. Suas fases/etapas apresentam linearidade não implicando o cumprimento rígido da seqüência apresentada.

PROCEDIMENTOS DE PESQUISA EM ERGONOMIA	ETAPAS DE UMA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO
1. Quadro teórico de referência	1.1 Formulação da demanda 1.2 Análise das referências bibliográficas sobre o homem em atividade de trabalho 1.3 Questão de pesquisa
2. Análise ergonômica da situação de trabalho	1.4 Análise ergonômica da demanda: definição do problema (entrevistas exploratórias e problemática de pesquisa) 1.5 Análise ergonômica da tarefa: análise das condições de trabalho (elaboração de modelo de análise das atividades) 1.6 Análise ergonômica das atividades de trabalho: a análise dos comportamentos do homem no trabalho
3. Síntese ergonômica da situação de trabalho	1.7 Diagnóstico em ergonomia: a análise e tratamento dos dados (termos de referencia da situação analisada) 1.8 Caderno de encargos e recomendações ergonômicas, as conclusões da pesquisa. 1.9 Avaliação dos resultados: Memorial Descritivo dos avanços dos conhecimentos científicos em ergonomia.
Fonte: Santos e Fialho (1995).	

**Quadro 16 - Correspondência entre os procedimentos de pesquisa em ergonomia e as etapas da análise ergonômica de uma situação de trabalho**

Conforme o modelo proposto, em primeiro plano foi realizada a formulação da demanda procedida de sua análise. Dentre todas as etapas da AET, percebe-se que a determinação da demanda é ponto de partida no processo de construção da análise, portanto, dependendo do tipo de demanda, outros procedimentos e ferramentas podem ser utilizados para responder às suas questões.

De acordo com Vidal (2003), as demandas ergonômicas se constituem em outro modo de se olhar o problema e de se encaminharem suas soluções. Algumas vezes pode significar uma mudança importante de foco e de objeto.

Em seguida, com base nas informações levantadas e o conhecimento adquirido sobre o problema, iniciou-se a análise da tarefa, na qual as dificuldades ergonômicas encontradas contribuem ou trazem problemas ao usuário na utilização do produto (cadeira).

A análise ergonômica da tarefa consiste basicamente na análise das condições de trabalho, delimitando-se ao sistema homem-tarefa e realizando uma descrição mais precisa possível dos diversos componentes deste sistema (SANTOS e FIALHO, 1995).

A partir desta nova análise são definidos planos para análise sistemática da atividade, envolvendo diferentes tipos de técnicas, de acordo com as variáveis estudadas e com o contexto laborativo. Esta é uma etapa imprescindível da pesquisa, pois é a análise do trabalho real dos praticantes, tal como preconiza a AET (WISNER, 1987 e VIDAL, 2003).

Trata-se da análise dos comportamentos de trabalho, gestos, movimentos, posturas, enfim, tudo que pode ser observado ou inferido das condutas dos indivíduos (SANTOS e FIALHO, 1995). Esta análise procura avaliar o trabalho e não o trabalhador, sendo a ação (ou ações) deste que interessa à análise.

Finalmente, com os dados coletados e com o estabelecimento das relações entre os mesmos, uma etapa de validação foi feita no intuito de obter fidedignidade das informações.

Com a intenção de fornecer elementos para um melhor entendimento, das características da população e os procedimentos adotados, uma breve contextualização do objeto de estudo é feita a seguir.

### **3.2 Contexto**

Este estudo foi realizado a partir das observações sobre as incoerências ergonômicas na cadeira de arremesso utilizada por paratletas em competições de nível nacional e internacional.

A cadeira como artefato paradessportivo é utilizada por seus usuários objetivando tornar a atividade exequível em primeiro plano, obter melhores

marcas/resultados em segundo plano, tendo em vista tratar-se de um ambiente de competição. A demanda da pesquisa propôs estudar o comportamento do operador (paratleta), a tecnologia (cadeira) e a interação dos dois subsistemas em uma situação de competição.

Assim, para delimitação do sistema estudado considera-se o modelo sistêmico de uma situação de trabalho (competição) elaborado por Santos e Fialho (1995), adaptado pelo autor (2008), apresentado no quadro 17.

ENTRADA	PROCESSO	SAÍDA
<p><b>Tecnologia</b> (Cadeira) <b>Organização</b> Entidades nacionais – Abradecar, Internacionais – IWAS, suas regras e classificação funcional. <b>Homem</b> (Usuário) <b>Tarefa</b> Arremessar o implemento do peso o mais distante possível sobre a cadeira.</p>	<p><b>Atividade</b> Competição</p>	<p><b>Produção</b> (Aperfeiçoamento/Marcas/Recordes)  <b>Sociais</b> Participação em evento paradesportivo, convocações, aquisição de bolsa atleta.  <b>Homen</b> (Paratleta)</p>
<p>Fonte: Santos e Fialho (1995), adaptado pelo autor (2008).</p>		

**Quadro 17 - Modelo sistêmico de uma situação de trabalho, componentes e laços de regulação**

### 3.3 Características da população

No início dos exames, foram coletados dados de paratletas de ambos os sexos que possuíam comprometimento dos membros inferiores originados de várias causas como poliomielite, traumas da coluna vertebral, paralisia cerebral e amputações. Todos os casos observados nesta fase da pesquisa são oriundos dos quadros de paratletas da ABRADecAR e da IWAS que realizam seus arremessos sobre a cadeira.

Depois este estudo delimitou sua análise em paratletas do sexo masculino com idades variando de 20 a 48 anos, que possuíam comprometimento dos membros inferiores originados de poliomielite, traumas ou amputações. Possuem classificação funcional F58, realizando seus arremessos sobre a cadeira, e pertencem ao quadro de paratletas que participaram dos Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro de 2007.

### 3.4 Procedimento

Em consonância com o referencial teórico-metodológico, o procedimento adotado, embora esteja centrado em um modelo de base – Santos e Fialho (1995) adotou-se um sistema de coleta de dados e técnicas que se moldou ao contexto de trabalho e às exigências da pesquisa.

A primeira etapa consistiu na análise da demanda e da situação de trabalho, bem como da identificação dos elementos gerais conformadores da atividade, a partir do cenário laboral encontrado em competições de nível nacional.

Selecionaram-se 11 registros fotográficos aleatórios originados da galeria de fotos da ABRADECAR. Ressalta-se, porém, que em uma competição desta natureza existe uma diversidade de condições, pois os paratletas encontram-se em regime de competição onde nem sempre as condições ambientais e organizacionais são favoráveis para utilização de protocolos mais uniformes.

Para esta etapa da investigação foi elaborado um protocolo apresentado no quadro 18 com solicitações dos fatores ergonômicos básicos, permitindo uma leitura ergonômica e a uniformização da coleta de dados (análise da demanda).

Dados	Respostas
1. Competição	
2. Sexo	
3. Classificação Funcional	
4. Comprometimento Motor	
5. Prova	
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distância para registro fotográfico	De acordo com o enquadramento da máquina (de 1m a 3m).
8. Orientação para o registro fotográfico	Anterior, Posterior, Lateral ou Diagonal.
9. Avaliação	
Fonte: O autor (2008).	

**Quadro 18 - Protocolo de Formulação da Demanda**

Após a investigação dos registros fotográficos coletados, foram identificados 8 inconvenientes ergonômicos das cadeiras, que foram definidos no quadro 19 e tabulados no quadro 20. Esta fase da análise serviu para transformar o terreno do trabalho em uma correta topografia do ambiente laboral, e é isso que fornece os métodos observacionais (VIDAL, 2003).

Inconvenientes Ergonômicos	Definição
1. Assento	Sim - Compatível com o usuário em seu dimensionamento, presença de acolchoado.
	Não – Incompatível com o usuário em seu dimensionamento, ausência de acolchoado.
2. Ângulo de conforto	Sim - Estrutura da cadeira não favorece a presença de ângulos ortogonais.
	Não - Estrutura da cadeira favorece a presença de ângulos ortogonais.
3. Cadeira	Sim - Cadeira compatível com sua finalidade.
	Não - Cadeira incompatível com sua finalidade (cadeiras de uso diário, escritório, de mesa etc.).
4. Cor	Sim - Disposição psíquica presente.
	Não - Disposição psíquica ausente.
5. Encosto	Sim - Compatível com usuário em seu dimensionamento, presença de acolchoados.
	Não - Incompatível com usuário em seu dimensionamento, ausência de acolchoados.
6. Materiais do usuário	Sim – Presença de equipamento compatível com a atividade (tênis, camisetas, agasalhos, calção, etc.).
	Não – Ausência de equipamento compatível com a atividade (tênis, camisetas, agasalhos, calção, etc.).
7. Modularidade	Sim – Presença de modularidade.
	Não - Ausência de modularidade.
8. Portabilidade	Sim - Presença de dispositivo de portabilidade como rodas ou alças.
	Não - Ausência de dispositivo de portabilidade como rodas ou alças.

Fonte: O autor (2008).

**Quadro 19 - Definição dos inconvenientes ergonômicos apontados na análise da demanda**

Inconvenientes ergonômicos	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
1. Assento	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S
2. Ângulo de conforto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	X	S
3. Artefato de arremesso	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	N
4. Cor	S	S	S	N	N	N	S	N	N	N	N
5. Encosto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	X	S
6. Materiais do usuário	S	S	S	S	N	N	N	N	S	N	S
7. Módulo	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
8. Portabilidade	N	N	S	X	N	N	X	X	N	N	S

S = Sim; N = Não; X = Não existe ou não foi possível identificar pelo registro fotográfico.  
 Obs: A avaliação do caso nº. 11 recebeu os mesmos critérios estabelecidos para os outros casos (cadeira de uso diário).  
 Fonte: O autor (2008).

**Quadro 20 - Avaliação dos inconvenientes apontados na análise da demanda**

Após esta análise com base nas informações levantadas e o conhecimento adquirido sobre o problema, iniciou-se a segunda etapa da AET (tarefa). Este exame consiste basicamente na análise das condições de trabalho, delimitando-se ao sistema homem-tarefa e realizando uma descrição mais precisa possível dos diversos componentes deste sistema (SANTOS e FIALHO, 1995).

O cenário escolhido para essa etapa da pesquisa foram os Jogos Parapanamericanos realizados no Rio de Janeiro (2007), consistindo no registro do tipo de especificações e componentes da cadeira e a sua relação com o desempenho do paratleta.

Nesta etapa da pesquisa fez-se uso de anotações de campo, recursos fotográficos e cinematria realizados durante os Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007 nos dias 15,16 e 17 de agosto, quando se realizaram os eventos de arremessos (a súmula utilizada encontra-se no anexo A, e áudio, onde as declarações estão descritas no capítulo de análise e discussões), para que dados objetivos e análises realistas possam ser efetuadas.

Para a realização dos ensaios fotográficos foi elaborado um protocolo, apresentado no quadro 21, que possibilitasse a apreensão fotográfica do maior número de cadeiras, pois as condições de tempo de execução para os ensaios fotográficos eram desfavoráveis e as cadeiras encontravam-se em recinto restrito.

<b>Instrumento</b>	<b>Máquina digital</b>
Distância	Em concordância com o enquadramento da máquina (1m a 3m).
Orientação	Lateral, Frontal, Diagonal, e de cima para baixo (1m de distância).
Fonte: O autor (2008).	

**Quadro 21 - Protocolo para realização dos ensaios fotográficos das cadeiras**

Na análise das fotografias considerou-se o subsistema cadeira, pois o sistema desta pesquisa é formado por dois subsistemas: o subsistema homem e o subsistema cadeira.

Em relação ao subsistema cadeira analisaram-se os inconvenientes ergonômicos qualitativos (assento, ângulo de conforto, acabamento, cantos vivos (anfractuosidades), cor, descanso para os braços, dispositivos para fixação, encosto, portabilidade e modularidade), que estão definidos no quadro 22 e tabulados nos quadros 23 e 24, pois o subsistema cadeira apresenta-se de duas formas (cadeiras com encosto e cadeiras sem encosto).

Inconvenientes Ergonômicos	Definição
1. Assento.	Sim - Inconveniente encontrado na bandeja do assento como forma, ausência de acolchoado e improvisações.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
2. Ângulo de conforto.	Sim - Estrutura da cadeira sugere ângulos ortogonais (90°).
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
3. Acabamento.	Sim - Inconveniente encontrado na pintura e nos elementos estruturais da cadeira.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
4. Cantos vivos.	Sim - Estrutura da cadeira apresenta saliências cortantes e depressões irregulares.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
5. Cor.	Sim - Referências para as cores com disposição psíquica irrelevante.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
6. Descanso para os braços.	Sim - Inconveniente encontrado como acolchoado, improvisações e inutilidade.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
7. Dispositivo para fixação da cadeira.	Sim - Não existe dispositivo para fixação da estrutura da cadeira.
	Não - Existe dispositivo para fixação na estrutura da cadeira.
8. Encosto.	Sim - Inconveniente encontrado no encosto como forma, ausência de acolchoado e improvisações.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
9. Portabilidade.	Sim - Não apresenta nenhum dispositivo para a portabilidade da cadeira (rodas ou alças).
	Não - Apresenta dispositivo para a portabilidade da cadeira (rodas ou alças).
10. Modularidade.	Sim - Não apresenta modularidade.
	Não - Apresenta modularidade.

Fonte: O autor (2008).

**Quadro 22 - Definição dos inconvenientes detectados nas cadeiras de arremesso fotografadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio (2007)**

CADEIRAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Nº. 004	N	S	S	S	S	N	N	S	N	S
Nº. 000	N	S	S	S	N	N	S	S	S	S
Nº. 327	S	N	S	N	N	S	S	S	S	S
Nº. 367	S	S	S	S	S	N	N	S	N	S
Nº. 388	N	S	N	S	N	S	S	S	S	S
Nº. 328	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Nº. 417	N	S	S	S	S	N	S	S	S	S
Nº. 304	N	S	S	S	S	N	S	S	S	S
Nº. 302	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Nº. 404	N	N	S	S	S	N	N	N	S	S
Nº. 459	N	S	S	S	N	S	N	S	S	S
Nº. 493	N	S	S	S	N	N	S	S	S	S
Nº. 240	N	S	S	S	N	N	S	S	N	S
Nº. 038	N	S	S	S	S	S	S	S	N	S
Nº. 142	S	N	S	N	N	N	N	S	S	S
Nº. 238	S	S	S	S	N	S	N	S	N	S
Nº. 256	S	S	S	S	N	S	N	S	N	S

Legenda: 1. Assento; 2. Ângulo de conforto; 3. Acabamento; 4. Cantos vivos; 5. Cor; 6. Descanso para os braços; 7. Dispositivo de fixação; 8. Encosto; 9. Portabilidade; 10. Modularidade.

Fonte: O autor (2008).

**Quadro 23 - Inconvenientes detectados das cadeiras de arremesso com encosto fotografadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio (2007)**

<b>Cadeiras</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>06</b>	<b>07</b>
Nº. 172	S	S	S	S	S	S	S
Nº. AAA	S	S	S	S	S	S	S
Nº. 520	N	N	N	S	S	S	S
Nº. 392	S	N	S	N	S	S	S
Nº. 398	N	S	N	S	S	S	S
Nº. 418	N	N	N	S	S	S	S
Nº. 034	N	N	S	N	N	S	S
Nº. 052	N	S	S	S	S	S	S
Legenda: 1. Assento; 2. Acabamento; 3. Cantos vivos; 4. Cor; 5. Dispositivos de fixação; 6. Modularidade; 7. Portabilidade.							
Fonte: O autor (2008).							

**Quadro 24 - Inconvenientes detectados das cadeiras de arremesso sem encosto fotografadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio (2007)**

Coube entrevistar os treinadores e atletas utilizando um protocolo através de um roteiro que foi elaborado de forma semi-estruturada, apresentado no quadro 25, para que os entrevistados pudessem verbalizar a sua experiência com a atividade de treinamento e competição.

O registro das verbalizações permite que enxerguemos um conjunto de informações que não podem ser observadas nem aparecem nos instrumentos de avaliação sugeridos anteriormente. São os aspectos subjetivos envolvidos na atividade que esta técnica possibilita tornar explícita.

Foram entrevistados paratletas de ambos os sexos, 2 (dois) do gênero feminino e 3 (três) do gênero masculino e 1 (um) técnico. As entrevistas ocorreram informalmente no ambiente de competição onde os entrevistados encontravam-se em local aberto ao público, implicando interrupções constantes e poluição sonora. Portanto, esta técnica não pôde ser melhor explorada.

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>RESPOSTAS</b>
NOME:	
IDADE:	
SEXO:	
ASSOCIAÇÃO:	
REGIÃO:	
CLUBE:	
CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL:	
O atleta participou da confecção de sua cadeira?	
Quais as vantagens de sua cadeira?	
Quais as desvantagens de sua cadeira?	
O que pode melhorar em sua cadeira?	
Fonte: O autor (2008).	

**Quadro 25 - Roteiro de Entrevista para técnicos e paratletas**

As entrevistas foram gravadas, e depois transcritas literalmente. Todos os depoimentos foram codificados com a sigla “D” (Declarante), visando preservar o anonimato dos colaboradores.

A análise da tarefa e as observações foram efetivadas a fim de elencar os determinantes do trabalho. A partir deste ponto foram definidos planos para análise da atividade, envolvendo diferentes tipos de técnicas com o contexto laborativo.

O subsistema homem foi analisado através da análise ergonômica da atividade por meio do *modus operandi* do sujeito da atividade (paratleta), ou seja, a análise de sua técnica através do seu gesto biomecânico. Esta é uma etapa imprescindível da pesquisa, pois é a análise do trabalho real dos praticantes, tal como preconiza a AET (WISNER, 1987; VIDAL, 2003).

Este momento da análise possibilitou acompanhar e observar a atividade (competição) e a utilização da cadeira por parte de seu usuário. Assim, através das técnicas de arremesso recomendadas pela literatura, comparou-se a atividade em função dos *modus operandi* exigidos por essa situação de trabalho (arremesso do peso).

Trata-se da análise dos comportamentos de trabalho, gestos, movimentos, posturas, enfim, tudo que pode ser observado ou inferido das condutas dos indivíduos (SANTOS; FIALHO, 1995). Esta análise procura avaliar o trabalho e não o trabalhador, sendo a ação (ou ações) deste que interessa.

Esta pesquisa adotou como técnica da análise da atividade o método de análise das atividades em termos gestuais. Este método é aplicado quando a atividade motora é preponderante na execução da atividade. Conforme Santos e Fialho (1995) levantam-se os aspectos da atividade: os gestos, o conteúdo, o tempo e o processo de trabalho propriamente dito. De fato o trabalho é constituído pelos gestos que o trabalhador desenvolve para atingir os resultados da produção.

Diante da necessidade de analisar o gesto técnico do arremessador sobre a cadeira, recorreu-se aos estudos de Muller e Ritzdorf (2002) e Fernandes (2003), que descrevem o gesto técnico do arremesso do peso. Embora não exista uma descrição específica para arremessadores sobre uma cadeira, optou-se neste

estudo adaptar a descrição do gesto técnico dos arremessadores olímpicos suprimindo a fase de deslizamento que ocorre com o movimento das pernas.

Os paratletas que utilizam a cadeira para arremessar possuem comprometimento nos membros inferiores, deste modo foi feita a análise do tronco e dos membros superiores em paratletas destros e canhotos.

Através das fases do arremesso e das características técnicas preconizadas por Muller e Ritzdorf (2002) e Fernandes (2003), elaborou-se um protocolo apresentado no quadro 26, com objetivo de realizar a análise da atividade do paratleta em situação de competição no evento do arremesso do peso.

O universo escolhido para esta etapa da análise são os paratletas pertencentes à classe F58 que são identificados pela numeração da competição, gênero masculino prova do arremesso do peso, possibilitando a comparação dos resultados das duas análises (tarefa e atividade).

ARREMESSO DO PESO	
FASE	Postura
1. Preparação	A cabeça e o braço direito estão voltados para trás da área do arremesso. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
	O cotovelo direito faz um ângulo de 90º com o tronco. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
2. Construção	O movimento de rotação do tronco é bloqueado pelo braço esquerdo. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
	O cotovelo esquerdo está elevado e virado na direção do arremesso. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
3. Arremesso	O movimento de chicote do braço começa após a extensão completa da perna e do tronco. Utilizar-se-á a extensão completa da perna quando a classificação funcional do paratleta for F57 ou F58. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
	O braço esquerdo deve estar dobrado e fixo junto ao tronco no momento que o mesmo estiver de frente para área de arremesso. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
	O ombro direito se eleva acima do esquerdo, assim que o peso perde contato com o arremessador. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
	A aceleração é continuada pelo pulso que está em pré-extensão (polegar para baixo e dedos apontando para fora após largar o peso) e a mão acompanha o movimento até o final da ação. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada

Fonte: Muller e Ritzdorf (2002) e Fernandes (2003).

**Quadro 26 – Protocolo de análise das posturas no arremesso do peso (análise da atividade)**

Finalmente, com os dados coletados e o estabelecimento das relações entre eles, elaborou-se um conjunto de informações que desencadearam a síntese

ergonômica, em que os resultados foram devidamente interpretados constituindo um modelo da situação de trabalho investigado.

Então, a caracterização do modelo operante e a descrição da situação de trabalho analisada consistem no resultado maior da análise ergonômica (VIDAL, 2003). A confecção do um caderno de encargos partiu da formulação de um diagnóstico decorrente das síndromes encontradas na atividade do arremesso do peso.

Portanto, a elaboração do caderno de encargos e recomendações ergonômicas - CERE constitui-se na consolidação do objetivo geral estabelecido por esta pesquisa, colaborando para recomendar mudanças nas interfaces que engendram as posturas desequilibradas dos paratletas bem como suas solicitações de inclusão em atividades desta natureza.

O rol de sugestões sugeridas pelo CERE objetiva melhorar as condições de trabalho dos arremessadores que se utilizam da cadeira de arremesso no paradesporto, como também aponta requisitos para elaborar um projeto ou reprojeter cadeiras (arremesso).

### 3.5 Técnicas

Devido às características da AET, cuja meta é estudar e compreender as atividades desenvolvidas em um posto de trabalho, as técnicas necessárias à condução das análises constituíram-se basicamente em observações (globais, sistemáticas e participativas), entrevistas semi-estruturadas, filmagens e fotografias do cenário de competição e dos subsistemas (paratleta/cadeiras).

Para captura de imagens utilizou-se uma filmadora VHS (Panasonic), que ficou posicionada atrás dos arremessos (aproximadamente 15 m), a distância utilizada foi selecionada de acordo com a metodologia utilizada por Santos e Guimarães (2002) em suas análises com paratletas.

As imagens foram transformadas para o formato DVD, o que propiciou sua análise através do programa *Play DVD (Power DVD 5)* que possibilita a captura de imagens com todas as ferramentas de um DVD.

Utilizaram-se duas ferramentas do software Ergolândia - Análise de imagens, que fornece ao analista movimentação da imagem com barras de rolagem horizontal e vertical, aplicação de grades lineares e polares, cálculo de ângulos e coordenadas horizontal e verticais de um ponto da figura; Análise de vídeo – fornece ao analista reproduzir o vídeo em três velocidades, aumentar o *zoom* e regular o volume.

Para realização dos ensaios fotográficos utilizou-se uma câmera digital (sony), a fim de estabelecer um padrão utilizou-se a distância de 1,0 a 3,0m para fotografar as cadeiras.

## 4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta as análises dos dados coletados durante a pesquisa da atividade de arremessar sobre a cadeira. Os métodos utilizados para a coleta de dados originaram-se pela observação *in loco* mediada pelos registros fotográficos, de imagens, entrevistas e emprego de protocolos que são específicos da pesquisa ergonômica. O método adotado para análise, formulação do diagnóstico e apresentação das recomendações foi o da análise ergonômica do trabalho (AET).

Os resultados serão apresentados através de três abordagens: análise da demanda; análise da tarefa e análise da atividade, através das quais serão relacionados os inconvenientes ergonômicos detectados na cadeira de arremesso e a postura biomecânica (técnica) adotada pelo paratleta no momento da competição.

### 4.1 Resultados da análise da demanda

Durante a realização da análise da demanda foram identificados inconvenientes ergonômicos que não estavam alinhados com as recomendações da literatura que ampara esta pesquisa.

Entre os 11 casos observados, 09 (81,8%) apresentaram problemas no assento. Os inconvenientes detectados foram ausência de acolchoados e acolchoados incompatíveis com o comprometimento do usuário, como apresentado na ilustração da figura 22.



Fonte: Galeria de fotos da Abradecar (2007)

**Figura 22 - Assento incompatível com o comprometimento do usuário**

O conceito de conforto é diretamente proporcional ao tempo em que a pessoa permanecerá sentada executando uma determinada tarefa. Deve ser considerado, também, o tipo de assento principalmente no que diz respeito às especificações dos materiais utilizados (GOMES FILHO, 2003).

A figura 22 apresenta um usuário com poliomielite, e o assento de sua cadeira não apresenta na sua superfície nenhum artifício para abrandar o contato das tuberosidades isquiáticas. As possíveis conseqüências deste inconveniente são descritas nos estudos de Carison *et al.* (1995). Para os autores, no assento as áreas frequentemente envolvidas estão sobre o sacro, cóccix, tuberosidades isquiáticas e trocantes maior que promovem as úlceras de decúbitos. Supondo que as exigências colocadas pelo esporte de rendimento são elevadas, impondo longas jornadas de treinamento aos atletas, é possível aduzir que a cadeira produzirá seqüelas.

Além disso, os problemas inerentes ao assento são de grande relevância para usuários de cadeiras que possuem comprometimento nos membros inferiores por passarem a maior parte de seu tempo ativo na postura sentada. A utilização de almofadas é necessária para pacientes com perda ou diminuição da sensação e para auxiliar na prevenção de decúbitos (SCOTT, 1989).

O desenho do assento, também discutido no texto na página 48, apresenta-se em desacordo com as medidas antropométricas dos usuários. O desenho do assento deverá dividir o peso do corpo tolerado nas tuberosidades isquiáticas e aliviar as pressões sobre os discos vertebrais (PANERO; ZELNIK 1998). A ilustração da figura 23 demonstra de forma clara a incompatibilidade do assento em relação ao seu usuário, devido apresentar forma circular causa pressão na porção posterior da coxa.



Fonte: Galeria de fotos da Abradecar (2007)

**Figura 23 - Cadeiras com assentos incompatíveis com seus usuários**

A ilustração da figura 23 apresenta um usuário com paralisia cerebral, demonstrando a incompatibilidade entre suas necessidades e o desenho do assento de sua cadeira. Gordon *et al.* (2006) descreveram que os efeitos dos aspectos de engenharia no desenho da bandeja do assento indicam implicitamente uma redução benéfica nos valores da pressão associados ao sentar reclinado.

Quanto ao ângulo de conforto e o encosto dos 11 casos analisados, 09 casos (81,8%) apresentavam ângulos ortogonais que interferem no conforto e na estabilidade do usuário. A inclinação do plano de assento de 105° a 110° em relação ao assento aumenta o conforto e a estabilidade do usuário (KROEMER; GRANDJEAN, 2005). Têm-se na figura 24 um exemplo dos 9 casos em que se detectou ângulo de 90° entre assento e encosto.



Fonte: Galeria de fotos da Abradecar (2007)

**Figura 24 - Cadeira apresentando ângulos ortogonais**

A ilustração da figura 24 demonstra um paratleta com paralisia cerebral, apresentando incompatibilidade na relação entre o encosto, o assento e as especificidades do paratleta. Conforme Carcone e Keir (2007), com a grande seleção de produtos disponíveis, há uma necessidade de estabelecer os critérios do projeto e de seleção do encosto baseados na relação entre conforto, pressão, postura e antropometria.

Dos 11 casos analisados, 3 (27,2%) eram incompatíveis com a atividade, pois utilizavam cadeiras de uso diário e cadeiras de escritório, não levando em consideração as peculiaridades da atividade de arremessar sobre a cadeira e as necessidades de seus usuários. As figuras 25 e 26 ilustram a argumentação apresentando usuários com lesão na coluna vertebral. Para Lida (1990), existem muitos casos de uso inadequado de produtos, ou mesmo aqueles mal projetados que provocam dores e ferimentos nos seus usuários, além de prejudicar o desempenho.



Fonte: Galeria de fotos da Abradecar (2007)

**Figura 25 - Cadeira de escritório**



Fonte: Galeria de fotos da Abradecar (2007)

**Figura 26 - Cadeira de uso diário**

Em relação à disposição das cores, 7 (63,6%) dos 11 casos examinados apresentaram ausência de cor com disposição psíquica relevante, possibilitando aduzir que os efeitos psicológicos das cores não foram considerados na concepção destas cadeiras. O acabamento rudimentar e degradado, com design ultrapassado, textura precária também interferem na estética e plasticidade da cadeira.

Ausência de equipamentos (tênis, meias, camisetas e agasalhos) representa 5 (45,4%) dos casos, revelando a existência de problemas sociais e de infra-estrutura financeira nesta atividade, como bem demonstra o amadorismo observado em competições nacionais, revelando, assim, uma antítese do esporte moderno. Na verdade, a situação caracteriza o esporte adaptado, mesmo em um evento, em tese,

de alto nível, como algo de categoria bastante inferior. <sup>1</sup>A figura 27 ilustra paratleta com sandálias na execução do lançamento do disco.



Fonte: Galeria de fotos da Abradecar (2007)

**Figura 27 - Paratletas sem tênis e meias**

O tênis está diretamente ligado com a proteção e a locomoção do indivíduo. Por analogia é possível afirmar que a pessoa com comprometimento nos membros inferiores, com sua utilização, tem possibilidade de proteção e adequação à atividade executada.

A ausência de modularidade foi constatada em 11 (100%) dos casos analisados e a portabilidade 6 (54,5%), o que contribui com transtornos em transporte e manuseio do equipamento.

Depois de concluir este processo de apreensão da realidade laboral da atividade de arremessar sobre a cadeira, ficou explícito que as cadeiras analisadas não apresentam os critérios que avaliam a qualidade de interação dos produtos com seus usuários, como os citados por Lida (2005), que são:

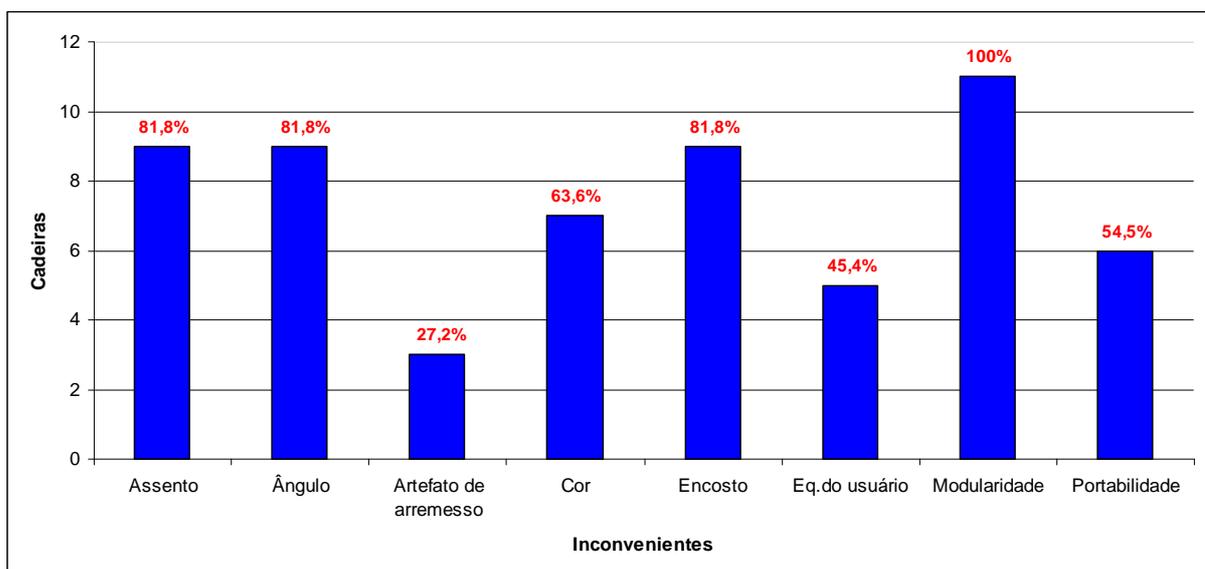
- qualidade técnica em que se considera a eficiência com que o produto executa a sua função, a facilidade de limpeza e manutenção;
- qualidade ergonômica que garante uma boa interação do produto com o usuário e demais itens de conforto e segurança;
- qualidade estética que proporciona prazer ao consumidor, envolvendo uma combinação de formas, cores, materiais, texturas, acabamentos que tornam os produtos atraentes e desejáveis aos olhos do consumidor.

---

<sup>1</sup> Figura 22 da página 84 ilustra um paratleta descalço na execução do lançamento do disco.

As disfunções encontradas nesta análise demonstraram que as cadeiras de arremesso no atletismo adaptado não estão em conformidade com seus usuários, e os elementos da cadeira não possuíam os requisitos ergonômicos recomendados pela literatura (GOMES FILHO, 2003; IIDA, 1990; KROEMER e GRANDJEAN, 2005; PANERO e ZELNIK, 1998; SCOTT, 1989; ABNT, 1997).

O gráfico 5 ilustra o nível de interferência das 8 especificações observáveis na análise. Esta é uma etapa fundamental à qualidade da intervenção ergonômica, uma vez que existem na demanda muitas formas de explicitá-las.



Fonte: O autor (2007)

**Gráfico 5 - Inconvenientes detectados na análise da demanda**

Verificou-se no gráfico 5 que as especificações como assento, ângulo de conforto, encosto e modularidade apresentam uma incidência de inconvenientes acima dos 80% refletindo a carência projetual nas cadeiras analisadas.

Após a análise dos inconvenientes observáveis das cadeiras, foram examinados os convenientes observáveis. Seus resultados encontram-se sumarizados na tabela 1.

**Tabela 1 – Percentual de convenientes observáveis e não observáveis nas cadeiras de arremesso na demanda**

Convenientes	Nº.de cadeiras/ % de convenientes observáveis	Nº. de cadeiras / % de convenientes não observáveis.
1. Assento	2 / 18,2%	-
2. Ângulo de Conforto	1 / 9,1%	1 / 9,1%
3. Artefato de Arremesso	8 / 72,8%	-
4. Cor	4 / 36,3%	-
5. Encosto	1 / 9,1%	1 / 9,1%
6. Equipamento do usuário	6 / 54,6%	-
7. Modularidade	- / 0%	-
8. Portabilidade	2 / 18,2%	3 / 27,3%

Fonte: O autor (2008)

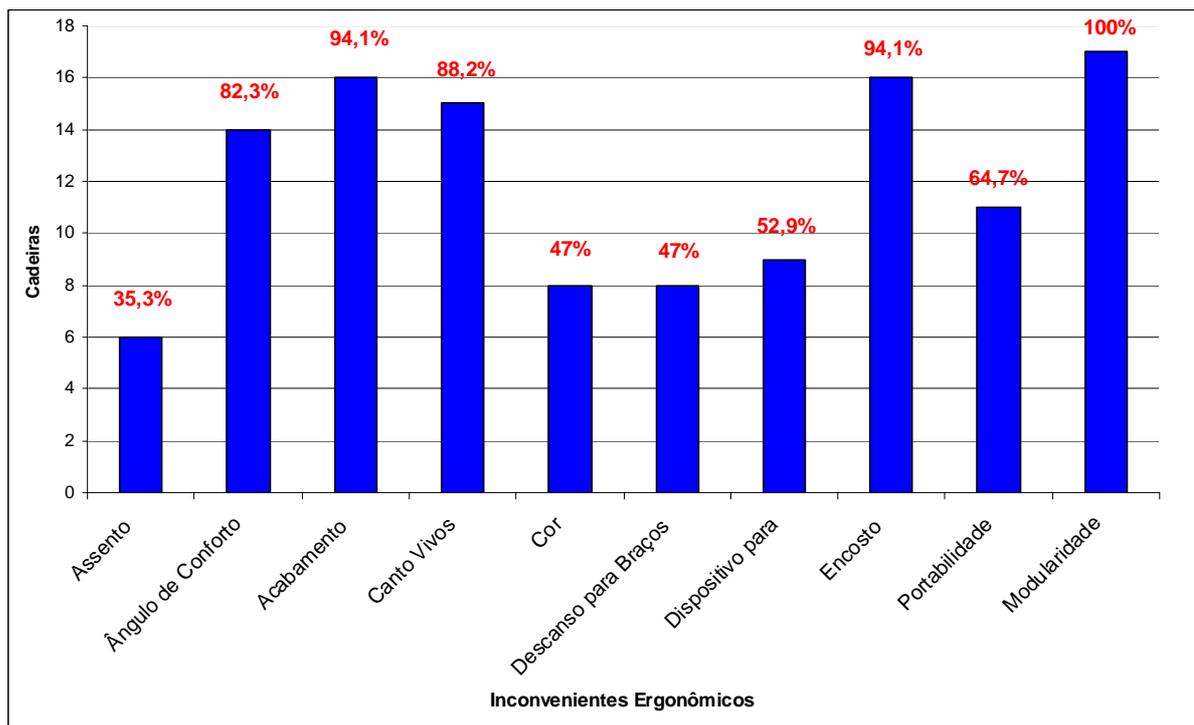
Então, esta etapa da análise indicou que oito (72,8%) das cadeiras foram concebidas com a intenção de proporcionar ao seu usuário uma cadeira adequada para a atividade em foco, sugerindo que existe uma demanda para concepção de cadeiras adequadas aos seus usuários. Assim, esta demanda recomenda a utilização de requisitos da engenharia ergonômica nos projetos das cadeiras de arremesso.

Na seqüência serão trazidos os resultados da próxima etapa, a análise da tarefa.

## 4.2 Resultados da análise da tarefa

Nesta fase da pesquisa examinaram-se os inconvenientes ergonômicos observáveis nas cadeiras utilizadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007. Foi o momento em que se registraram as condições de trabalho encontradas pelo arremessador do peso através de sua cadeira. Portanto, foram analisados os componentes da cadeira e a sua relação com o desempenho do paratleta. Esta etapa da pesquisa é denominada análise da tarefa, e os seus resultados serão descritos a seguir.

Observou-se que das 17 cadeiras estudadas com encosto, 6 ( 35,2%) apresentaram inconvenientes no assento, 14(82,3%) no ângulo de conforto, 16 (94,1%) no acabamento, 15 (88,2%) nos cantos vivos e anfractuosidades, 8 (47%) na cor, 8 (47%) no descanso para os braços, 9 (52,9%) nos dispositivos de fixação, 16( 94,1%) no encosto, 11(67,7%) na portabilidade, 17(100%) na modularidade, ilustrados conforme o gráfico 6.



Fonte: O autor (2007).

**Gráfico 6 - Inconvenientes detectados nas cadeiras de arremesso que possuem encosto, fotografadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio (2007)**

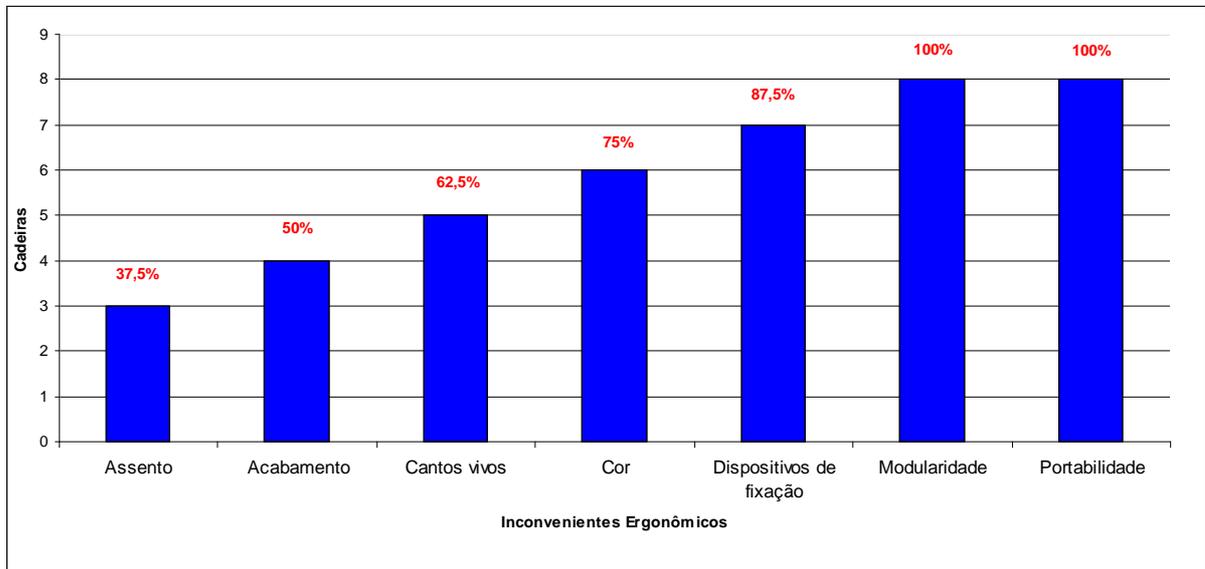
Em relação aos principais convenientes detectados nas cadeiras de arremesso com encosto, apresentados na tabela 2, estes indicaram que onze (64,7%) das cadeiras possuíam assentos convenientes, seguidos de nove (53%) na cor, nove (53%) no descanso para os braços, oito (47,1%) nos dispositivos de fixação e seis (35,3%) na portabilidade.

**Tabela 2 – Convenientes observados nas cadeiras de arremesso com encosto na análise da tarefa**

Convenientes	Nº. / % de convenientes observáveis
1. Assento	11 / 64,7%
2. Ângulo de conforto	3 / 17,7%
3. Acabamento	1 / 5,9%
4. Cantos vivos	2 / 11,8%
5. Cor	9 / 53%
6. Descanso para os braços	9 / 53%
7. Dispositivos de fixação	8 / 47,1%
8. Encosto	1 / 5,9%
9. Portabilidade	6 / 35,3%
10. Modularidade	- / 0%

Fonte: O autor (2008)

Das oito cadeiras estudadas sem encosto, 3 (37,5%) apresentaram inconvenientes no assento, 4 (50%) no acabamento, 5 (62,5%) nos cantos vivos, 6 (75%) na cor, 7 (87,5%) nos dispositivos de fixação, 8 (100%) na modularidade, 8 (100%) na portabilidade, como ilustrados no gráfico 7.



Fonte: O autor (2007)

**Gráfico 7 - Inconvenientes detectados das cadeiras de arremesso que não possuem encosto, fotografadas nos Jogos Parapanamericanos do Rio (2007)**

Os resultados da análise do gráfico 6 e 7 demonstram que os inconvenientes ergonômicos comuns de maior incidência nos dois sistemas estudados são: modularidade (100%); acabamento e cantos vivos (80%); portabilidade (76%); dispositivos de fixação (68%); cor (56%); assento (36%). Ressalta-se que nesta análise não foram incluídos o ângulo de conforto, descanso para os braços e encosto, porque são itens incomuns entre os dois sistemas estudados.

Os convenientes observados nas cadeiras sem encosto encontram-se na tabela 3, apresentando como principais convenientes o cinco (62,5%) no assento, quatro (50%) no acabamento, três (37,5%) nos cantos vivos, e dois (25%) na cor.

**Tabela 3 – Convenientes observados nas cadeiras de arremesso sem encosto na análise da tarefa**

Convenientes	Nº. / % de convenientes observáveis
1. Assento	5 / 62,5%
2. Acabamento	4 / 50%
3. Cantos vivos	3 / 37,5%
4. Cor	2 / 25%
5. Dispositivos de fixação	1 / 12,5%
6. Portabilidade	- / 0%
7. Modularidade	- / 0%

Fonte: O autor (2008)

Pela análise feita, observou-se que as cadeiras sem encosto são utilizadas por paratletas com classificação funcional mais alta entre F57 e F58 o que determina uma maior função motora resultante de um comprometimento menor nos membros inferiores e do tronco.

Nesta etapa da análise investigou-se a relação entre os inconvenientes ergonômicos observáveis das cadeiras com o desempenho de seus usuários. Para este exame, foi analisada a súmula do arremesso do peso masculino classe F58 (anexo A).

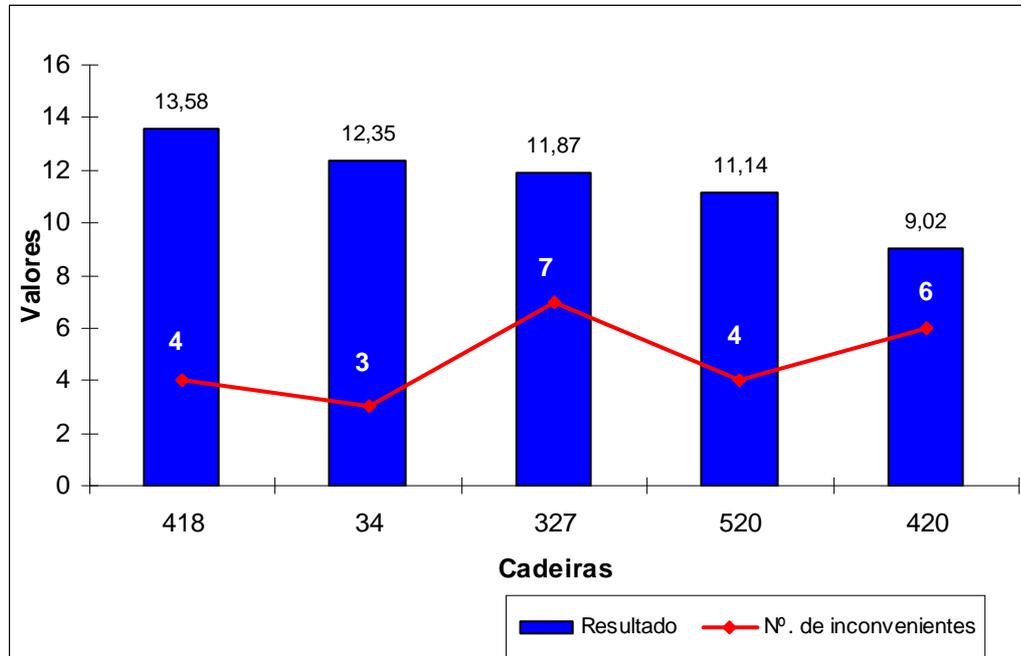
Considerou-se que o resultado final do evento do arremesso do peso não exprime o resultado real do conjunto formado pelo subsistema cadeira e arremessador, então através da média (x) dos arremessos válidos e desvio padrão (s) obteve-se um cenário mais fidedigno de cada conjunto (arremessador x cadeira) para análise. Assim, os dados foram organizados na tabela 1.

**Tabela 4 - Resultado do evento do arremesso do peso e número de inconvenientes ergonômicos observáveis nas cadeiras dos arremessadores**

Número	País	Classificação Funcional	Resultado	Média (X)	Desvio (S)	Nº. de inconv.
418	PUR	F58	13,90	13,58	0,20	04
34	BRA	F58	12,88	12,35	0,60	03
327	MEX	F58	12,17	11,87	0,32	07
520	VEN	F58	11,71	11,14	0,48	04
420	PUR	F58	9,67	9,02	0,94	06

Fonte: Súmula dos Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro (2007).

Os casos observados sugerem que os paratletas cujos subsistemas (cadeiras) apresentam números menores de inconvenientes possuem melhores desempenhos. Como ilustra o gráfico 8.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro (2007)

**Gráfico 8 - Relação entre inconvenientes ergonômicos e desempenho do paratleta classe F58 no evento de arremesso do peso**

Estes resultados indicam que em classes funcionais mais baixas onde ocorre diminuição da função motora, as demandas por requisitos ergonômicos sejam aumentadas, sobretudo porque com a diminuição funcional a interação entre a necessidade do usuário com a sua cadeira exigirá uma maior atenção.

Observou-se nas análises, que as cadeiras sem encosto eram utilizadas por usuários com menor comprometimento que possuem equilíbrio de tronco e um membro inferior sem comprometimento. A cinematria apontou que os paratletas realizavam constantes movimentos de auto-regulação na execução da tarefa sugerindo diminuir as incoerências entre a sua exigência funcional e a cadeira de arremesso.

Segundo Vergara e Page (2002), as grandes mudanças de postura são indicativas do desconforto quando os “micro” movimentos são necessários para aliviar a dor causada pela postura estática da região lombar e pélvica.

Após o exame entre os inconvenientes ergonômicos e o desempenho dos paratletas foi feita uma comparação em relação à altura da cadeira. O aumento na altura de liberação proporciona um aumento proporcional na distância em que o peso alcançará (Jones, 1998, Bartlett, 2004, Lanka, 2004, Fernandes, 2003, Muller e Ritzdorf, 2002). Assim, quando o princípio mecânico do arremesso (altura) não é respeitado o arremesso perde alcance horizontal.

Portanto, verifica-se na ilustração da figura 28, que o requisito altura não foi enfatizado trazendo prejuízos biomecânicos para o arremessador e conseqüentemente para o seu desempenho.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro (2007)

**Figura 28 - Cadeiras de arremesso abaixo da altura regulamentar estabelecida pelas regras**

A ilustração da figura 28 demonstra que o assento das cadeiras 7 e 3 encontram-se com a altura regulamentar, ao contrário das cadeiras 1,2,4,5 e 6, que estão abaixo da altura regulamentar, desconsiderando as vantagens biomecânicas de se arremessar em um patamar mais elevado.

É importante ponderar que existe um conjunto de fatores que determinam o resultado de uma competição como técnica, biótipo, desenvolvimento das qualidades físicas (força, flexibilidade, velocidade) e estado psicológico do

arremessador; porém se os inconvenientes ergonômicos não são determinantes no desempenho, apresentam-se como intervenientes.

#### **4.1.2.1 Considerações extraídas das entrevistas**

Nesta etapa da pesquisa a coleta de dados deu-se através de entrevistas semi-estruturadas. Para encaminhar o procedimento escolhido, elaborou-se um protocolo de entrevista composto de quatro questões (quadro 25, pág. 79). O objetivo é enxergar informações que não podem ser observadas e não aparecem nos instrumentos sugeridos anteriormente.

Após a revisão das transcrições as entrevistas foram agrupadas. Segundo Gil (1999) as respostas dos entrevistados tendem a ser variadas. Para que estas respostas possam ser adequadamente analisadas, torna-se necessário, organizá-las, mediante o seu agrupamento.

Os conteúdos das respostas, depois de relidos e confrontados, deram origem a quatro grupos de informações. São elas

1. Participação na confecção da cadeira;
2. Vantagens de sua cadeira;
3. Desvantagens de sua cadeira
4. O que pode melhorar em sua cadeira.

Foi pedido a cada declarante: 1 Participou na confecção de sua cadeira? As declarações seguem a seguir pelo declarante D que respondeu:

Particpei da confecção da cadeira, desde o começo até a conclusão da cadeira (D1).

Particpei da confecção de minha cadeira dando opiniões (D2).

Eu mesma particpei junto com Gilberto que falou que colocasse um ferrinho para melhorar o apoio (D3).

Sim, eu mesmo vi a da D3 e fui lá na oficina, cortei as ferragens mas o rapaz, eu mesmo fiz a cadeira, mas o rapaz lá (D4).

Em meio ao depoimento de paratletas e técnicos observou-se, que a maioria dos entrevistados manifestou sua participação na confecção de sua cadeira. Este relato reflete que a participação do usuário e de seu técnico na concepção da cadeira não é pré-requisito para que ela seja concebida adequadamente, pois há necessidade de conhecimento técnico específico.

2. Quais as vantagens de sua cadeira? Seguem as declarações pelos declarantes (D):

As vantagens que tive, melhorei muito meu arremesso e a qualidade do material está para ser mudado para fibra de carbono (D1).

Me deixa confortável e me dá estabilidade para lançar, devido não ter a perna esquerda (D2).

Vantagens de minha cadeira é o apoio que tenho no braço direito, onde eu posso me equilibrar melhor e fazer meu lançamento do disco (D3).

A vantagem é o assento, o encosto da cadeira é legal (D4).

No lançamento do disco a maior dificuldade que a gente tem é devido a regra, que ela não é muito clara para os atletas em respeito a cadeira, digo em 2005 eu fui muito prejudicado devido eles falarem que a cadeira está errada, a construção dela estava errada, onde outras pessoas tinham a cadeira igual a minha e competiam e não teve problemas com eles (D5).

O conhecimento de todos os aspectos regulamentares envolvidos com a atividade pode evitar erros na concepção das cadeiras bem como poupar descontentamentos por parte de seus usuários.

3 Quais as desvantagens de sua cadeira? Seguem as declarações dos declarantes (D).

Pesa 24 kg. É muito pesada (D1).

Não tem pedal, entendeu! Que me dá estabilidade para fazer os arremessos e lançamentos (D2).

Quando vou fazer o lançamento do dardo e arremesso do peso, quando minha perna fica mais... mais... Machuca muito (D3).

É um pouco e acho que ta faltando colocar mais encosto nas costas que está machucando e apoio dos pés (D4).

As maiores dificuldades que a gente encontra para construir uma cadeira é a falta de apoio em termos de material, são muito caro, a gente não tem condições, e precisa fazer cotinha, se tivesse patrocínio para apoiar a gente em termos de material, infelizmente a gente não tem e a gente vai se virando como pode (D5).

Mais ou menos parecido, a coisa é bem pior, nós não temos recursos suficientes, a instituição não tem as condições mínimas de trabalho, o professor tem que tirar de seu próprio bolso, ou fazer rifa, que é um trabalho a mais (D6).

Foi narrado que os elementos da cadeira como: Encosto e apoio para os pés eram vantagens da cadeira, porém na etapa seguinte da entrevista foi relatado que estes elementos da cadeira necessitam de modificação, sugerindo que na concepção das cadeiras não houve adequação dimensional nem exames da análise biomecânica. Este aspecto coincide com as análises apresentadas nesta pesquisa, que identificou inconvenientes ergonômicos nestes elementos da cadeira, discutidos no referencial teórico e na análise da demanda.

Em relação ao material utilizado para construção da cadeira foi narrado que, são construídas de material pesado (ferro e aço) chegando a pesar 24 kg, o que dificulta sua portabilidade e suas ações de manejo.

Outro ponto relatado foi que não existem patrocínios nem financiamento para concepção das cadeiras, portanto devido ao custo elevado dos materiais e da mão de obra, as iniciativas de concepção de cadeiras com melhores padrões de qualidade são reduzidas.

4 O que pode melhorar em sua cadeira? Seguem as declarações dos declarantes (D).

Pode melhorar quando encontrar o material de fibra de carbono, futuramente vai ficar mais leve, e o próprio atleta pode carregar a cadeira (D1).

Pode melhorar é tecnologia e biomecânica, o que mais incômoda é a questão do pedal, entendeu! (D2).

Queria que melhorasse a posição de minha perna para ter mais conforto. O pé e a perna ficam me machucando (D3).

O encosto e o apoio dos pés podem melhorar, e o apoio dos pés é o que mais me incomoda (D4).

Observando a cadeira sem acolchoado de um dos entrevistados perguntou-se sobre o conforto da cadeira. A resposta foi que a cadeira era confortável. Porém, após sua utilização existia a ocorrência de queixas de dores no corpo. A literatura preconiza que o conforto é subjetivo, entretanto, neste relato, observou-se que existe uma incipiente preparação técnica destes usuários que não conseguem interpretar suas necessidades tecnicamente ou desconhecem a possibilidade de melhoria de suas atuais condições (conforto, segurança e desempenho).

Embora os entrevistados tenham destacado sua participação na confecção da cadeira, foi relatado o incômodo em relação ao dimensionamento e posicionamento de elementos da cadeira.

Segundo Brubaker e Brienza (2001), o conforto do assento da cadeira de rodas foi identificado como uma prioridade em grande número de estudos, porém este incômodo que leva a uma participação reduzida de atividades da vida diária, não é considerado uma necessidade clínica legítima.

É interessante que estas considerações que envolvem cadeiras de rodas possam ser transportadas para as cadeiras de arremesso em foco e coincidam com

um debate internacional sobre cadeiras de rodas relevantes também para o presente estudo.

As considerações técnicas deveriam estar apoiadas nas necessidades objetivas das pessoas com deficiência, favorecendo todos os processos inclusivos. Conforme Hobson e Crane (2001), um esforço expressivo em pesquisa e desenvolvimento foi feito em favor de produtos de assentos para escritórios e automóveis, muitos destes resultados com grandes êxitos comerciais, porém nenhum deles foi aplicado a assentos de cadeiras de rodas.

Os autores Hobson e Crane (2001); Brubaker e Brienza (2001) enfatizam a carência ou ausência de estudos voltados para o seguimento de pessoas com deficiência física, sobretudo para os produtos destinados a favorecer sua interação.

Portanto, os aspectos identificados pelos relatos dos declarantes ajudaram a tornar explícita a compreensão de alguns problemas encontrados na área do atletismo adaptado (arremessos), bem como elencar alguns determinantes do trabalho.

Depois de concluída a análise da tarefa, foram definidos os planos para análise da atividade, que serão descritos a seguir.

### **4.3 Resultados da análise da atividade**

O levantamento dos comportamentos do trabalhador em seu posto de trabalho pode ser efetivado através de métodos e técnicas adequados para tal. O método de análise ergonômica da atividade empregado para este estudo, foi o método de análise das atividades em termos gestuais. Este método é aplicado quando a atividade motora é preponderante em sua execução.

Na análise da atividade deste estudo, avaliou-se o trabalho (o arremesso), e não o trabalhador (arremessador), cujo gesto constitui a base sobre a qual outros elementos são observados a fim de se atingirem os resultados da produção (recordes e marcas maiores).

Para esta etapa da análise foram selecionadas as principais características técnicas do arremesso do peso preconizadas por Miller e Ritzdorf (2002) e Fernandes (2003). Neste exame utilizou-se o protocolo do quadro 26, pág. 81, que

objetivou avaliar as posturas adequadas e inadequadas de 4 casos observáveis no arremesso sobre a cadeira.

Na descrição do gesto técnico deste estudo, suprimiu-se a fase de deslizamento do arremesso, pois o foco das análises foi o tronco e os membros superiores em paratletas destros e canhotos, que participaram do evento do arremesso do peso classe F58.

Foram observadas três (3) etapas (preparação, construção e arremesso), em que cada caso foi examinado dentro de uma das fases do arremesso. Os resultados deste exame encontram-se descritos a seguir.

#### 4.3.1 Preparação

Na fase de preparação do arremesso foram avaliadas as seguintes posturas:

1. A posição da cabeça e do braço direito/esquerdo que devem estar voltados para trás da direção do arremesso.
2. O cotovelo direito/esquerdo faz um ângulo de 90° com o tronco. Utilizou-se como ferramenta para a análise da imagem o software Ergolândia ponderando uma variação de 5° (85° a 95°) do ângulo preconizado pela literatura (Muller e Ritzdorf, 2002; Fernandes, 2003).

Observou-se na análise uma diferença entre o ângulo de preparação e o ângulo de arremesso formado pelo tronco e o cotovelo. Os ângulos examinados e suas diferenças foram organizados e demonstrados na tabela 2.

**Tabela 5 – Ângulos de preparação e saída: suas diferenças e resultados dos arremessadores selecionados**

Classes	Nº.	País	Âng. Prep	Ang. Saída	Diferença	Resultado
F-58	034	BRA	91,22°	95,64°	4,42°	12,88
F-58	327	MEX	91,62°	106,97°	15,35°	12,17
F-58	520	VEN	74,5°	107,74°	33,24°	11,71
F-58	420	PUR	77,47°	108,43°	30,96°	9,67

Fonte: O autor (2008).

Conforme a análise de regressão linear simples realizada entre os parâmetros (diferença dos ângulos e resultados) observou-se que, o resultado do coeficiente de correlação foi igual a  $R = 0,7518$  sugerindo que existe uma correlação significativa entre os dois parâmetros. Portanto, os resultados sugerem que quanto menor a

diferença entre o ângulo de preparação e o ângulo de saída do arremesso, melhor o desempenho do paratleta. Esta técnica possibilita apontar novas posturas para buscar o ponto de equilíbrio entre os dois ângulos, que indica como resultante um arremesso melhor.

A seguir inicia-se a análise postural da fase de preparação.

Caso 034 - nesta fase de preparação do arremesso a cabeça e o braço direito não estão voltados para trás da área de arremesso, indicando inadequação postural ilustrada através da figura 29 quadro 2.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 29 – Fase de preparação do arremesso (034)**

A análise postural da figura 29 quadro 3, resultou em um de ângulo de aproximadamente  $91,22^\circ$ , indicando adequação postura I. Assim, na preparação do arremessador 034, os posicionamentos da cabeça e do braço esquerdo indicam inadequação postural e a postura do cotovelo direito em relação ao tronco sugere adequação postural.

Caso 327 - na fase de preparação do arremesso, a cabeça e o braço direito do arremessador não estão voltados para trás da área de arremesso, como ilustra a figura 30 quadro 2, indicando inadequação postural.

Quanto à análise do ângulo entre o cotovelo esquerdo e o tronco do arremessador ilustrado na figura 30, quadro 3, o exame resultou em um ângulo de aproximadamente  $85,68^\circ$  (inadequada).



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 30 - Fase de preparação do arremesso (327)**

Portanto, na preparação do arremessador 327, o posicionamento postural da cabeça, braço direito e exame do ângulo (cotovelo esquerdo x tronco) sugerem inadequação postural.

Caso 520 - na fase de preparação do arremesso, ilustrada pela figura 31, quadros 2 e 3, a cabeça e o braço esquerdo não estão voltados para trás da área do arremesso, sugerindo inadequação postural. Quanto a análise do ângulo entre o cotovelo direito e o tronco do arremessador desenhado na figura 31 quadro 3, o exame resultou em um ângulo de aproximadamente  $74,5^\circ$ , indicando inadequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 31 - Fase de preparação do arremesso (520)**

Portanto, as duas posturas investigadas na fase de preparação do arremesso, sugerem inadequação postural.

Caso 420 - na fase de preparação do arremesso, a cabeça e o braço direito não estão voltados para trás da área do arremesso, indicando inadequação postural ilustrada na figura 32, quadros 2 e 3.

Quanto ao ângulo formado entre o tronco e o cotovelo direito, a análise da imagem da figura 32, quadro 2 resultou em um ângulo de aproximadamente  $77,47^\circ$  sugerindo inadequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 32 - Fase de preparação do arremesso (420)**

Portanto, na preparação os posicionamentos posturais da cabeça e do braço direito sugerem inadequação postural.

Entre os casos analisados nesta fase do arremesso observou-se um número significativo de indicações de posturas inadequadas, que estão organizadas na tabela 3.

**Tabela 6 -Posturas adequadas e inadequadas na fase de preparação do arremesso do peso**

CASOS	Posturas Adequadas	Posturas Inadequadas
034	1	1
327	0	2
520	0	2
420	0	2

Fonte: O autor (2008).

A indicação de posturas inadequadas nesta fase do arremesso sugere duas possibilidades: Falta de formação técnica do arremessador ou ausência de concentração no momento do arremesso. Para Fernandes (2003), é quase impossível para um atleta a realização dos movimentos de uma determinada técnica com a máxima perfeição. Porém, a postura inicial é um bom indicativo de posicionamento para a busca de um arremesso ótimo.

#### 4.3.2 Construção

Na fase de construção do arremesso serão avaliadas as seguintes posturas:

1. O movimento de rotação do tronco é bloqueado pelo braço esquerdo/direito do arremessador.
2. O cotovelo esquerdo/direito está elevado e virado na direção do arremesso

Caso 34 - na fase de construção do arremesso a postura adotada esboçada na figura 33, quadro 1, apresenta o cotovelo esquerdo elevado na direção do arremesso sugerindo adequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 33 - Fase de construção do arremesso (034)**

O movimento de rotação do tronco bloqueado pelo braço esquerdo ilustrado na figura 34 quadro 2, indica adequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 34 - Fase do arremesso (034)**

Portanto, as duas posturas desta fase do arremesso (construção) sugerem adequação postural.

Caso 327 - na fase de construção do arremesso a postura adotada como se pode vislumbrar na figura 35, quadro 3 apresenta o cotovelo direito elevado e virado na direção do arremesso indicando adequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 35 - Fase de construção do arremesso (327)**

O movimento de rotação do tronco é bloqueado pelo braço direito desenhado pela figura 36 quadro 1 e 2, sugerindo adequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 36 - Fase do arremesso (327)**

Assim, neste caso a postura do cotovelo direito e o movimento de rotação do tronco sugerem adequação postural.

Caso 520 - na fase de construção do arremesso, a postura adotada ilustrada na figura 37 quadro 3 esboça o cotovelo esquerdo elevado na direção do arremesso indicando adequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 37 - Fase de construção do arremesso (520)**

O movimento de rotação do tronco não é bloqueado pelo braço esquerdo indicando inadequação postural como ilustrado na figura 38, quadros 2 e 3.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 38 - Fase do arremesso (520)**

Portanto, a elevação do cotovelo esquerdo nesta fase do arremesso indica adequação postural, porém a ausência de bloqueio sugere inadequação postural.

Caso 420 - na fase de construção do arremesso a postura adotada desenhada na figura 39, quadro 2 esboça que o cotovelo esquerdo está voltado para a direção do arremesso, indicando inadequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 39 - Fase de construção do arremesso (420)**

O movimento de rotação do tronco ilustrado na figura 40, quadro 2 não é bloqueado pelo braço esquerdo sugerindo inadequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 40 - Fase do arremesso (420)**

Portanto, nesta fase do arremesso as duas posturas sugerem inadequação postural.

Para Fernandes (2003), a coordenação precisa desses movimentos nesta fase do arremesso determinará a maior ou menor qualidade do arremesso. Pois, é o momento da transferência da velocidade do arremessador para o peso (Muller e Ritzdorf, 2002).

Observa-se na tabela 4 que os arremessadores que esboçaram o maior número de posturas adequadas nesta fase do arremesso obtiveram melhores resultados.

**Tabela 7 - Posturas adequadas e inadequadas na fase de construção do arremesso do peso**

CASOS	Posturas Adequadas	Posturas Inadequadas	Resultados (X)
034	2	0	12,35
327	2	0	11,87
520	1	1	11,14
420	0	2	9,02

Fonte: O autor (2008).

Para Lanka & Shalmanov (1982), citado por Lanka (2004) em atletas olímpicos, durante a fase de transmissão, a velocidade do peso antes da liberação não se reduz, ela pode mesmo é aumentar. Portanto, considerando que o arremesso é um movimento contínuo pode-se sugerir que sobre a cadeira não havendo uma boa fase de construção, o resultado será comprometido.

### 4.3.3 Arremesso

Na fase do arremesso, nos movimentos finais, serão avaliadas as seguintes posturas:

1. O movimento de chicote do braço começa após a extensão completa do joelho e do quadril. Utilizar-se-á a extensão completa do joelho quando a classificação funcional do paratleta for F57 ou F58.
2. O cotovelo esquerdo deve estar flexionado e fixo junto ao tronco no momento em que o arremessador estiver de frente para área de arremesso.
3. O ombro direito se eleva acima do esquerdo, assim que o peso perde contato com o arremessador.

4. A aceleração é continuada pelo punho que está em pré-extensão (polegar para baixo e dedos apontando para fora após largar o peso), e a mão acompanha o movimento até o final da ação.

Caso 34 - na fase do arremesso o movimento de chicote do braço direito começa antes da extensão completa do joelho e do tronco do arremessador o que denota a inadequação postural, ilustrada na figura 41 quadro 1, 2, 3. Observa-se no quadro 2 que a extensão completa da perna e do tronco só é adquirida quando o implemento sai da mão do arremessador, como pode ser verificada no quadro 3.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 41 - Fase do arremesso (034)**

O cotovelo esquerdo encontra-se flexionado e fixo junto ao tronco no momento em que o arremessador está de frente para área de arremesso como ilustra a figura 42 quadro 2, em acedência com as indicações da literatura (adequada).



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 42 – Fase final do arremesso (034)**

A figura 42, quadro 2, ilustra que o ombro direito se eleva acima do esquerdo, assim que o peso perde contato com o arremessador indicando adequação postural.

A aceleração é continuada pelo punho que está em pré-extensão esboçada na figura 42, quadro 3 , sugerindo adequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 43 – Recuperação do arremessador (034)**

Portanto, nesta fase do arremesso o movimento de chicote do braço direito denota inadequação postural. A postura do braço esquerdo, do ombro direito, e a aceleração do punho sugerem adequação postural. A figura 43, quadro 1, 2 e 3, ilustra a recuperação do arremessador.

Caso 327 - na fase do arremesso, o movimento de chicote do braço esquerdo, começa antes da extensão completa do joelho esquerdo do arremessador, como pode se observar na figura 44, quadro 1. Nota-se que a extensão completa só ocorre depois que o implemento sai da mão do arremessador, pois, a postura assumida pelo pé esquerdo (ilustrada na figura 44 quadro 1) não representa a extensão completa, como se verifica na figura 44 quadro 2 e 3. Portanto esta postura sugere inadequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 44 - Fase do arremesso (327)**

O cotovelo direito está flexionado e fixo junto ao tronco no momento em que o arremessador está de frente para área de arremesso - ilustrado na figura 44 quadros 1 e 2 - em acedência com o que preconiza a literatura (adequada).



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 45 - Fase final do arremesso (327)**

O desenho da figura 45, quadro 1, indica que o ombro esquerdo se eleva acima do direito, assim que o peso perde contato com o arremessador, sugerindo adequação postural.

A aceleração não é continuada pelo punho, e o braço acompanha a rotação do tronco indicada nas ilustrações da figuras 45 quadros 1 e 2, sugerindo inadequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 46 - Recuperação do arremessador (327)**

Então, nesta fase do arremesso, o movimento de chicote do braço esquerdo e a aceleração do punho esquerdo indicam inadequação postural, a postura do braço direito e do ombro esquerdo, sugerem adequação postural. A ilustração da figura 46 quadros 1, 2 e 3 esboçam a recuperação do arremessador.

Caso 520 - nesta fase do arremesso o movimento de chicote do braço direito começa antes da extensão completa do joelho e do tronco o que denota uma inadequação postural. Observar-se que o pé do arremessador ilustrado na figura 47 quadro 1, não atinge a extensão completa do joelho e do tronco, como pode-se verificar na figura 47, quadros 2 e 3.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 47 - Fase do arremesso (520)**

O cotovelo esquerdo não está flexionado e fixo junto ao tronco quando o arremessador está de frente para área de arremesso, indicando inadequação postural, desenhada (figura 48, quadros 1 e 2).

O ombro direito se eleva acima do esquerdo, assim que o peso perde contato com o arremessador, como demonstrado na figura 48, quadro 1, indicando adequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 48 - Fase final do arremesso (520)**

A aceleração não é continuada pelo punho, pois o braço acompanha a rotação do tronco - figura 49, quadros 1, 2 e 3 - sugerindo inadequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 49 - Fase final do arremesso (520)**

Assim, nesta fase do arremesso o movimento de chicote do braço direito, a postura do braço esquerdo e a aceleração do punho indicam inadequação postural, enquanto que o ombro direito sugere adequação postural. A figura 50, quadros 1, 2 e 3, ilustram a fase final do arremesso.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 50 - Fase de recuperação do arremesso (520)**

Caso 420 - nesta fase do arremesso o movimento de chicote do braço começa antes da extensão completa do joelho direito e do tronco, como pode-se observar na figura 51, quadros 1 e 2 , sugerindo inadequação postural.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 51 - Fase do arremesso (420)**

O cotovelo esquerdo não está flexionado e fixo junto ao tronco no momento que o arremessador está de frente para área de arremesso, ilustrado na figura 51, quadro 2 , sugerindo inadequação postural.

A aceleração não é continuada pelo punho, e o braço acompanha a rotação do tronco - ilustrada na figura 52, quadros 1 e 2 - sugerindo inadequação postural. O ombro direito se eleva acima do esquerdo, como esboçado na figura 52, quadro 1,

assim que o peso perde contato com o arremessador, considerando-se adequada, como indica a literatura.



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 52 - Fase final do arremesso (420)**

Portanto, nesta fase do arremesso o movimento de chicote do braço direito, a aceleração do punho direito e a postura do braço esquerdo indicam inadequação postural. Quanto ao ombro direito, sugere adequação postural. A figura 53, quadros 1, 2 e 3 ilustram a fase final do arremesso



Fonte: Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro 2007.

**Figura 53 - Fase de recuperação do arremesso (420)**

Nesta fase da análise que se encontra organizada na tabela 5, observou-se que a incipiente adequação postural na fase final do arremesso corrobora no comprometimento do resultado. Para Lanka (2004), nesta fase do arremesso a melhora da velocidade de liberação é assegurada por vários mecanismos, e é possível assumir que o auxílio da velocidade do corpo com uma atividade energética de freio pode ser vital ao resultado (bloqueio).

**Tabela 8 - Fase do arremesso: relação entre as posturas adequadas e inadequadas em relação ao desempenho.**

CASOS	Posturas Adequadas	Posturas Inadequadas	Resultados (X)
034	3	1	12,35
327	2	2	11,87
520	1	3	11,14
420	1	3	9,02

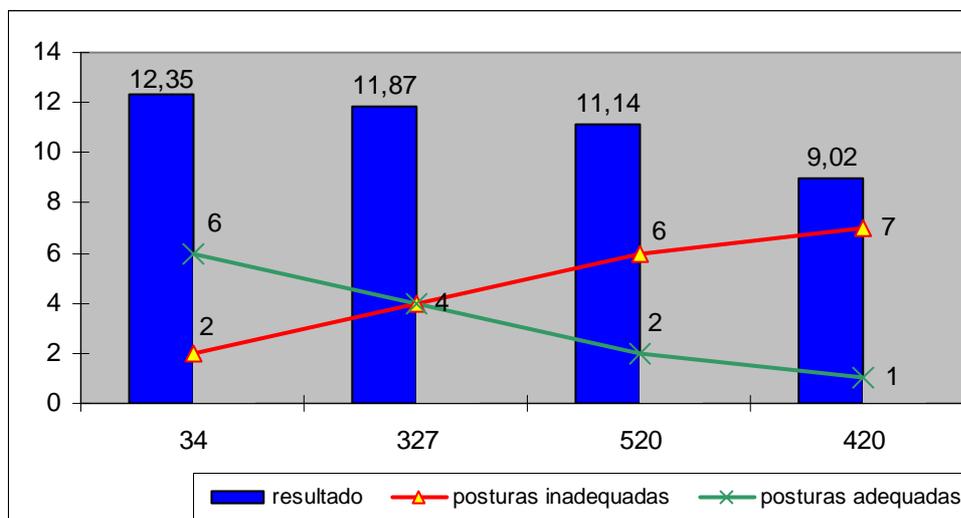
Fonte: O autor (2008).

Então, depois de ponderar as três fases do arremesso confrontando as posturas adequadas e inadequadas com os resultados, confirma-se que o arremesso é um conjunto de ações que ajudam a determinar os resultados.

No tópico seguinte serão confrontadas as posturas adequadas e inadequadas, os inconvenientes ergonômicos e o desempenho.

#### 4.4 Resultados da análise confrontados com as posturas adequadas, posturas inadequadas, inconvenientes ergonômicos e desempenho.

Os exames das relações entre as posturas adequadas e inadequadas com o desempenho do arremessador estão organizados no gráfico 10, onde seu resultado sugeriu que as posturas adequadas são indicativas de um maior desempenho.



Fonte: O autor (2007).

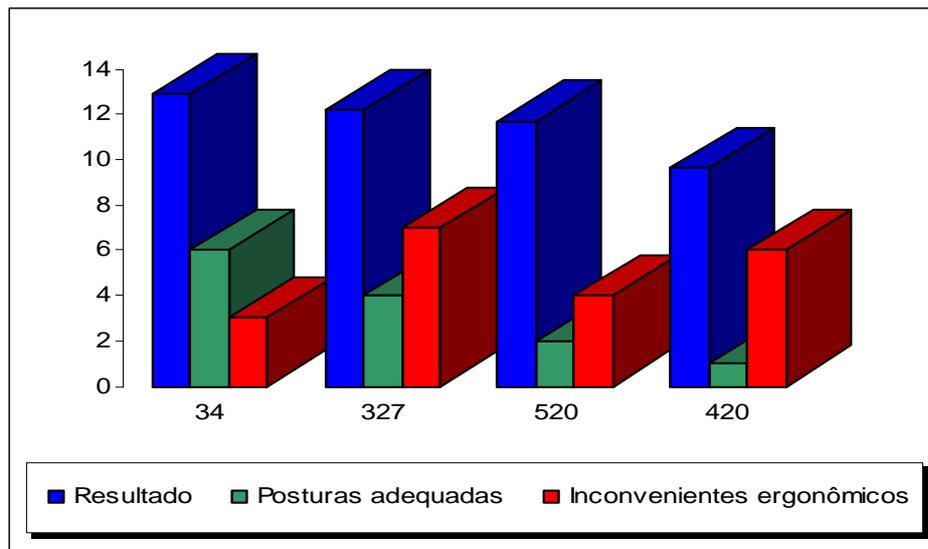
**Gráfico 9 – Relação entre as posturas adequadas e desempenho.**

A relação da adequação postural com o desempenho esboçado no gráfico 10, sugere que a formação técnica do arremessador influencia em seu desempenho.

Observa-se em competições convencionais que atletas com condições físicas privilegiadas ganham de atletas técnicos, sugerindo que, para se obter um bom desempenho existem outras variáveis além da técnica.

No paradesporto, além das variáveis verificadas em competições convencionais, deve-se ponderar a presença da cadeira de arremesso. Portanto, se a cadeira é a extensão do corpo do arremessador no momento do arremesso, quanto maior interação entre arremessador e a sua cadeira, melhor a possibilidade do arremessador em foco executar o arremesso, se forem consideradas as características e as condições das cadeiras.

O gráfico 11 ilustra a relação entre inconvenientes ergonômicos, adequação postural e desempenho.



Fonte: O autor (2007).

**Gráfico 10 - Relação entre os resultados, os inconvenientes ergonômicos e as posturas adequadas.**

O gráfico 11 sugere, que o menor número de inconvenientes ergonômicos possibilita a adequação postural que contribui na busca para o desempenho ótimo. As análises ratificam que a melhora do desempenho do paratleta depende de uma boa interface com sua cadeira, que é possibilitada pela adequação ergonômica, tornando a prática exeqüível e produtiva.

Assim, como o maiô na natação ou a sapatilha nas corridas, favorecem nos resultados de seus competidores, a cadeira de arremesso no paradesporto também possui este atributo, com a possibilidade de tornar a prática exeqüível, com condições melhores, e com uma produção maior.

A intervenção da engenharia ergonômica nesta área do conhecimento (paradesporto) corrobora com o desenvolvimento da atividade de arremessar sobre a cadeira, pois suas exigências de reconfiguração implicam em mudanças na tecnologia física do equipamento (cadeira), sugerindo ampliar a interação entre os dois subsistemas estudados (cadeira x paratleta). Entretanto, ainda há muito a ser feito para tornar as cadeiras de arremesso plenamente antropomórficas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo 5 apresenta as considerações finais sobre o trabalho. Reconstitui o objetivo geral e os objetivos específicos confrontando-os com os resultados da pesquisa.

### 5.1 Relação entre os objetivos e os resultados

O objetivo geral de elaborar um caderno de encargos com recomendações ergonômicas, a partir de análises de situações reais, foi atingindo através do aprofundamento da literatura conjugado com os resultados obtidos pela aplicação da AET. Esta metodologia apresentou-se como um eficiente instrumento que permitiu identificar as incoerências laborais da atividade de arremessar sobre a cadeira, subsidiando a confecção do CERE que se encontra no anexo A.

O primeiro objetivo específico da pesquisa solicitou do trabalho inventariar medidas antropométricas usuais de cadeiras de arremesso. Devido à inexistência de estudos referentes à aferição de medidas para concepção de cadeiras de arremesso, buscou-se, na literatura (Kroemer e Grandjean, 2005; Panero e Zelnik, 1998) um conjunto de medidas para o dimensionamento de cadeiras na postura sentada, elencando 27 possibilidades (quadro 12) que podem ser utilizadas para conceber ou reprojeter cadeiras de arremesso.

O segundo objetivo específico do estudo requereu identificar os inconvenientes ergonômicos nas cadeiras de arremesso em uso. Através dos inconvenientes ergonômicos extraídos da literatura observaram-se, na análise da demanda 11 casos estudados que apresentaram os seguintes resultados: Cadeiras com problemas no assento, nove (81,8%); quanto ao ângulo de conforto e o encosto nove (81,8%) apresentaram inconvenientes; em relação às cadeiras incompatíveis com a atividade três (27,2%); quanto à disposição das cores sete (63,6%) indicaram ausência de cores com disposição psíquica relevante; a ausência de equipamentos do atleta representou cinco (45,4%) dos casos analisados; a ausência de modularidade foi identificada em onze (100%) dos casos examinados; a portabilidade em seis (54,5%) das análises. Depois do exame ficou explícito que as

cadeiras examinadas não apresentam os critérios que avaliam a qualidade de interação dos produtos.

Os convenientes observados na demanda indicaram que oito (72,8%) das cadeiras foram concebidas especificamente para a atividade de arremessar e que seis (54,6%) de seus usuários se utilizavam de equipamentos específicos para esta prática, sugerindo uma demanda para conceber cadeiras em conformidade com as características de seus usuários.

Portanto, verificou-se que especificações como assento, ângulo de conforto, encosto e modularidade apresentaram uma incidência de 80%, sugerindo incoerência em seus projetos. As demandas por cadeiras adequadas aos seus usuários indicam a relevância dos requisitos da engenharia ergonômica em seus projetos, possibilitando a interação entre usuário e a cadeira.

O terceiro objetivo específico do estudo solicitou analisar a atividade do arremessador considerando sua interface com a cadeira em uso.

A demanda que subsidiou esta etapa da análise configura-se no cenário dos Jogos Parapanamericanos do Rio de Janeiro de 2007, em que se examinaram 25 cadeiras (17 com encosto e 8 sem encosto). Os inconvenientes comuns observados foram respectivamente: modularidade (100%), acabamento e cantos vivos (80%), portabilidade (76%), dispositivos de fixação (68%), cor (56%), assento (36%).

Esta etapa da análise indicou que as cadeiras sem encosto são utilizadas por paratletas com classificação funcional entre F57 e F58, determinando que seus usuários possuam maior função motora resultante de menor comprometimento nos membros inferiores e tronco.

A relação entre inconvenientes ergonômicos observáveis das cadeiras, com o desempenho de seus usuários sugeriu que as cadeiras dos arremessadores com menores números de inconvenientes apresentassem melhores resultados.

Este comportamento sugere que classes funcionais mais baixas, nas quais ocorre a diminuição da função motora as exigências por requisitos ergonômicos sejam aumentadas.

Embora os arremessadores de cadeiras sem encosto possuam uma maior função motora, há indicação dos cuidados relativos ao assento em 62,5% dos casos investigados.

Apesar dos arremessadores das cadeiras com encosto possuírem maiores exigências funcionais, foi verificado que os cuidados no acabamento 5,9% e cantos vivos 11,8% não foram considerados na concepção de suas cadeiras.

Os dispositivos para fixação da cadeira possibilitam uma prática com maior segurança, este conveniente foi observado em 47,1% das cadeiras com encosto e 12,5% nas cadeiras sem encosto, sugerindo maior atenção neste requisito.

Nos dois subsistemas investigados (cadeiras com encosto e sem encosto), verificaram-se uma incipiente utilização de dispositivos de portabilidade e modularidade, indicando dificuldade nas ações de manejo, transporte e logística para esta atividade (arremesso sobre a cadeira).

A cinemetria apontou que, na execução da atividade (F58), os paratletas realizavam constantes movimentos de auto-regulação sugerindo diminuir as incoerências entre a exigência funcional e a cadeira de arremesso.

Os levantamentos referentes à altura (figura 28, pág. 95) indicaram que as cadeiras 1, 2, 4, 5, e 6 encontravam-se abaixo da altura regulamentar permitida (75 cm), desconsiderando as vantagens biomecânicas de se arremessar em um patamar mais elevado.

É importante ponderar que existe um conjunto de fatores que determinam o resultado de um arremesso, como técnica, biótipo, desenvolvimento das qualidades física e estado psicológico do arremessador, porém, se os inconvenientes ergonômicos não são determinantes no desempenho, apresentam-se como intervenientes.

Em meio ao depoimento de paratletas e técnicos observou-se que a maioria dos entrevistados manifestou sua participação na confecção de sua cadeira. Este relato reflete que a participação do usuário e de seu técnico na concepção da cadeira não é pré-requisito para que ela seja concebida adequadamente, pois há necessidade de conhecimento técnico específico.

O conhecimento de todos os aspectos regulamentares envolvidos com a atividade pode evitar erros na concepção das cadeiras bem como poupar descontentamentos por parte de seus usuários. Entretanto, observou-se que existe uma incipiente preparação técnica destes usuários que não conseguem interpretar suas necessidades tecnicamente ou desconhecem a possibilidade de melhoria de suas atuais condições (conforto, segurança e desempenho).

Os exames indicaram que o menor número de inconvenientes ergonômicos possibilita uma maior adequação postural que contribui na busca para o desempenho ótimo.

As análises indicam que a melhora do desempenho do paratleta depende de uma boa interface com sua cadeira, que é possibilitada pela adequação ergonômica, que sugere uma prática exequível e produtiva.

Assim, como o maiô na natação ou a sapatilha nas corridas favorecem nos resultados de seus competidores, a cadeira de arremesso no paradesporto também possui este atributo, com a diferença de tornar a prática exequível, com condições melhores e com uma produção maior.

O quarto objetivo específico da pesquisa requisitou melhorias no *design* e na tecnologia da cadeira de arremesso, mediante um conjunto de especificações projetuais. Estas especificações estão contidas no CERE, e foram construídas no decorrer da pesquisa, porém sua organização deu-se posteriormente ao diagnóstico ergonômico, que está descrito a seguir.

Observou-se durante a pesquisa que os arremessadores nesta atividade se utilizam de cadeiras que não estão alinhadas com suas necessidades, apesar de os padrões estabelecidos para a utilização da cadeira de arremesso serem regulamentados internacionalmente.

As constatações obtidas através desta pesquisa apresentam um diagnóstico contendo os aspectos tecnológicos, normativos, sociais, organizacionais e simbólicos.

Quanto aos aspectos tecnológicos, os levantamentos feitos permitiram diagnosticar alguns pontos como:

a) ausência de acolchoados no assento e acolchoados incompatíveis com o comprometimento do usuário ilustrado na figura 54, quadro 1, 2 e 3. As possíveis conseqüências deste inconveniente são acentuadas pelas exigências do esporte de rendimento, que impõe longas jornadas de treinamento, conjugadas com a imposição de passar a maior parte de seu tempo ativo na postura sentada.



Fonte: Ensaios fotográficos das cadeiras nos Jogos Parapanamericanos (2007).

**Figura 54 – Cadeiras de arremesso com assentos sem acolchoados**

b) desenho do assento em desacordo com as medidas antropométricas do usuário, figura 55, quadro 1, 2 e 3, que demonstra a incompatibilidade da cadeira em relação ao seu usuário, sugerindo a inadequação antropométrica discutida no texto.



Fonte: Jogos Parapanamericanos (2007).

**Figura 55 – Cadeiras de arremesso com assentos incompatíveis com as necessidades de seus usuários**

c) encosto concebido sem as recomendações da literatura (Iida, 2005; Panero e Zelnik, 1998) ilustrado na figura 56, com a presença de ângulos ortogonais que interferem na estabilidade do usuário sobre a cadeira, indicando que, em uma competição, esta falta de estabilidade compromete o desempenho do arremessador.



Fonte: Jogos Parapanamericanos (2007).

**Figura 56 – Cadeiras de arremesso com encostos incompatíveis com as recomendações da literatura**

d) cadeiras apresentando ausência de elementos e construídas de material pesado aumentando seu peso e dificultando sua portabilidade e suas ações de manejo (ilustradas na figura 57).



Fonte: Jogos Parapanamericanos (2007).

**Figura 57 – Cadeiras de arremesso apresentando ausência de elementos**

e) acabamento rudimentar e degradado gerando improvisações, com *design* e textura precária (esboçado na figura 58), que interfere na estética e plasticidade da cadeira, sugerindo improvisações.



Fonte: Jogos Parapanamericanos (2007).

**Figura 58 – Cadeiras de arremesso apresentando acabamento rudimentar e degradado**

f) das cadeiras investigadas 19 (76%) não apresentavam dispositivos destinados ao transporte manual (alças e rodinhas), 25 (100%) possuíam estrutura rígida e inflexível não desmontando (modularidade), o que traz transtornos em suas ações de manejo e transporte.

g) verificou-se ausência de dispositivos de fixação em 9 (36%) das 25 cadeiras examinadas. Presença de cantos vivos e anfractuosidades em 20 (80%) das cadeiras investigadas. Ausência do emprego da disposição psíquica das cores em 14 (56%) das cadeiras analisadas.

Dentro desta análise, ficou explícito que as cadeiras investigadas não apresentam os critérios que avaliam a qualidade de interação dos produtos citados por Lida (2005), sugerindo uma incipiente interação com seus usuários.

Os aspectos normativos indicaram que a carência de conhecimento técnico e regulamentar diminui a percepção do paratleta que participa de competições sem

estar ciente das ressalvas técnicas e regulamentares. A concepção de cadeiras com assento abaixo do nível de 75 cm sugere a falta de conhecimento técnico-regulamentar.

Quanto aos aspectos sociais a falta de patrocínios que colaborem com a manutenção dos atletas, aliados aos indicadores sociais, sugere dificuldades para a prática esportiva.

Em relação aos aspectos organizacionais, o sistema conta com profissionais de alta competência, porém o grande número de pessoas voluntárias que ajudam na condução e nos serviços de apoio ao treinamento propicia improvisações e neste sentido o sistema carece de uma maior profissionalização.

Quanto aos aspectos simbólicos a atividade é desenvolvida a céu aberto, com o atleta exposto ao sol (raios ultravioleta), chuva, umidade, vento, poeira e sereno. Observam-se cadeiras com *design* rudimentar, materiais de baixa qualidade, com manutenção e textura precária interferindo na estética da mesma e anulando os aspectos de beleza e plasticidade, o que de certa maneira possa interferir na auto-estima do paratleta, tendo em vista que a cadeira no momento da competição torná-se o prolongamento do seu corpo.

Portanto, as disfunções que se estabelecem nesta atividade de ordem tecnológica, normativa, simbólica e organizacional aparecem como fator interveniente ou mesmo determinante no comprometimento da saúde, do conforto, da segurança e do desempenho do paratleta.

A utilização da AET no cenário paradesportivo mostrou-se como uma valiosa ferramenta para se verificar as disfunções existentes nas cadeiras de arremesso, tornando-se uma opção metodológica de investigação na área do paradesporto.

## 5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Com base na revisão da literatura e nos resultados obtidos, algumas sugestões para trabalhos futuros podem ser planejadas:

- Aprofundar as análises em outras classes funcionais;
- Utilizar as recomendações desta pesquisa para desenvolver, testar e comparar as cadeiras de arremesso;

-Empregar as recomendações desta pesquisa para desenvolver artefatos assistivos para pessoas com deficiência (postura sentada);

-Analisar a conformação dos elementos da cadeira e relacioná-los com o comprometimento de seus usuários, permitindo prescrever elementos adequados para cada tipo de comprometimento;

-Utilizar as recomendações desta pesquisa para concepção de postos de trabalho para pessoas com deficiência física no que tange a seus aspectos funcionais.

-Elaborar metodologias voltadas para inserção laboral e adaptações nos postos de trabalho.

A relevância do estudo se ratifica pela publicação de artigos referentes ao tema desta dissertação no decorrer da pesquisa em eventos científicos. A relação dos artigos publicados consta no apêndice B do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ABERGO - **Associação Brasileira de Ergonomia**. Disponível em < [www.abergo.org.br](http://www.abergo.org.br) > Acessado em 20 de setembro de 2000.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13962. **Móveis para Escritório – Cadeiras – Características Físicas e Dimensionais**. Rio de Janeiro, 1997.
- ABRADECAR - **Associação Brasileira de Desporto em Cadeiras de Rodas, Amputados e Lês Autres**, 2007, filiada ao Comitê Paraolímpico Brasileiro - CPB, Disponível em < [www.abradecar.org.br](http://www.abradecar.org.br) > Acessado em 10 de março de 2007.
- ABRAHÃO, J, I. **Reestruturação produtiva e variabilidade do trabalho: Uma abordagem da ergonomia**. Psicologia: teoria e pesquisa. n. 16, v.1, p.49-54, 2000.
- ABRAHÃO, J.; & PINHO, D.L.M. **Teoria e prática ergonômica: Seus limites e possibilidades**. In M.G.T. Paz & A. Tamayo (Orgs.), Escola, saúde e trabalho: estudos psicológicos (p.229-240). Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1999.
- ADAMS, R. C.; DANIEL, A. N.; CUBBIN, J.A.; RULLMAN, L. **Jogos, Esportes e Exercícios para o Deficiente Físico**. Tradução de Ângela G. Marx. São Paulo: Manole, 1985. 461p.
- ARAÚJO, P. F. de. **Desporto adaptado no Brasil: origem, institucionalização e atualidade**. Brasília: INDESP, 1998. 147p.
- BARTLETT, R. Princípios do lançamento. In: VLADIMIR, M. Z. **Biomecânica no esporte**. Performance do desempenho e prevenção de lesão. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. parte. 4. p. 340-357.
- BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. São Paulo, Edgard Blucher, 1998. 260p.
- BONSIEPE, G. **Design do material ao digital**. Tradução Cláudio Dutra. Florianópolis: FIESC/IEL, 1997.
- BOUERI FILHO, J. J. **Antropometria Aplicada à Arquitetura, Urbanismo e Desenho Industrial**. Manual de Estudo, Vol1. São Paulo, FAUUSP, 1991.
- BRUBAKER, C. E.; BRIENZA, D. M. *A state of the science conference on seating issues for persons with disabilities*. In: *International Symposium Seating, XVII, 2001, Orlando*. **Anais eletrônicos...** Orlando: 2001. Disponível em [http://www.ercwm.pitt.edu/RERCWM\\_PDF/SoSReport.pdf](http://www.ercwm.pitt.edu/RERCWM_PDF/SoSReport.pdf) Acessado em 15 de outubro de 2007.
- CARCONE, S. M.; KEIR, P.J. *Effects of backrest design on biomechanics and comfort during seated work*. **Applied Ergonomics: Human Factors in Technology and Society**. 2007, v. 38, n. 6, p.755-764, Nov. 2007.
- CARISON, M, J.; PAYETTE, J.M.; VERVENA, P, L. *Seating Orthosis Design for Prevention of Decubitus Ulcers*. **Jornal of Prosthetics & Orthotics**, 1995, v.7, n.2, p. 51-60, Abr/Jun, 1995.

- CONDE, A. J. M.; SOBRINHO, P. A.; SENATORE, V. Introdução ao movimento paraolímpico. In: **Manual de orientação para professores de educação física**. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro, 2006. 74p
- CORLETT, E. N.; EKLUND, J. A. E. *How does a backrest work?* **Applied Ergonomics: Human Factors in Technology and Society**, 1984, v. 15, n.2, p. 111-114, June, 1984.
- COSTA, A. M. da. ; SANTOS, S. S. do. Participação do Brasil nos Jogos Paraolímpicos de Sydney: apresentação e análise. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 2002, Niterói, v. 8, n.3, p. 70-76, Mai/Jun, 2002.
- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: Manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo Editora, vols. 1 e 2, 1995, 353p.
- CPB – **Comitê Paraolímpico Brasileiro**. Disponível em < [www.cpb.org.br](http://www.cpb.org.br)> Acessado em 20 de março de 2007.
- DUL, J.; WEERDMEEESTER B. **Ergonomia Prática**. São Paulo, Edgard Blucher Ltda.2005,147p.
- FERNANDES, J. L. **Atletismo**: Lançamentos e Arremessos. 2. ed. São Paulo: EPU, 2003.
- FERREIRA, M. S. **Definição de critérios de avaliação técnico-funcional e de qualificação de mobiliário escolar**. 2001. 165p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- FREIRE, G. M.; LIMA, S. C.; NETO, L. N.; CARVALHO, R. J. M. Ergonomia e tecnologia assistiva no desporto: Um estudo de caso no atletismo adaptado. In: Congresso Brasileiro de Ergonomia, XIV, 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABERGO, 2006. 1 CD- ROM.
- FREIRE, G. M.; PILATTI, L.A. Função Manutenção e Paradesporto: Uma contribuição da análise de segurança da tarefa. In: Encontro Paranaense de Empreendedorismo, IV, 2007, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, EPEGE, 2007. 1 CD-ROM.
- GOMES FILHO, J. **Ergonomia do Objeto**: Sistema técnico de leitura ergonômica. São Paulo, Escrituras Editora, 2003. 255p.
- GORDON, A. Vos<sup>a</sup>.; CONGLETON<sup>a</sup>.; J.J MOORE<sup>a</sup>,J.S.; AMENDOLA<sup>a</sup>,A.A.; RINGER,L. *Postural versus chair design impacts upon interface pressure*. **Applied Ergonomics: Human Factors in Technology and Society**. 2006, v. 37, n.5, p. 619-628, September, 2006.
- HAY, J.; REID. P. **As bases anatômicas e mecânicas do movimento humano**. Rio de Janeiro, Editora prentice-hall do Brasil, 1985.
- HOBSON, D.; CRANE, B. *State of the science white paper on wheelchair seating comfort*. In: *International Symposium Seating*, XVII, 2001, Orlando. **Anais eletrônicos...** Orlando. 2001. Disponível em <[http://www.ercwm.pitt.edu/RERCWM\\_PDF/SoSReport.pdf](http://www.ercwm.pitt.edu/RERCWM_PDF/SoSReport.pdf)> Acessado em 15 de outubro de 2007.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de indicadores sociais 2003**, Disponível em < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) >. Acessado em 13 de novembro de 2006.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2ª edição ver. e ampl. São Paulo, Edgard Blucher, 2005. 614p.
- \_\_\_\_\_. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo, Edgard Blucher, 1990. 465p.
- IPC - *International Paralympic Committee*. **Official Rules for Athletics 2006 do IPC**. Disponível em < [www.paralympic.org](http://www.paralympic.org) >. Acessado em 05 de fevereiro, 2007.
- ISMWSF – *International Stoke Mandeville Wheelchair Sports Federation*. **Atleismo: Regras oficiais**. Tradução de Sandra Peres e Antônio de Pádua Rangel Thomaz. Brasília: PR. Secretária dos Desportos, 1990. 58p.
- IWAS - *International Wheelchair & Amputee Sports Federation*. **Athletics Classification Rulebook 2005**, filiada ao Comitê Paraolímpico Internacional – IPC. Disponível em < <http://athletics.iwasf.com/> > Acessado em 25 de dezembro de 2006.
- JONES, M. **Shot Putting**. Birmingham: British Athletic Federation, 1998, 73p.
- KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre, Bookman, 2005. 327p.
- LANKA, J. Arremesso do peso. In: VLADIMIR, M. Z. **Biomecânica no esporte, performance do desempenho e prevenção de lesão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. parte. 4. p. 340-357.
- LAVILLE, Antoine. **Ergonomia**. São Paulo, EPU, 1977. 99p. Original Francês: L'ERGONOMIE.
- LÓPEZ, J. M. U. *Papel de la velocidad em los resultados em los lanzamientos*. **Revista Digital**, Buenos Aires, Ano 7, n.35, abril, 2001. Disponível em: <http://www.efdeportes.com>. Acessado em 15 de abril de 2008.
- LOQUE, F.; LOQUE, F. B. **Ergolândia 2.0**. Disponível em < [www.fbsistemas.com](http://www.fbsistemas.com) > Acessado em 25 de março de 2008.
- MAFRA, S. C. T.; PENA, M. T. da Silva.; MOREIRA, F. G. D; CAPOBIANGO, C. R. O levantamento antropométrico como forma de elaboração de projetos e produtos mais adequados aos usuários. O caso de crianças de 6 a 11anos-Viçosa-MG. In: Congresso Brasileiro de Ergonomia, XIV, 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABERGO, 2006. 1 CD- ROM.
- MANUAL - **Aplicação da Norma Regulamentadora nº. 17**. 2 ed. Brasília: TEM, SIT,2002.101p.
- McGINNIS, PETER. M. **Biomecânica do esporte e exercício**. Tradução de Jacques Vissoky e Maria da Graça Figueiró da Silva. Porto Alegre: Artmed, 2002. 403p.
- MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº. 17**. 2 ed. Brasília: MTE, SIT,2002.101p.
- \_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde do Trabalho:** NR 17 Ergonomia. Disponível em

<http://www.mte.gov.br/temas/segsau/legislação/normas/conteúdo/nr17/default.asp>.

Acessado em 10 de dezembro de 2006.

MULLER, H.; RITZDORF, W. **Corre! Salta! Lança!** ; Guia IAAF do ensino do atletismo. Santa Fé: IAAF Global Athletics, 2002, 211p.

MURPHY, S.; BUCKLE, P.; STUBBS, D. *The use of the portable ergonomic observation method (PEO) to monitor the sitting posture of schoolchildren in the classroom.* **Applied Ergonomics: Human Factors in Technology and Society.** 2002, v. 33, n.4, p.365-370, Jul. 2002.

ORTOLAN, R. L.; CUNHA, F. Leite da.; CARVALHO, D. C. Leite de.; FRANCA, J. E. N.; MARIA, A. S. L. S.; SILVA, O.L.; CLIQUET Jr, A. Tendências em biomecânica ortopédica aplicadas à reabilitação. **Acta Ortopédica Brasileira.** 2001, v.9, n.3, p.44-58, Jul /Set. 2001.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Lãs Dimenciones Humanas em los Espacios Interiores: Estándares Antropométricos.** México: G. Gili, 1998. 321p.

**PARALYMPIC SPIRIT.** *The Atlanta Paralympic Organizing Committee and S. E. A. Multimedia Ltd.* Israel: 1 CD- ROM, 1996.

RIGHI, C. A. R.; CASTANHA, E. A. A ergonomia como base conceitual para o design de bens de capital. In: *Encuentro Latinoamericano de Diseño "Disenõ em Palermo". Comunicaciones Acadêmicas, Ano 1, 2006, Buenos Aires. Anais... Buenos Aires: Agosto, 2006.*

RIO, R. P.; PIRES, L. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica.** São Paulo, Ed. Ltr. 2001, 225p.

RIOUX, M.; CABERT, A. *Human Rights and Disability: The International Context.* **Journal on Developmental Disabilities.** 2003, v.10. n. 2, p. 1-15. 2003.

SANTOS, N. dos.; FIALHO, F.A.P. **Manual de Análise Ergonômica do Trabalho,** 1ª edição, Curitiba, Gênese, 1995. 283p.

SANTOS, S. S. dos. ; GUIMARÃES, F. J. de Sá. P. Avaliação biomecânica de atletas paraolímpicos brasileiros. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** Niterói, v. 8, n. 3, p. 92-98, Mai /Jun, 2002.

SCOTT, A. D. Medias e prescrições de cadeiras de rodas. In. **Terapia ocupacional para a disfunção física.** 2ª ed. São Paulo: Santos, 1989. p.300-306.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e elaboração de dissertação.** 3ª. Edição. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

SILVA, E. M. **Avaliação da preferência de cadeiras para diferentes tipos de trabalho de escritório.** 2003, 247p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SILVEIRA, L. N. Apontamentos para uma metodologia na aplicação de cores em design de ambientes. In: **Design.** Ponta Grossa, 2007. Tecnologia e humanismo UTFPR, ano 21, n. 32, p.35-59. 2007.

- SILVINO, A. M. D. **A análise ergonômica do trabalho como suporte à formação profissional:** a articulação entre estratégia operatória e expertise. 1999. 109p. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Programa de Pós – Graduação em Psicologia da Universidade de Brasília, Brasília, 1999.
- SIQUEIRA, S. **Paraolímpicos.** Os Deuses de Atenas 2004. Brasília, 2005.
- STEADWARD, R. D.; PETERSON, C. **Paralympics.** *Where heroes come.* Canadá, 1997.
- STEFANE, A. C. Paraolimpíadas: Origens, desenvolvimento e Perspectivas. In: **Coletânea de textos em estudos olímpicos.** 2 v. Rio de Janeiro: Editora Gama Filho, 2002. p. 61-80.
- VERGARA, M.; PAGE, A. *Relationship between confort and back posture and mobility in sitting-posture.* **Applied Ergonomics: Human Factors in Technonology an Society.** 2002, v. 33, n.1, p.1-8, January, 2002.
- VIDAL, Mario César. **Guia para Análise Ergonômica do Trabalho (AET) na empresa:** uma metodologia realista, ordenada e sistemática. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2003. 332 p.
- \_\_\_\_\_. **Ergonomia na empresa:** útil, prática e aplicada. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2002. 260p.
- \_\_\_\_\_. **Introdução a Ergonomia.** Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC. UFRJ, 2001.
- VITAL, R.; ROSE, E. Henrique de. **Informações sobre o teste de doping e o uso de medicamentos no esporte paraolímpico.** Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro. 2004. 48p.
- WISNER, Alain. **Por dentro o trabalho:** ergonomia, método & técnica. São Paulo: FTD: Oboré, 1987.
- ZERNICKE, R. F.; WHITING, W. C. Mecanismos de lesão musculoesquelética. In: **Biomecânica no esporte.** Performance do desempenho e prevenção de lesão. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. parte 5. p. 397-408.

## **APÊNDICE A – CADERNO DE ENCARGOS E RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS**

Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras de arremesso, a partir de uma análise ergonômica.

**Caderno de Encargos**



---

# **CADERNO DE ENCARGOS E RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS (CERE)**

**Ponta Grossa, 2008**

# Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras de arremesso, a partir de uma análise ergonômica.

## Caderno de Encargos



## Sumário

### Parte I

1.1 Enquadramento.....	03
------------------------	----

### Parte II

2.1 Recomendações para submeter e enquadrar o usuário (paratleta) no sistema de classificação funcional da IWAS.....	04
2.2 Recomendações para o re-projeto ou projeto de produtos.....	05
2.3 Recomendações de medidas antropométricas para postura sentada.....	06
2.4 Recomendações de medidas essenciais para cadeiras.....	07
2.5 Recomendações para Configuração do assento.....	07
2.6 Recomendações para Configuração do encosto.....	08
2.7 Recomendações para configuração do descanso para os braços.....	08
2.8 Recomendações para leitura ergonômica.....	09
2.9 Recomendações ergonômicas específica para cadeiras.....	10
2.10 Recomendações para análise biomecânica qualitativa.....	11
2.11 Recomendações para análise biomecânica de arremessadores do peso com classificação funcional F58.....	12
2.12 Recomendações para caracterização da classe F58.....	13
2.13 Recomendações regulamentares da IWAS para cadeira de arremesso.....	14/15
2.14 Recomendações Metodológicas (AET) para análise dos Arremessos sobre a cadeira.....	16
2.14.1 Protocolo de formulação da demanda.....	16
2.14.2 Definição dos inconvenientes observáveis nas cadeiras...	17
2.14.3 Recomendações técnicas para coleta de dados.....	18

# Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras de arremesso, a partir de uma análise ergonômica.

## Caderno de Encargos



### 1.1 Enquadramento

Os arremessos sobre cadeira se constituem em uma prática bem difundida no âmbito do Paradesporto Brasileiro, onde o paratleta se utiliza da cadeira como extensão do seu corpo para realizar a ação do arremesso.

Observou-se que as cadeiras são construídas de forma bem rudimentar e que estas disfunções parecem se constituir em fatores intervenientes ou mesmo determinantes no comprometimento do desempenho da atividade e do bem-estar do praticante.

Percebe-se que a demanda desta pesquisa faz uma incursão na área da ergonomia física (antropometria e biomecânica), isto porque, se propõe aqui conhecer o operador (praticante), a tecnologia (cadeira de arremesso) e a utilização da tecnologia pelo operador em uma situação de competição (arremesso de peso).

Diante da necessidade de melhorar as condições do paratleta na execução do arremesso do peso sobre a cadeira e ao mesmo tempo de cooperar para o incremento científico no setor do esporte adaptado, elaborou-se algumas recomendações ergonômicas que contribuam para o desenvolvimento das cadeiras de arremesso, colaborando para minimizar os inconvenientes e as disfunções desta atividade.

Recomendações para o desenvolvimento de  
cadeiras de arremesso, a partir de uma  
análise ergonômica.



**Caderno de Encargos**

**2.1 Recomendações para submeter e enquadrar o usuário (paratleta) no sistema de classificação funcional da IWAS.**

Classe	Principais Características
F 51	Possuir os flexores funcionais do cotovelo e os flexores dorsais do pulso; pode possuir extensores do cotovelo (força até 3), mas usualmente não tem o flexor palmar do pulso; tem alguma ou boa força no ombro; nada de mão, tronco e pernas.
F 52	Possuir flexores e extensores funcionais do cotovelo; possuir dorso-flexores do pulso e os flexores palmares; ter boa função da musculatura do ombro; pode ter alguma flexão e extensão dos dedos, mas não funcional; nada de tronco e pernas.
F 53	Possuir bons ombros, cotovelos e pulsos; possuir a flexão e extensão dos dedos em quase sua plenitude; nada ou quase nada de tronco; nada de pernas.
F 54	Possuir bons ombros, cotovelos, braços e mãos; algum movimento de tronco; nada de músculos abdominais, dorsais e pernas.
F 55	Três movimentos do tronco podem ser vistos nesta classe. Para frente (pegando um objeto na frente de sua cadeira e levantar). Para lateral direita e esquerda, e rotação; algum ou bom tronco; nada de pernas.
F 56	Bom ombro, cotovelo, braço e boas mãos, bom equilíbrio de tronco, alguma flexão do joelho, não possui abdução, porém, possui adução. Nenhum movimento dos tornozelos. Se for o caso amputação acima do joelho.
F 57	Bom ombro, cotovelo, braço e boas mãos, bom equilíbrio, boa flexão e extensão do quadril, amputação acima do joelho, bem próxima ao joelho, podendo levantar o glúteo na finalização do movimento de arremesso.
F 58	São atletas que possuem geralmente problemas em uma perna só, ou nas duas abaixo do joelho, ou uma amputação acima do joelho, ou as duas amputações abaixo do joelho, que façam seus arremessos sentados, com a possibilidade da finalização ser de pé.

Fonte: IWAS (2005).

Recomendações para o desenvolvimento de  
cadeiras de arremesso, a partir de uma  
análise ergonômica.  
**Caderno de Encargos**



## 2.2 Recomendações para o reprojeto ou projeto de produtos

ETAPAS	DESENVOLVIMENTO
1. Idéia inicial	As idéias sobre os novos produtos são coletadas e avaliadas
2. Especificações	Referem-se aos objetivos e as principais características do produto, em termos de funções, dimensões, potências, qualidade, diversidade, preços, devendo resultar em um conjunto de informações para se avaliarem as alternativas.
3. Formulações de alternativas	É a preparação de possíveis soluções, atendendo as especificações.
4. Avaliação das alternativas	Nesta fase, as alternativas geradas na fase de formulação das alternativas são comparadas com as especificações.
5. Construção e teste do <i>mock-up</i>	Nesta fase é concebido um modelo físico simplificado do produto que possibilite sua confecção. Sua finalidade é verificar a configuração geral do produto, sua estética, possibilidades de acoplamento e modulação.
6. Construção e teste do protótipo	Nesta fase o protótipo será construído com todos componentes que farão parte do produto final.
Fonte: lida (1990).	

## Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras de arremesso, a partir de uma análise ergonômica.

### Caderno de Encargos



### 2.2 Recomendações antropométricas

Nº.	DIMENSÕES	DEFINIÇÃO
08	Altura sentada	Na posição sentada é a distância vertical que se mede da superfície do assento até a coroa da cabeça.
09	Altura dos olhos (pessoa sentada)	É a distância que se mede da linha horizontal dos olhos até a superfície do assento.
10	Altura dos ombros (pessoa sentada)	É a distância vertical que se mede da superfície do assento até o ponto equidistante do pescoço e do acrômio.
11	Altura dos cotovelos (pessoa sentada)	É a altura desde superfície do assento até a ponta inferior do cotovelo.
12	Largura entre os cotovelos	É a distância que separa as superfícies laterais dos cotovelos, medidas quando estão dobrados, ligeiramente apoiados ao corpo e com os braços estendidos lateralmente.
13	Espessura das coxas da pessoa sentada	É a medida do assento até a linha horizontal mais alta da coxa da pessoa sentada.
14	Comprimento nádegas/ joelho	É a distância horizontal que se toma da superfície exterior da nádega até a porção frontal da rótula.
15	Comprimento nádegas/ popliteal	Medida tomada atrás das nádegas ao longo da coxa até a dobra atrás do joelho.
16	Altura dos joelhos	É a distância vertical do solo até a rótula.
17	Altura popliteal	É a distância vertical que se toma do solo até a zona intermediária posterior da rótula em um indivíduo sentado e com o tronco erguido.
18	Largura dos ombros (bideltóide)	É a distância horizontal máxima que separa os músculos deltóides.
19	Largura dos ombros (biacromial)	Medida da linha horizontal do acrômio esquerdo ao direito da pessoa sentada.
20	Largura dos quadris (sentado)	Medida tomada dos quadris na porção mais larga da pessoa sentada.
21	Profundidade do tórax.	Medida de linha vertical das costas na altura do mamilo até a linha vertical do mamilo.
22	Profundidade do abdome sentado.	Medida da linha vertical das costas na altura do umbigo até a linha vertical do abdome.
23	Comprimento ombro - cotovelo	Medida da linha horizontal do acrômio até a linha horizontal do braço formando o ângulo de 90° com o antebraço da pessoa sentada.
24	Comprimento cotovelo ponta dos dedos.	Medida do cotovelo com o braço em 90° da pessoa sentada até a ponta distal dos dedos.
25	Comprimento do pé	Medida do calcanhar a parte distal dos dedos com o pé apoiado em uma plataforma horizontal.
26	Largura do pé	Medida da extremidade esquerda a extremidade direita do pé em sua porção mais larga.
27	Ângulo encosto assento.	Medida do ângulo entre o encosto e o assento.

Fonte: Panero e Zelnik (1998) e Kroemer e Grandjean (2005).

<p>Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras de arremesso, a partir de uma análise ergonômica.</p> <p><b>Caderno de Encargos</b></p>	
---	---

## 2.4 Recomendações de medidas essenciais para cadeiras

MEDIDAS	PROCEDIMENTO
1. Altura	É a medida tomada abaixo da coxa distal, até o calcâneo.
2. Largura	É a medida tomada nos quadris ou coxas, na porção mais larga, e deve-se incluir a largura da estrutura da cadeira.
3. Comprimento do assento	É a medida tomada atrás das nádegas, ao longo da coxa até a dobra atrás do joelho.
4. Apoio Lateral	É a medida vertical do assento até o cotovelo do braço flexionado a 90°.
5. Descanso para os pés	É a medida da coxa distal até o calcâneo, caso use almofadas ou sua cadeira possua acolchoado no assento, deve ser somada a esta medida.
6. Altura do encosto	É a medida tomada do assento até a axila.

Fonte: Scott (1998).

## 2.5 Configurações do assento

CONFIGURAÇÃO/ASSENTO.	DEFINIÇÃO
1. Altura do assento	A altura do assento é a distância vertical medida do ponto mais alto da região anterior (almofada ou acolchoado) do assento ao solo.
2. Largura do assento	A distância entre as bordas lateral superiores do assento, medida perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, a 125 mm da projeção vertical do ponto mais saliente do encosto na posição mais avançada.
3. Profundidade do assento	A distância horizontal, medida ao longo do eixo longitudinal do assento entre a borda anterior e posterior do assento.
4. Inclinação do assento	O ângulo de inclinação do plano de carga (nas condições descritas para medição de altura de assentos) em relação ao plano horizontal.

Fonte: ABNT (1997) e Scott (1989).

## Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras de arremesso, a partir de uma análise ergonômica.

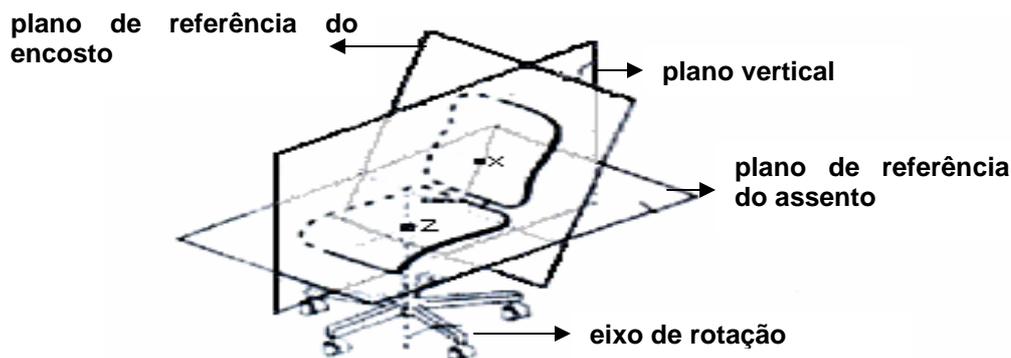
### Caderno de Encargos



### 2.6 Recomendações para configurações do encosto

CONFIGURAÇÃO/ ENCOSTO	DEFINIÇÃO
1. Altura do encosto	É a medida do assento até a axila.
2. Largura do encosto	A distância horizontal medida entre as faces laterais do encosto passando pelo ponto "x" da figura 15.
3. Profundidade de apoio lombar	A distância horizontal, medida em relação ao ponto "x" da saliência do encosto para apoio lombar da figura 15.

Fonte: Scott (1989) e ABNT (1997).



Fonte: ABNT (1997).

Figura 59 - Planos e eixos de referência

### 2.7 Recomendações para configuração do descanso para os braços

CONFIGURAÇÃO DO DESCANSO PARA OS BRAÇOS	DEFINIÇÕES
1. Altura do descanso para os braços	A medida do assento até o cotovelo flexionado a 90°, somada a 2,5cm.
2. Recuo do apoio para os braços	A distância da borda frontal superior do apoio para os braços e a borda frontal superior do assento, medida no eixo longitudinal do assento. Deve ter mínimo de 10 cm. e máximo de 20 cm.

Fonte: Scott (1989) e ABNT (1997).

Recomendações para o desenvolvimento de  
cadeiras de arremesso, a partir de uma  
análise ergonômica.  
**Caderno de Encargos**



## 2.8 Recomendações para leitura ergonômica

Fatores ergonômicos básicos	Recomendações
1. Tarefa	Observar as características antropométricas, idade, sexo, grau de instrução, habilidades e experiências anteriores dos usuários.
2. Segurança	Evitar anfractuosidades, cantos vivos, bordas cortantes que provocam ferimentos e sugerem projetos mal concebidos.
3. Conforto	Observar as situações de uso em analogia às tarefas que possam ocasionar tipos de fadiga, doenças e constrangimentos no usuário.
4. Envoltórios de alcances físicos	Evitar que os movimentos executados pelo usuário o obriguem a despender energias desnecessárias ou esforços extenuantes.
5. Materiais	Observar a compatibilidade de uso considerando a adequação de uso, funcional, operacional, técnica, tecnológica, econômica, perceptiva e estética – formais do objeto.
6. Cores	Dependendo do tipo de produto que se quer projetar e de sua finalidade, a disposição psíquica das cores irá contribuir para que este produto possa atingir os objetivos para o qual ele foi concebido.
Fonte: Laville (1977); Gomes Filho (2003); Kroemer e Grandjean (2005).	

Recomendações para o desenvolvimento de  
cadeiras de arremesso, a partir de uma  
análise ergonômica.



**Caderno de Encargos**

**2.9 Recomendações ergonômicas específicas para cadeiras**

Requisitos ergonômicos para cadeira	Recomendações
<b>1. Segurança</b>	Sua estrutura e seu dimensionamento devem ser adequados para garantir resistência ao peso do usuário (considerando o sentar abrupto), e o design da cadeira deve garantir segurança suficiente contra quebras, desequilíbrios, deslizamentos, etc., que possam pôr em risco a integridade física e psicológica do usuário.
<b>2. Postura</b>	Posição mais adequada contra constrangimentos físicos, evitando tensões desagradáveis e temerárias.
<b>3. Ângulos de conforto</b>	É recomendável uma inclinação de 20° abaixo da horizontal. O apoio das costas deve ser inclinado nos seguintes ângulos 105° a 110° em relação ao assento; 20° a 30° atrás da vertical.
<b>4. Revestimento</b>	São configurados por diversos tipos de materiais, acabamentos e grau de densidade. Sua utilização depende de muitos fatores, como nível de conforto desejado ou necessário para a execução de determinadas tarefas, aspecto estático-formal, custo do produto, estilo de uma determinada corrente estética, composição formal com outros móveis no contexto do ambiente.
<b>5. Dados antropométricos</b>	O projeto deve levar em conta o tamanho e o biótipo do usuário.
<b>Fonte: Gomes Filho (2003); Kroemer e Grandjean (2005).</b>	

## Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras de arremesso, a partir de uma análise ergonômica.

### Caderno de Encargos



### 2.10 Recomendações para análise biomecânica qualitativa

FASE	OBJETIVO	APLICAÇÃO
1. Descrição	Desenvolver um modelo teórico da técnica mais eficaz e descreve-la.	Determinar o que você quer observar.
2. Observação	Observar o desempenho do atleta.	Identificar os aspectos técnicos.
3. Avaliação	Comparar a técnica ideal com o desempenho observado.	Identificar e avaliar os erros (adequado e inadequado).
4. Instrução	Educar o atleta fornecendo o <i>feedback</i> e a instrução necessária.	Corrigir os erros.

Fonte: McGinnis (2002).

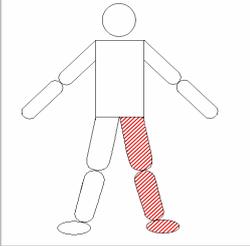
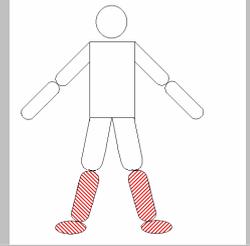
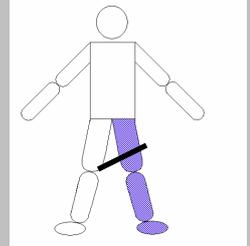
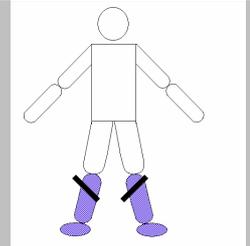
### 2.11 Recomendações para análise biomecânica (posturas) dos arremessadores do peso com classificação funcional F58

ARREMESSO DO PESO	
FASE	Postura
1. Preparação	A cabeça e o braço direito estão voltados para trás da área do arremesso. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
	O cotovelo direito faz um ângulo de 90° com o tronco. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
2. Construção	O movimento de rotação do tronco é bloqueado pelo braço esquerdo. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
	O cotovelo esquerdo está elevado e virado na direção do arremesso. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
3. Arremesso	O movimento de chicote do braço começa após a extensão completa da perna e do tronco. Utilizar-se-á a extensão completa da perna quando a classificação funcional do paratleta for F57 ou F58. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
	O braço esquerdo deve estar dobrado e fixo junto ao tronco no momento que o mesmo estiver de frente para área de arremesso. Miller e Ritzdorf (2002). ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
	O ombro direito se eleva acima do esquerdo, assim que o peso perde contato com o arremessador. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada
	A aceleração é continuada pelo pulso que está em pré-extensão (polegar para baixo e dedos apontando para fora após largar o peso). Cujas mãos acompanha o movimento até o final da ação. ( ) Adequada                      ( ) Inadequada

Fonte: Muller e Ritzdorf (2002) e Fernandes (2003).

<p>Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras de arremesso, a partir de uma análise ergonômica.</p> <p><b>Caderno de Encargos</b></p>	
---	---

## 2.12 Recomendações para caracterização da classe funcional F58

DESCRIÇÃO	FIGURA
<p>1. Paratleta com um dos membros inferiores comprometidos (poliomielite ou outro tipo de comprometimento).</p>	
<p>2. Paratleta com os dois membros inferiores comprometidos abaixo do joelho (poliomielite ou outro tipo de comprometimento).</p>	
<p>3. Paratleta com amputação acima do joelho em um membro.</p>	
<p>4. Paratleta com amputação abaixo do joelho em dois membros.</p>	

Fonte: IWAS (2005)

Recomendações para o desenvolvimento de  
cadeiras de arremesso, a partir de uma  
análise ergonômica.

**Caderno de Encargos**



2.13 Recomendações regulamentares para cadeira de arremesso (IWAS, 2005).

REGRAS ESPECÍFICAS - 179

**§ 2º (F32 a F34, F51 a F58).**

A altura máxima da cadeira para arremesso ou lançamento, incluindo a(s) almofada(s), usada(s) como assento, não poderá exceder 75 cm.

**§ 3º (F32 a F34, F51 a F58).**

Todas as partes da cadeira de lançamento deverão ser fixas. Não são permitidas assistências ao atleta por partes flexíveis da cadeira.

**§ 4º (F32 a F34, F51 a F58).**

A cadeira para arremesso ou lançamento poderá ter uma barra de apoio feita de metal, fibra de vidro ou material similar essa não poderá ter nenhuma articulação ou junta.

**§ 5º (F32 a F34, F51 a F58).**

Será de responsabilidade de o competidor garantir que a cadeira de lançamento esteja em conformidade com todas as regras anteriores, e nenhum evento deverá sofrer atrasos enquanto um competidor está fazendo ajustes à própria estrutura.

**§ 6º (F32 a F34, F51 a F58).**

As cadeiras de arremesso ou lançamento serão medidas antes que o competidor entre no círculo de arremesso. As estruturas que foram examinadas estão passíveis de serem re-examinadas antes ou após o evento pelo oficial encarregado do evento. As medidas serão feitas em um lugar onde o atleta não esteja sentado na cadeira.

Recomendações para o desenvolvimento de  
cadeiras de arremesso, a partir de uma  
análise ergonômica.

**Caderno de Encargos**



**§ 7º (F32 a F34, F51 a F58).**

Todos os eventos de arremesso serão realizados a partir de um círculo com 2,135 m a 2,50 m de diâmetro, para um setor conforme descrito na Regra 187.

**§ 8º (F32 a F34, F51 a F58).**

Um dispositivo de apoio autorizado deverá ser usado. Se um dispositivo de apoio quebrar durante a execução de um arremesso, não será computada uma tentativa, desde que tenha sido realizada de acordo com as regras. Se o competidor em razão disto perder o equilíbrio e cometer uma falta, ela não será contada contra ele.

**§ 9º (F32 a F34, F51 a F58).**

O competidor deverá começar um arremesso ou lançamento da posição sentada e, se o atleta se erguer, deverá manter um pé em contato com o solo dentro do círculo até que o implemento seja lançado. Todas as partes da estrutura e o apoio dos pés deverão permanecer dentro do plano vertical da borda do círculo. Considera-se como início o primeiro movimento à frente do lançamento.

Recomendações para o desenvolvimento de  
cadeiras de arremesso, a partir de uma  
análise ergonômica.  
**Caderno de Encargos**



Recomendações Metodológicas (AET) para análise dos arremessos sobre a cadeira.

### 2.14.1 Protocolo de formulação da demanda

Dados	Respostas
1. Competição	
2. Sexo	
3. Classificação Funcional	
4. Comprometimento Motor	
5. Prova	
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distância para registro fotográfico	De acordo com o enquadramento da máquina (de 1m a 3m).
8. Orientação para o registro fotográfico	Anterior, Posterior, Lateral ou Diagonal.
9. Avaliação	
Fonte: O autor (2008).	

Recomendações para o desenvolvimento de  
cadeiras de arremesso, a partir de uma  
análise ergonômica.  
**Caderno de Encargos**



### 2.14.2. Definição dos inconvenientes observáveis

Inconvenientes Ergonômicos	Definição
1. Assento.	Sim - Inconveniente encontrado na bandeja do assento como forma, ausência de acolchoado e improvisações.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
2. Ângulo de conforto.	Sim - Estrutura da cadeira sugere ângulos ortogonais (90°).
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
3. Acabamento.	Sim - Inconveniente encontrado na pintura e nos elementos estruturais da cadeira.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
4. Cantos vivos.	Sim - Estrutura da cadeira apresenta saliências cortantes e depressões irregulares.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
5. Cor.	Sim - Referências para as cores com disposição psíquica irrelevante.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
6. Descanso para os braços.	Sim - Inconveniente encontrado como acolchoado, improvisações e inutilidade.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
7. Dispositivo para fixação da cadeira.	Sim - Não existe dispositivo para fixação da estrutura da cadeira.
	Não - Existe dispositivo para fixação na estrutura da cadeira.
8. Encosto.	Sim - Inconveniente encontrado no encosto como forma, ausência de acolchoado e improvisações.
	Não - Nenhum inconveniente detectado.
9. Portabilidade.	Sim - Não apresenta nenhum dispositivo para a portabilidade da cadeira (rodas ou alças).
	Não - Apresenta dispositivo para a portabilidade da cadeira (rodas ou alças).
10. Modularidade.	Sim - Não apresenta modularidade.
	Não - Apresenta modularidade.
Fonte: O autor (2008).	

## Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras de arremesso, a partir de uma análise ergonômica.

### Caderno de Encargos



#### 2.14.3 Recomendações técnicas para coleta de dados

Para captura de imagens utilizou-se uma filmadora VHS (Panasonic), que ficou posicionada atrás dos arremessos (aproximadamente 15 m), a distância utilizada foi selecionada de acordo com a metodologia utilizada por Santos e Guimarães (2002) em suas análises com paratletas.

As imagens foram transformadas para o formato DVD, o que propiciou sua análise através do programa *Play DVD (Power DVD 5)* que possibilita a captura de imagens com todas as ferramentas de um DVD.

Utilizaram-se duas ferramentas do software Ergolândia - Análise de imagens, que fornece ao analista movimentação da imagem com barras de rolagem horizontal e vertical, aplicação de grades lineares e polares, cálculo de ângulos e coordenadas horizontal e verticais de um ponto da figura; Análise de vídeo – fornece ao analista reproduzir o vídeo em três velocidades, aumentar o *zoom* e regular o volume.

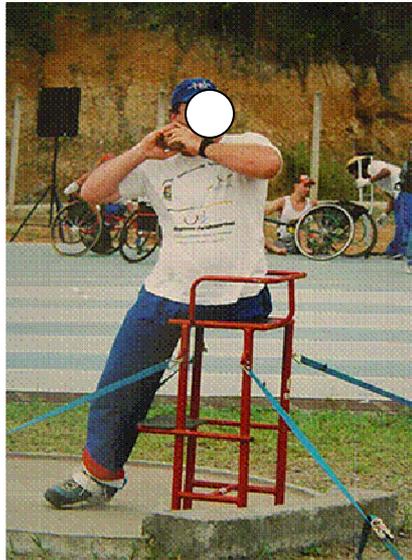
Para realização dos ensaios fotográficos utilizou-se uma câmera digital (Sony), a fim de estabelecer um padrão utilizou-se a distância de 1,0 a 3,0m para fotografar as cadeiras.

## APÊNDICE B – TRABALHOS REFERENTES À DISSERTAÇÃO PUBLICADOS NO DECORRER DA PESQUISA

### Trabalhos completos

1. FREIRE, G. M.; LIMA, S. C.; NETO, L. N.; CARVALHO, R. J. M. Ergonomia e tecnologia assistiva no desporto: Um estudo de caso no atletismo adaptado. In: **Congresso Brasileiro de Ergonomia**, XIV, 2006, Curitiba: ABERGO, 2006. 1 CD- ROM.
2. RESENDE, Luis Maurício (Org.); FREIRE, G. M. (Org.); Purcidonio, Paula Michelle (Org.). **Produção Científica do PPGE**. 3. ed., 2006.
3. FREIRE, G. M.; PILATTI, Luiz Alberto; FRANCISCO, A. C. Administração da Produção no Cumprimento da Lei Nº. 8.213 no processo de inclusão de pessoas com deficiência no trabalho. In: Marilisa do Rocio Oliveira; Sergio Escorsim; Ivanilde Scussiatto Eyng; Patrícia Guarnieri; Luiz Alberto Pilatti; Antonio Carlos de Francisco.. (Org.). **Gestão Estratégica para o Desenvolvimento Sustentável**. Ponta Grossa-PR: UEPG, 2007, v. 2, p. 219-229.
4. SOUZA, J. B.; FREIRE, G. M.; FRANCISCO, A. C. A ferramenta avaliação de projeto consubstanciada a usabilidade de software promovendo alta *performance* na manutenção industrial. In: **Congresso Internacional de Administração**, 2007, Ponta Grossa. Anais da ADM, 2007.
5. FREIRE, G. M. ; MAIA, I. . Tecnologia da Informação e Tecnologia Assistiva na Inclusão de Pessoas. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**, 2007, Bauru. Anais do XIV SIMPEP, 2007.
6. MAIA, I.; FREIRE, G. M. A Ergonomia na Condução dos Processos e Impactos da Mudança na Organização. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**, 2007, Bauru. Anais do XIV SIMPEP, 2007.
7. FREIRE, G. M.; PILATTI, Luiz Alberto. Função Manutenção e paradesporto: Uma contribuição da análise de segurança da tarefa. In: **Encontro Paranaense de Empreendedorismo e Gestão Empresarial**, 2007, Ponta Grossa. Anais do IV EPEGE, 2007.

## APÊNDICE C – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 1

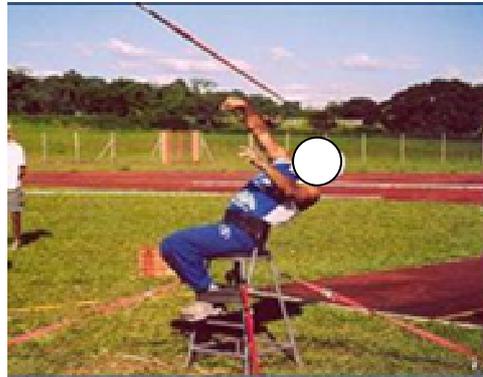


Fonte: ABRADecAR (2007).

Dados	Respostas
1. Competição	Jogos Regionais do Sul (30/03 a 03/04/2005)
2. Sexo	Masculino
3. Classificação Funcional	F58
4. Comprometimento Motor	Amputado
4. Prova	Arremesso do peso
5. Instrumento	Máquina digital
6. Distancia	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
7. Orientação (anterior, posterior, lateral ou diagonal)	Lateral
8. Avaliação	Constata-se que a cadeira não foi dimensionada para o usuário, oferecendo insegurança e comprometendo o desempenho. O encosto, o descanso para os braços e o descanso para os pés não tem função, a largura e profundidade do assento não estão em concordância com o dimensionamento do usuário. Ausência de módulo e utiliza-se de material pesado na sua concepção, o que dificulta sua portabilidade e manejo. Quanto ao acabamento encontra-se em bom estado, porém a cor utilizada apresenta disposição psíquica muito irritante e intranquilizante.

**Quadro 27 – Análise da demanda caso 1**

## APÊNDICE D – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 2



Fonte: ABRADecAR (2007).

Dados	Respostas
1. Competição	Jogos Regionais NE (Fortaleza)
2. Sexo	Masculino
3. Classificação Funcional	F35
4. Comprometimento Motor	Paralisia Cerebral
5. Prova	Lançamento do Dardo
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distancia	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
8. Orientação	Anterior, Posterior, Lateral ou Diagonal.
9. Avaliação	A cadeira possui dimensionamento inadequado em relação ao seu usuário oferecendo insegurança e comprometendo o desempenho. Ausência de encosto solicitado pelo comprometimento do usuário, profundidade do assento inadequado em seu dimensionamento, ausência do descanso para os braços que podem comprometer o equilíbrio e o desempenho do paratleta, ausência do descanso para os pés e o apoio para os pés apresenta-se em desconformidade com a necessidade do seu usuário, ausência de módulo utilizando-se de material pesado para confecção da cadeira, o que dificulta sua portabilidade e manejo, formato do assento circular incompatível com a tarefa demandada. Em relação ao acabamento encontra-se em bom estado. Quanto à cor da cadeira não apresenta disposição psíquica relevante.

**Quadro 28 – Análise da demanda caso 2**

## APÊNDICE E – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 3



Fonte: ABRADecAR (2007).

Dados	Respostas
1. Competição	Jogos Regionais do Nordeste (14 a 18 de abril de 2004)
2. Sexo	Masculino
3. Classificação Funcional	F56
4. Comprometimento Motor	Traumatismo medular
5. Prova	Lançamento do Dardo
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distancia	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
8. Orientação (anterior, posterior, lateral ou diagonal)	Lateral
9. Avaliação	A cadeira possui dimensionamento inadequado em relação ao seu usuário, oferecendo insegurança e comprometendo o desempenho. Ausência do ângulo de conforto entre o assento e o encosto, profundidade do assento sem concordância com as medidas antropométricas do usuário, a altura e a densidade do acolchoado do assento insuficiente para a solicitação do comprometimento do usuário. Apresenta inconveniente no encosto (baixo), profundidade do assento inadequado em seu dimensionamento, o apoio para os pés apresenta-se em desconformidade com a necessidade do seu usuário, ausência de módulo utilizando-se de material pesado para confecção da cadeira, o que dificulta sua portabilidade e manejo. Quanto ao acabamento encontra-se em bom estado, porém a cor utilizada não apresenta disposição psíquica relevante.

Quadro 29 – Análise da demanda caso 3

## APÊNDICE F – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 4



Fonte: ABRADecAR (2007).

Dados	Respostas
1. Competição	Jogos Regionais do Nordeste ( 14 a 18 de abril de 2004)
2. Sexo	Feminino
3. Classificação Funcional	F54
4. Comprometimento Motor	Traumatismo medular
5. Prova	Arremesso do peso
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distancia	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
8. Orientação (anterior, posterior, lateral ou diagonal)	Diagonal
9. Avaliação	A cadeira possui dimensionamento inadequado em relação ao seu usuário, oferecendo insegurança e comprometendo o desempenho. Ausência do ângulo de conforto entre o assento e o encosto, a altura e a densidade do acolchoado do assento insuficiente para a solicitação do comprometimento do usuário, a altura do descanso para os pés não corresponde às dimensões do usuário, o descanso para os pés encontram-se ligeiramente inclinado para baixo não correspondendo ao que preconiza a literatura, ausência de descanso para os braços. Ausência de módulo utilizando-se de material pesado para confecção da cadeira, o que dificulta sua portabilidade e manejo, não apresentando uniformidade nas cores, com acabamento rudimentar e degradado. Sua cor apresenta disposição psíquica indefinida.

**Quadro 30 – Análise da demanda caso 4**

## APÊNDICE G – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 5



Fonte: ABRADecAR (2007)

1. Competição	Jogos Abertos de Ponta Grossa (08 a 12 de março de 2006)
2. Sexo	Masculino
3. Classificação Funcional	F54
4. Comprometimento Motor	Traumatismo medular
5. Prova	Arremesso do peso
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distancia	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
8. Orientação (anterior, posterior, lateral ou diagonal)	Diagonal/ Posterior
9. Avaliação	Os inconvenientes encontrados nesta situação de trabalho demonstram à falta de portabilidade da cadeira, ausência do ângulo de conforto entre o assento e o encosto, a profundidade do assento é incompatível para o dimensionamento do usuário, a altura incompatível do descanso para os pés, o dimensionamento do descanso para os braços está em desconformidade com seu usuário. Na verdade a cadeira utilizada é uma cadeira de escritório que foi projetada com outra finalidade não sendo compatível com a atividade solicitada (paradesporto).

**Quadro 31 Análise da demanda caso 5**

## APÊNDICE H – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 6

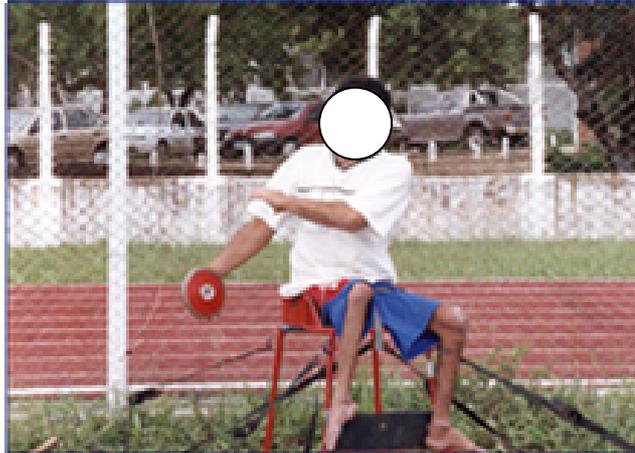


Fonte: ABRADecAR (2007).

1. Competição	Jogos Abertos de Ponta Grossa (08 a 12 de março de 2006)
2. Sexo	Masculino
3. Classificação Funcional	F35
4. Comprometimento Motor	Paralisia cerebral
5. Prova	Arremesso do peso
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distancia	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
8. Orientação (anterior, posterior, lateral ou diagonal)	Diagonal/ Posterior
9. Avaliação	As observações demonstram à falta de portabilidade da cadeira, ausência do ângulo de conforto entre o assento e o encosto, a profundidade do assento é incompatível com o usuário, o dimensionamento e a altura do descanso para os pés também não acomoda os pés do usuário. O dimensionamento do descanso para os braços também estão em desconformidade com seus usuários. Na verdade, a cadeira utilizada é uma cadeira de escritório que foi projetada com outra finalidade não sendo compatível com a atividade solicitada (paradesporto).

Quadro 32 - Análise da demanda caso 6

## APÊNDICE I – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 7



Fonte: ABRADecAR (2007)

Dados	Respostas
1. Competição	Jogos Abertos Paraolímpicos João Pessoa (25 a 27 de abril de 2003)
2. Sexo	Masculino
3. Classificação Funcional	F56
4. Comprometimento Motor	Poliomielite
5. Prova	Lançamento do Disco
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distancia	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
8. Orientação (anterior, posterior, lateral ou diagonal)	Diagonal
9. Avaliação	A cadeira possui dimensionamento inadequado em relação ao seu usuário, oferecendo insegurança e comprometendo o desempenho. A altura e forma do descanso para os pés em desconformidade com seu usuário, ausência de acessórios que possibilite fixar os membros inferiores, descanso para os braços sem função, acabamento rudimentar e degradado, ausência de modularidade utilizando-se de material pesado para confecção da cadeira o que dificulta sua portabilidade e manejo, sua cor apresenta disposição psíquica irritante e intranquilizante.

**Quadro 33 - Análise da demanda caso 7**

## APÊNDICE J – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 8



Fonte: ABRADecAR (2007).

Dados	Respostas
1. Competição	Jogos Abertos Paraolímpicos João Pessoa (25 a 27 de abril de 2003)
2. Sexo	Masculino
3. Classificação Funcional	F56
4. Comprometimento Motor	Poliomielite
5. Prova	Lançamento do Disco
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distância	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
8. Orientação (anterior, posterior, lateral ou diagonal)	Diagonal
9. Avaliação	Largura e profundidade do assento incompatível com o dimensionamento do usuário, descanso para os pés não compatível com o dimensionamento do usuário, cadeira sem uniformidade de cores, com acabamento rudimentar e degradado, difícil portabilidade e ausência de módulo, falta de material esportivo adequado (tênis), o que pode comprometer a integridade física do usuário. Disposição psíquica da core indefinida.

**Quadro 34 - Análise da demanda caso 8**

## APÊNDICE K – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 9



Fonte: ABRADACAR (2007).

Dados	Respostas
1. Competição	Campeonato Brasileiro de modalidade, Rio de Janeiro (06 a 10 de junho de 2005).
2. Sexo	Masculino
3. Classificação Funcional	F35
4. Comprometimento Motor	Paralisia cerebral
5. Prova	Lançamento do Dardo
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distancia	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
8. Orientação (anterior, posterior, lateral ou diagonal).	Diagonal
9. Avaliação	Ausência de descanso para os braços, ausência de acolchoado no assento, profundidade e largura do assento incompatível com o dimensionamento do usuário, ausência do ângulo de conforto entre o assento e o encosto, presença de cantos vivos, altura e dimensionamento do descanso para os pés incompatível com o usuário. Sua cor apresenta disposição psíquica irrelevante.

Quadro 35 - Análise4 da demanda caso 9

## APÊNDICE L – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 10



Fonte: Freire et al. (2006).

Dados	Respostas
1. Competição	Treinamento em maio de 2006
2. Sexo	Masculino
3. Classificação Funcional	F53
4. Comprometimento Motor	Poliomielite
5. Prova	Arremesso do peso
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distancia	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
8. Orientação (anterior, posterior, lateral ou diagonal).	Lateral
9. Avaliação	Ausência de pegas geométricas na barra de apoio adicionada na cadeira como acessório, não possui uniformidade dos acolchoados dos apoios e do assento, acabamento rudimentar e degradado, descanso para os pés ligeiramente inclinado para baixo, difícil portabilidade e ausência de módulo, profundidade do assento maior que o dimensionamento do usuário e descanso para os braços sem função. Sua cor apresenta disposição psíquica irrelevante.

**Quadro 36 - Análise da demanda caso 10**

## APÊNDICE M – ANÁLISE DA DEMANDA CASO 11



Fonte: ABRADecAR (2007).

Dados	Respostas
1. Competição	Jogos Abertos paraolímpicos do Brasil, Goiânia/GO (21a 23 de março de 2003).
2. Sexo	Masculino
3. Classificação Funcional	F55
4. Comprometimento Motor	Traumatismo medular
5. Prova	Lançamento do Disco
6. Instrumento	Máquina digital
7. Distancia	De acordo com o enquadramento da máquina. (de 1m a 3m).
8. Orientação (anterior, posterior, lateral ou diagonal).	Diagonal
9. Avaliação	A cadeira não é concebida para a atividade, dificultando as ações no lançamento e comprometendo a segurança, não possui estabilidade, o assento encontra-se abaixo da altura regulamentar que teoricamente favorece a perda do alcance horizontal traduzindo-se em marcas menores. Cadeira de uso diário incompatível com as peculiaridades da atividade. Disposição psíquica da cor irrelevante.

**Quadro 37 - Análise da demanda caso 11**

# ANEXO A – RESULTADOS DO ARREMESSO DO PESO MASCULINO CLASSES – F56-58



**PARAPAN RIO 2007**



**Jolo Havelange Stadium**  
Estadio Jolo Havelange  
Estadio Jolo Havelange

17 AUG 2007  
14:05

**Athletics**  
Atletismo / Atletismo

**Men's Shot Put - F56-58**  
Bala Hombres - F56-58 / Peso Masculino - F56-58

**Final**  
Final / Final

---

**Results**  
Resultados / Resultados

Rk	Bib Name	Class	NPC Code	Date of Birth	1	2	3	4	5	6	Result Points	
1	418 PIZARRO Alexs	F58	PUR	28 JAN 1973	13.48 901	13.64 912	13.90 929	X	13.41 897	13.47 901	13.90 929	
2	356 SANCHEZ Enrique	F56	MEX	22 JUN 1969	10.09 809	10.05 806	10.09 809	9.82 846	9.76 841	10.05 806	10.09 PR 869	
3	238 DÍAZ ALDANA Leonardo	F56	CUB	16 FEB 1975	9.89 852	10.01 863	9.51 819	9.29 801	X	9.46 815	10.01 863	
4	34 AMÂNCIO Leonardo	F58	BRA	5 DEC 1977	12.46 833	11.16 746	12.57 840	12.52 837	12.51 836	12.88 861	12.88 861	
5	327 del ROSARIO GO.	F58	MEX	4 JUL 1988	11.37 760	11.91 796	12.17 814	12.10 809	11.82 790	X	12.17 814	
6	520 CARRUIDO NAVAS	F58	VEN	28 JAN 1981	10.67 713	10.84 725	11.71 783	10.87 727	X	11.62 777	11.71 783	
7	533 LADERA Renee	F56	VEN	26 SEP 1977	8.55 737	8.76 755	8.93 769	8.46 729	8.81 759	8.73 752	8.93 769	
8	207 GONNELLI ARAYA	F56	CHI	19 MAR 1959	7.92 682	8.33 718	8.14 701	8.32 717	8.28 712	8.15 702	8.33 718	
9	332 GASCA RODRÍGUEZ Raul	F57	MEX	6 FEB 1961	8.31 699	9.20 674	9.10 667	9.65 707	8.68 638	9.31 683	9.65 707	
10	52 da SILVA Vanderson	F57	BRA	1 DEC 1982	8.91 653	8.45 620	X	X	9.10 667	9.10 672	9.16 672	
11	353 PÉREZ RANGEL CM	F56	MEX	4 DEC 1974	5.14 443	X	7.55 651	7.62 657	7.64 658	7.60 660	7.66 660	
12	420 TORRES MARTINEZ	F58	PUR	24 DEC 1960	9.67 646	7.23 483	9.47 633	9.51 636	8.76 586	9.53 637	9.67 646	
	416 DIAZ REYES Ralfy	F58	PUR	5 AUG 1967								DNS

Starting order	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	238	332	34	420	353	52	418	207	416	520	356	533	327

**Legend:**  
 DNS Did not Start    PR Para-Panam Record    Rk Rank    x Failure

ATM349101\_349\_C126 1.0

Report Created FR 17 AUG 2007 16:54

Page 1/1



# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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