

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**CONSIDERAÇÕES DA FOTOGRAMETRIA DIGITAL -
SISTEMA DIGITA - PARA ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA
DE USUÁRIOS DE CADEIRAS DE RODAS**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
POR

HELDA OLIVEIRA BARROS

Orientador: Prof. Marcelo Márcio Soares, Phd.
Co-orientador: Prof. Francisco dos Santos Rebelo, Phd.

Recife, agosto de 2007.

Barros, Helda Oliveira

Considerações da fotogrametria digital - Sistema Digita – para análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas / Helda Oliveira Barros. – Recife : O Autor, 2007.

xvi, 106 folhas : il., fig., tab., graf.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CAC. Design, 2007.

Inclui bibliografia e anexos.

**1. Antropometria. 2. Fotogrametria. 3. Deficientes.
I. Título.**

**572.087
620.82**

**CDU (2.ed.)
CDD
.ed.)**

**UFPE
(22 CAC2007-
66**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA
DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DE**

HELDA OLIVEIRA BARROS

**Considerações da Fotogrametria Digital -
Sistema Digita - para Análise Antropométrica de
Usuários de Cadeiras de Rodas**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ERGONOMIA

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a candidata HELDA OLIVEIRA BARROS **APROVADA.**

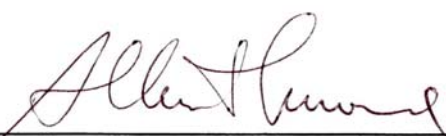
Recife, 31 de agosto de 2007.



Prof. Marcelo Márcio Soares, PhD.



Profa. Laura Bezerra Martins, Dra.



Prof. Alberto Galvão de Moura Filho, Dr.

Dedicada a meu pai

Azoubel Oliveira Barros (*in memoriam*)

Simplesmente porque fizemos um pacto eterno de **AMOR...**

AGRADECIMENTOS

A **Deus**,

Por me guiar, me amparar, me encorajar, me proteger, me fortalecer. Pai maior de todas as verdades, obrigada por ser minha Paz, minha Luz, minha Vida.

Aos meus pais **Azoubel e Edna Mariza Oliveira Barros**,

Terminamos mais uma história juntos! Agradeço pelo amor pleno e incondicional que nos une.

Ao **Prof. Marcelo Márcio Soares**,

Muitíssimo obrigada pelas horas cedidas, pela paciência desprendida, pelos ensinamentos acadêmicos e por todas as lições aprendidas para a vida.

Ao **Prof. Fancisco dos Santos Rebelo**,

Sou grata por nossos produtivos momentos de orientação e pela credibilidade destinada a este projeto.

Ao **Prof. Ernesto Vilar**,

Agradeço pela cooperação incessante com esta pesquisa.

À **Profa. Laura Bezerra Martins**,

Por toda a compreensão e por todos os inacreditáveis e salvadores prazos.

Ao **Prof. Alberto Galvão de Moura Filho**,

Por todas as observações sábias e certeiras.

À diretoria da instituição **Fraternidade Cristã de Doentes e Deficientes**, em especial ao **Sr. Edmilson**,

Sou imensamente grata pelo suporte e apoio direcionados à facilitação da realização do estudo de campo.

A todos os **voluntários**,

Pela disponibilidade, carinho e atenção destinados à coleta dos dados.

À diretoria da **Faculdade Maurício de Nassau**, em especial ao **Prof. José Janguê Diniz**,

Por ter disponibilizado o Laboratório de Biomecânica para a realização do estudo de campo.

A todos os funcionários da **Clínica Escola de Fisioterapia**,

Por todo o suporte dado durante a coleta das fotografias digitais.

À amiga **Betânia Milhomens**,

Pela imprescindível e incansável ajuda.

Aos queridos **Lívia de Melo** e **Pedro Sampaio Filho**,

Por todo o auxílio dado na elaboração desta dissertação.

RESUMO

Esta pesquisa trata da utilização da fotogrametria digital para análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas. Para a análise dos dados foi utilizado o software Digita, disponibilizado através do convênio do Departamento de Design da Universidade Federal de Pernambuco – Brasil - com o Departamento de Ergonomia da Universidade Técnica de Lisboa - Portugal. A coleta dos dados envolveu uma amostra aleatória de 18 indivíduos e ocorreu no Laboratório de Biomecânica da Faculdade Maurício de Nassau, localizada em Recife, Pernambuco. A metodologia aplicada compreende as etapas de Avaliação Ergonômica, Configuração da Base de Dados, Realização das Fotografias Digitais, Digitalização das Coordenadas e Apresentação dos Resultados. Foram analisadas 15 variáveis estruturais, referentes à antropometria estática, e 4 variáveis de alcance funcional, relativas à antropometria dinâmica. Os resultados obtidos foram apresentados através da análise dos dados pessoais, classificados por gênero, etnia e idade; da análise funcional amostral, classificados por diagnóstico clínico, resultados da avaliação articular, resultados da avaliação através do movimento e da avaliação postural; e da análise antropométrica amostral, que apontou para cada variável o número de pessoas, média, desvio padrão, valor mínimo, mediana e valor máximo.

Palavras-chave: antropometria, fotogrametria, deficientes.

ABSTRACT

This research treats of the use of digital photogrammetry in anthropometric analysis of wheelchair users. In analysing data the software, Digita, was used, made available through an agreement between the Pernambuco Federal University's - Brazil - Department of Design and Department of Ergonomics of the Technical University of Lisbon - Portugal. The collecting of data involved an aleatoric sampling of 18 individuals and took place in Recife/Pernambuco, at the Maurício de Nassau Faculty's Laboratory of Biomechanics. The methodology applied covers the stages of Ergonomic Appreciation, Databank Configuration, Realising Digital Photographs, Digitalisation of Co-ordinates and the Presentation of Results. 15 distinct structures were analysed, in regard to static anthropometry, and 4 variables of functional reach, related to dynamic anthropometry. The results obtained were presented through an analysis of personal data, classified by gender, ethnics and age; of functional sample analysis, classified by clinical diagnosis, resulting from an articular assessment, resulting from an evaluation through movement and a posture assessment; and of a sample anthropometry, which pointed out for each variable the number of people, mean, standard deviation, minimum value, median and maximum value.

Key Words: anthropometry, photogrammetry, disable people.

SUMÁRIO

Parte I. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA	01
Capítulo 1. Introdução	01
1.1. Objetivo Geral	03
1.2. Objetivos Específicos	03
1.3. Objeto de Estudo	03
1.4. Justificativa	04
1.5. Relevância para a área de Design	05
Parte II: REVISÃO DE LITERATURA	07
Capítulo 2: Estudo do Elemento Humano	07
2.1. Avaliação do tipo de deficiência	07
2.1.1. Avaliação do tipo de seqüela	10
2.1.1.1. Tetraplegia e Tetraparesia	10
2.1.1.2. Paraplegia e Paraparesia	10
2.2. Avaliação funcional de pessoas com deficiência	11
2.2.1. Correlações Neuro-clínicas	12
2.2.2. Padrões internacionais de avaliação através dos movimentos	14
2.2.2.1. Parâmetros utilizados no exame motor	15
2.3. Descrição anátomo-funcional dos movimentos humanos	16
2.3.1. Movimentos dos membros superiores	17
2.3.1.1. Movimentos da cintura escapular	17
2.3.1.2. Movimentos do ombro	20
2.3.1.3. Movimentos do cotovelo	24
2.3.1.4. Movimentos do antebraço na articulação radio-ulnar	25
2.3.1.5. Movimentos do Punho	26
2.3.1.6. Movimentos da mão	28
2.3.1.7. Movimentos do tronco	29
Capítulo 3: Estudo da Interface Pessoa com Deficiência - entorno no Sistema Humano-tarefa-máquina	32
3.1. A Antropometria e suas aplicações	32
3.1.1. Antropometria Estática	34
3.1.2. Antropometria Dinâmica	35

3.2. Sistema DIGITA	36
3.2.1. Apreciação Ergonômica	37
3.2.2. Configuração da base de dados	38
3.2.3. Realização de fotografias digitais	40
3.2.3.1. Escolha da máquina fotográfica	40
3.2.4. Preparação do ambiente para a coleta	40
3.2.4.1. Marcação e posicionamento da câmera e dos sujeitos	40
3.2.4.2. Preparação do ambiente e iluminação	41
3.2.4.3. Utilização do calibrador de imagens	42
3.2.4.4. Utilização dos marcadores de posição e balizadores de posturas	43
3.2.4.5. Marcação e visualização dos pontos anatômicos	44
3.2.5. Digitalização de coordenadas	45
3.2.6. Apresentação dos resultados	49
3.2.7. Vantagens da utilização da Fotogrametria Digital para Análise Antropométrica de Pessoas com Deficiência	50
3.3. Pesquisas sobre análise antropométrica de pessoas com deficiência	51
3.3.1. Pesquisa de Nowak	51
3.3.2. Pesquisa de Jarosz	52
3.3.3. Pesquisa de Das e Kozey	53
3.3.4. Pesquisa de Kozey e Das	55
3.3.5. Pesquisa de Paquet e Feathers	57
Parte III. ESTUDO DE CASO	60
Capítulo 4: Métodos e técnicas	60
4.1. Planejamento e seleção da amostra	60
4.2. Considerações éticas	61
4.3. Aplicação do Sistema Digita	61
4.3.1. Apreciação Ergonômica	61
4.3.1.1. Perfil da população amostrada	62
4.3.1.2. Avaliação Funcional	62
4.3.1.2.1. Diagnóstico clínico	62
4.3.1.2.2. História da Doença Atual	63
4.3.1.2.3. História Patológica Progressiva	63
4.3.1.2.4. Exame articular	66

4.3.1.2.5. Avaliação através do movimento	67
4.3.1.2.6. Exame postural	68
4.3.1.3. Seleção de variáveis antropométricas	69
4.3.1.3.1. Variáveis estruturais na cadeira simples	70
4.3.1.3.2. Variáveis estruturais na cadeira de rodas	70
4.3.1.3.3. Variáveis Funcionais	72
4.3.1.4. Seleção dos pontos de referência corporal	72
4.3.1.5. Ordem das fotos	82
4.3.2. Configuração da base de dados	82
4.3.2.1. Configuração do Digita Estático	82
4.3.2.2. Configuração do Digita Dinâmico	83
4.3.3. Realização das fotografias digitais	83
4.3.3.1. Câmera Digital	83
4.3.3.2. Ambiente para a coleta e marcadores de pontos anatômicos	84
4.3.3.3. Calibrador de imagem, guia de balizamento	85
4.3.4. Digitalização das coordenadas	85
Capítulo 5: Apresentação e discussão dos resultados	85
5.1. Tratamento dos dados	85
5.2. Análise dos dados pessoais	86
5.3. Análise do levantamento funcional amostral	86
5.4. Análise do levantamento antropométrico amostral	91
5.5. Análise comparativa entre métodos e técnicas	92
Capítulo 6: Conclusão e considerações finais	96
6.1. Considerações sobre a revisão bibliográfica	96
6.2. Considerações relativas ao Sistema Digita	97
6.3. Considerações relativas ao estudo de campo	97
6.4. Conclusões do estudo	99
6.5. Recomendações para estudos posteriores	100
Referências Bibliográficas	102
Anexos	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Planos e eixos de movimento.	17
Figura 2: Protração da cintura escapular.	17
Figura 3: Elevação da cintura escapular.	18
Figura 4: Depressão da cintura escapular.	18
Figura 5: Rotação lateral da cintura escapular.	19
Figura 6: Rotação medial da cintura escapular.	19
Figura 7: Abdução do ombro.	20
Figura 8: Adução do ombro.	21
Figura 9: Flexão do ombro.	22
Figura 10: Flexão do ombro.	22
Figura 11: Rotação medial do ombro.	23
Figura 12: Rotação lateral do ombro.	23
Figura 13: Flexão do cotovelo.	24
Figura 14: Extensão do cotovelo.	24
Figura 15: Pronação do antebraço.	25
Figura 16: Supinação do antebraço.	25
Figura 17: Flexão do punho.	26
Figura 18: Extensão do punho.	26
Figura 19: Desvio radial do punho.	27
Figura 20: Desvio ulnar do punho.	27
Figura 21: Flexão da mão.	28
Figura 22: Extensão da mão.	29
Figura 23: Flexão do tronco.	29
Figura 24: Extensão do tronco.	30
Figura 25: Rotação do tronco.	31
Figura 26: Inclinação do tronco	31
Figura 27: Dimensões da cadeira de rodas, obtidas a partir de dados antropométricos.	33
Figura 28: Dimensões da cadeira de rodas, obtidas a partir de dados antropométricos.	33
Figura 29: Alcances anterior (frontal) e lateral.	36
Figura 30: Alcances anterior (frontal) e lateral.	36

Figura 31: Posturas sugeridas para análise antropométrica de variáveis estruturais na posição de pé.	38
Figura 32: Janela da base de dados com 12 variáveis para identificação do indivíduo e 42 para as medidas antropométricas.	39
Figura 33: Representação esquemática do posicionamento da câmera e do sujeito.	41
Figura 34: Calibrador de imagens.	42
Figura 35: Posicionamento do calibrador de imagens.	43
Figura 36: Marcadores e balizadores.	44
Figura 37: Marcadores volumétricos dos pontos anatômicos.	45
Figura 38: Tela inicial do programa de análise do Sistema Digita.	46
Figura 39: Janela de informações pessoais do Sistema Digita.	47
Figura 40: Janela principal do programa com as seguintes informações à esquerda de cima para baixo.	48
Figura 41: Janela final de confirmação dos resultados com todas as características e medidas.	49
Figura 42: Cálculo do <i>Maximum Transverse Reach</i> e do <i>Maximum Sagittal Reach</i> .	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Protração da cintura escapular	17
Tabela 2: Elevação da cintura escapular	18
Tabela 3: Depressão do da cintura escapular	18
Tabela 4: Rotação lateral da cintura escapular	19
Tabela 5: Rotação Medial da cintura escapular	19
Tabela 6: Abdução do ombro	20
Tabela 7: Adução do ombro	20
Tabela 8: Flexão do ombro	21
Tabela 9: Extensão do ombro	22
Tabela 10: Rotação medial do ombro	23
Tabela 11: Rotação lateral do ombro	23
Tabela 12: Flexão do cotovelo	24
Tabela 13: Extensão do antebraço	24
Tabela 14: Pronação do antebraço	25
Tabela 15: Supinação do antebraço	25
Tabela 16: Flexão do punho	26
Tabela 17: Extensão do punho	26
Tabela 18: Desvio radial do punho	27
Tabela 19: Desvio medial do punho	27
Tabela 20: Flexão da mão	28
Tabela 21: Extensão da mão	28
Tabela 22: Flexão do tronco	29
Tabela 23: Extensão do tronco	30
Tabela 24: Rotação do tronco	31
Tabela 25: Inclinação do tronco	31
Tabela 26: <i>Normal reach area x maximum reach area</i>	56
Tabela 27: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto A	73
Tabela 28: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto B	74
Tabela 29: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto C	75
Tabela 30: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto D	76

Tabela 31: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto F	77
Tabela 32: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto H	79
Tabela 33: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto	80
Tabela 34: Resultados estatísticos de variáveis funcionais	91
Tabela 35: Resultados estatísticos de variáveis funcionais	92

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1: Exemplo da foto A	73
Foto 2: Exemplo da foto B	74
Foto 3: Exemplo da foto C	75
Foto 4: Exemplo da foto D	76
Foto 5: Exemplo da foto E	77
Foto 6: Exemplo da foto F	78
Foto 7: Exemplo da foto G	78
Foto 8: Exemplo da foto H	79
Foto 9: Exemplo da foto I	80
Foto 10: Exemplo da foto J	81
Foto 11: Exemplo da foto L	81
Foto 12: Marcadores volumétricos	82
Foto 13: Estrutura exigida para a realização das fotos digitais	83
Foto 14: Posicionamento inadequado do membro superior para análise do alcance superior	88
Foto 15: Posicionamento inadequado do membro superior para análise do alcance anterior	88
Foto 16: Posicionamento inadequado do membro superior para análise do alcance lateral	89
Fotos 17: Quadros de escoliose	90
Fotos 18: Quadros de escoliose	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultados por faixa etária	84
Gráfico 2: Resultados por diagnóstico clínico	85

Parte I. Apresentação da pesquisa

Capítulo 1. Introdução

Esta pesquisa analisa a utilização da fotogrametria digital para a análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas. No momento, como esta técnica ainda não foi amplamente utilizada por pesquisadores, nosso objetivo geral é avaliar as vantagens e desvantagens de sua utilização em um levantamento reduzido para, apenas em estudos futuros, avaliarmos uma amostra representativa da população.

A dificuldade da realização de análises antropométricas de usuários de cadeira de rodas encontra-se nas variáveis envolvidas, como o tipo e a extensão da lesão, os segmentos afetados, o grau de disfunção apresentado pelo indivíduo e o efeito cumulativo na mobilidade global devido ao constante uso da cadeira de rodas. Desta forma, esta pesquisa se propõe a realizar previamente uma avaliação funcional dos indivíduos, para então realizar o levantamento antropométrico amostral.

Para analisar a utilização da fotogrametria digital foi utilizado o sistema Digita. A aplicação do Sistema Digita nesta pesquisa torna-se possível através do convênio do Departamento de Design da Universidade Federal de Pernambuco – Brasil, com o Departamento de Ergonomia da Universidade Técnica de Lisboa – Portugal. Este sistema possibilita o registro dos pontos de referência através da utilização de técnicas fotogramétricas. Esta pesquisa torna-se pioneira na utilização do Digita para pessoas com deficiência.

Assim, é importante esclarecer que foi necessário realizar uma adaptação dos procedimentos metodológicos do Sistema Digita de modo a adaptá-lo às características desta população.

Esta pesquisa seguiu um modelo descritivo, sendo dividida em duas etapas principais: a revisão de literatura e o estudo de campo. O sequenciamento deste estudo segue-se de forma que, no segundo capítulo, são fornecidas informações sobre as classificações destinadas à categorização de pessoas com deficiência e sobre a avaliação funcional de usuários de cadeira de rodas.

No terceiro capítulo, apresentam-se dados sobre a antropometria e suas aplicações. Relatam-se também todas as etapas metodológicas para a utilização do Sistema Digita para pessoas sem deficiência declarada.

O capítulo quatro apresenta o desenvolvimento do estudo de campo, definido o plano de amostragem e descrevendo as técnicas e ferramentas utilizadas em toda a pesquisa. Propõe-se ainda uma adaptação da metodologia descrita por Rebelo (2002), visando adequar a utilização do Digita para análise de usuários de cadeira de rodas.

O quinto capítulo expõe e analisa os resultados obtidos com os levantamentos funcional e antropométrico amostrais. O levantamento antropométrico amostral engloba a análise de variáveis estáticas e dinâmicas.

O sexto e último capítulo finaliza o estudo e tece sugestões para estudos futuros.

1.1. Objetivo Geral

Avaliar e testar as vantagens e desvantagens da utilização da fotogrametria – Sistema Digita - para a análise antropométrica de pessoas com deficiência que usam cadeira de rodas para a locomoção.

1.2. Objetivos Específicos

- i. Adaptar a metodologia do Sistema Digita para análise de pessoas com deficiência.
- ii. Realizar os levantamentos amostrais - funcional e antropométrico - de usuários de cadeira de rodas, visando criticar a utilização da fotogrametria digital.
- iii. Tratar e arquivar os dados obtidos através da metodologia do Sistema Digita.

1.3. Objeto de Estudo

A fotogrametria – Sistema Digita - como ferramenta básica de avaliação das dimensões corporais humanas, a partir do reconhecimento de que antropometria constitui a justificativa necessária às adaptações do entorno físico, em relação às necessidades de usuários de cadeira de rodas.

Cumprе explicitar que o presente trabalho objetiva uma avaliação de ferramenta de fotogrametria digital, não pretendendo com isto realizar um levantamento antropométrico significativo da população.

1.4. Justificativa

A insatisfação em relação à usabilidade da interface pessoa com deficiência ao seu entorno físico vem sendo descrita por autores das áreas de Reabilitação, Design e Ergonomia (NOWAK, 1996. FEENEY, 2002. PAQUET, FEATHERS, 2004).

Nesta perspectiva a Ergonomia apresenta-se como ferramenta essencial, uma vez que durante a análise de seus três elementos: HUMANO – TAREFA – MÁQUINA, tem seu foco principal no bem estar do ser humano, defendendo, como afirma Soares (1998), um design de produtos que considere usuários variados e que atenda às suas reais necessidades.

Guimarães (2004) ressalta que a qualidade ergonômica de um produto, passa obrigatoriamente por sua adequação antropométrica. Atualmente, existem poucos trabalhos sobre dados antropométricos da população brasileira. Quando se pensa em pessoas com deficiência esta escassez torna-se ainda maior. De acordo com Soares e Martins (2000), a disponibilidade de dados sobre pessoas com deficiência são raros e urgentemente necessários.

Paquet e Feathers (2004) afirmam que os escassos dados antropométricos de usuários de cadeira de rodas limitam os projetos de criação de ambientes e produtos que possam ser utilizados com efetividade e segurança, abrangendo o conceito de design inclusivo. Segundo Panero e Zelnick (2002), “não existem, em grande escala, dados sobre a antropometria de usuários de cadeira de rodas”. Para os autores, a dificuldade da realização deste estudo encontra-se nas variáveis envolvidas, como o tipo e a extensão da lesão, os segmentos afetados, o grau de disfunção apresentado pelo indivíduo e o efeito cumulativo na mobilidade global devido ao constante uso da cadeira de rodas.

Kumar (1997) defende que deve-se criar um extensivo banco de dados sobre pessoas com deficiência que inclua informações relativas a força, equilíbrio e estabilidade dos segmentos corporais, assim como sobre amplitudes, limites e capacidades de movimento.

Concordando com estes autores na afirmação de que todos estes fatores deveriam ser analisados, esta pesquisa se propõe a realizar previamente uma avaliação funcional dos

indivíduos, avaliando-os de acordo com sua capacidade de independência funcional, para então realizar a análise antropométrica.

1.5. Relevância para a área de Design

Pessoas com deficiência encontram-se comumente diante de barreiras no uso de produtos de consumo e no acesso aos locais públicos. Isto ocorre porque majoritariamente o entorno físico é projetado para um padrão idealizado de pessoas, normalmente jovens e sem deficiência declarada, excluindo todas as pessoas que possuam uma ou outra necessidade especial (SOARES, MARTINS, 2000).

Diante deste quadro, Feeney (2002) afirma a necessidade de um design inclusivo abrangente a usuários especiais, como são as pessoas com deficiência. Vale ainda ressaltar que incluí-las na parcela de consumidores de um produto significa ampliar consideravelmente o mercado, como colocam Soares e Martins (2000, p. 128):

A produção de produtos de consumo que possam ser usados por uma parcela mais ampla da população, incluindo aqueles cujas habilidades físicas e cognitivas encontram-se abaixo da média da população, de forma segura, eficiente e confortável, apresenta-se como uma alternativa viável na estratégia de ampliação de mercados – uma vez que irá incorporar estes milhares de excluídos -, aumento da competitividade dos produtos e, conseqüentemente, incremento da produção.

Para isto, é essencial conhecer as necessidades dos usuários, suas capacidades e potencialidades. A antropometria aplicada ao Design utiliza métodos de medição física dos seres humano com o objetivo de garantir comodidade, eficiência e segurança no uso. A função primordial da antropometria é fornecer dados, a matéria-prima, a diversos profissionais para que cada um os utilize em seu campo (LEÓN, CHAURAND, LUGO, 2005).

Muitos pesquisadores já apontam a necessidade da equipe interdisciplinar para a concepção de produtos, que dentro de um conceito ergonômico, buscam maior adequabilidade a sua

interface. Um exemplo é a afirmação de Panero e Zelnick (2002): “a solução dos problemas dos portadores de deficiência em relação à interface com barreiras é tarefa interdisciplinar”.

Somar os conceitos da reabilitação com o processo de criação viabiliza produtos que não trarão custo humano no seu uso, e ainda poderão fornecer benefícios clínicos. Paschoarelli e Silva (1994, p. 45) afirmam que:

Design, Reabilitação e Ergonomia se integram harmoniosamente no sentido de proporcionar um denominador comum, para um grupo de cidadãos – especificamente composto por pessoas com deficiência – participem das atividades comuns da sociedade em que vivemos. Através da interdisciplinaridade e do uso de fatores que se interfaceam é possível obter meios e materiais que auxiliem estes cidadãos a conquistarem uma participação efetiva na comunidade.

Esta pesquisa pretende reforçar a importância de um design adequado na manutenção da saúde e promoção da independência funcional, sendo parte decisiva do processo de reabilitação e reintegração de pessoas com deficiência.

Parte II: Revisão de Literatura

Capítulo 2: Estudo do Elemento Humano

Este capítulo trata do estudo das deficiências e sua influência sobre a capacidade de independência funcional em usuários de cadeira de rodas. Para isto, referenciamos as classificações propostas pela OMS (Organização Mundial de Saúde) e pela ASIA (American Spinalcord Injury Association), e ainda os dados apresentados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no seu último censo realizado em 2000.

De acordo com este censo, existem hoje no Brasil cerca de 24,6 milhões de pessoas que se declararam portadoras de deficiência (14,5% da população total); sendo 19,8 milhões moradores das zonas urbanas e 4,8 milhões das zonas rurais. O Sudeste é a região que tem a menor proporção de pessoas que declararam serem portadoras de deficiência (13,1%). Já o Nordeste apresenta o maior percentual de portadores de deficiência, 16,8%. Entre as deficiências, a seqüência declarada é: visual (48,1%), motora (22,9%), auditiva (16,7%), mental permanente (8,3%) e física (4,1%).

2.1. Avaliação do tipo de deficiência

A necessidade da reavaliação da visão da pessoa com deficiência fez com que, em maio de 2001, a Organização Mundial de Saúde desenvolvesse a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), aprovada para uso internacional pela quinquagésima - quarta Assembléia Mundial de Saúde.

A CIF substitui a Classificação Internacional de Deficiências, Incapacidades e Desvantagens (CIDID, 1976) e utiliza uma linguagem padronizada que abrange os domínios de saúde e os domínios relacionados com a saúde, através de uma estrutura de trabalho que promove a descrição da saúde e dos estados relacionados à saúde. Os domínios de saúde designam setores diretamente relacionados ao estado de doença. Os domínios relacionados à saúde

constituem áreas de funcionalidade que podem facilitar ou dificultar o desempenho do indivíduo.

De acordo com a OMS (2003, p. 172), deficiência “é uma perda ou anormalidade de uma estrutura do corpo, tais como um desvio importante ou uma perda, de uma função fisiológica (incluindo funções mentais)”. Portanto, a utilização do termo deficiência pressupõe uma alteração da função corporal que acarreta, em maior ou menor grau, algum tipo de dificuldade ao ser humano durante a realização de suas tarefas cotidianas.

Estas alterações se configuram em anormalidades estruturais, manifestadas na perda ou redução de tecidos corporais, e em déficits funcionais, caracterizados na redução da capacidade e do controle das atividades conscientes e voluntárias. Nesta pesquisa, o termo anormalidade refere-se estritamente a uma variação significativa dos padrões estatisticamente estabelecidos para o ser humano.

Segundo o IBGE (2000), as deficiências podem ser divididas em: mental permanente, visual, auditiva, física e motora. Como esta pesquisa trata de usuários de cadeira de rodas, serão avaliadas apenas as pessoas com deficiência física ou motora. Eventualmente, os indivíduos participantes poderão apresentar outros tipos de deficiências associados, porém seqüelas de natureza mental, visual ou auditiva não serão consideradas.

As deficiências físicas configuram seqüelas, isto é, alterações da função física, conseqüentes de lesões, traumas, doenças ou qualquer outro comprometimento de estruturas do corpo humano. Podem ser decorrentes, por exemplo, de traumatismos raquimedular e cranioencefálicos e amputações em geral. Já as deficiências motoras configuram déficits funcionais, sem que o indivíduo apresente algum comprometimento de qualquer estrutura do corpo humano. Podem ser exemplificadas na redução das habilidades motoras de idosos, como caminhar e subir escadas, e podendo ainda ser decorrentes de sinais puramente clínicos, como dor (IBGE, 2000).

As deficiências não são equivalentes ao diagnóstico médico, mas sim às manifestações da patologia apresentada. Constituem uma expressão de uma condição de saúde, sem que

indiquem necessariamente um estado de doença. Por isto, determinar o grau de funcionalidade preservado é tão importante quanto definir o tipo de deficiência encontrado.

De acordo com a OMS (2003, p. 171), a funcionalidade “indica aspectos positivos da interação entre o indivíduo com uma condição de saúde e com os fatores contextuais, que são os fatores ambientais e pessoais”. A incapacidade indica aspectos negativos desta mesma interação. A importância da avaliação funcional do indivíduo reside no fato de que diferentes lesões/doenças podem gerar uma mesma deficiência e que deficiências distintas podem originar as mesmas incapacidades e/ou limitações (OLIVEIRA, TOMAZ, GUALBERTO FILHO, 2000).

Na CIF o termo desvantagem foi substituído pelo termo incapacidade, utilizado anteriormente na CIDID, para abranger todas as três perspectivas: corporal, social e individual. O desempenho para independência funcional envolve os aspectos físicos, sociais e atitudinais. Em sua abordagem biopsicossocial, defende que (OMS, 2003, p. 18, 21):

A incapacidade não é um atributo de um indivíduo, mas sim um conjunto complexo de condições muitas das quais criadas pelo ambiente social [...] Portanto, é uma questão atitudinal ou ideológica que requer mudanças sociais que, a nível político, se transformam numa questão de direitos humanos.

Vivemos felizmente um novo paradigma: para se pensar e trabalhar a deficiência e a incapacidade passamos a considerar fortemente o contexto em que os indivíduos estão inseridos, considerando as barreiras físicas, comunicacionais e culturais a que eles estão submetidos (FARIAS, BUCHALLA, 2005). Soares e Martins (2000, pág 131) afirmam que:

Não existe uma linha clara de demarcação entre as pessoas que são caracterizadas como deficientes e aquelas que não são [...] a maior parte dos indivíduos não se distribui consistentemente sobre uma ou outra extremidade, mas geralmente encontram-se distribuídos em diferentes posições dependendo da habilidade a ser mensurada.

Compreendemos que para facilitar o desempenho, devemos gerar soluções de acessibilidade no ambiente construído e disponibilizar em larga escala produtos que sirvam como dispositivos de auxílio. Conseguimos entender o design de ambientes e produtos para usuários com deficiência como uma política de inclusão social.

2.1.1. Avaliação do tipo de seqüela

A necessidade da utilização da cadeira de rodas para locomoção nos indica claramente um importante *déficit* funcional dos membros inferiores. Porém, quando pensamos na força muscular apresentada nos membros superiores e no tronco, indivíduos com graus de funcionalidade bastante diferenciados podem utilizar um mesmo produto. Ou seja, encontramos pessoas com redução drástica do controle de membros superiores utilizando a mesma cadeira que outras com vasto controle de membros superiores e tronco.

Antes de discutirmos a adequabilidade do produto, veremos as terminologias usadas para classificar *déficits* funcionais em usuários de cadeira de rodas.

2.1.1.1. Tetraplegia e Tetraparesia

O prefixo TETRA é utilizado quando existe alteração da função motora nos membros superiores, tronco, membros inferiores e órgãos pélvicos (GREVE, CASALIS, BARROS FILHO, 2001). Engloba uma série de graus funcionais que vão desde amplas perdas do controle do braço e do antebraço, até reduções menos significativas do movimento de alguns dedos da mão.

O termo tetraplegia é utilizado quando há perda absoluta da função motora dos segmentos corporais supracitados. O termo tetraparesia quando ocorre apenas uma redução da capacidade de movimento.

2.1.1.2. Paraplegia e Paraparesia

Quando o prefixo PARA é utilizado, podem existir alterações da função motora no tronco, membros inferiores e órgãos pélvicos, mas os membros superiores não estarão envolvidos (GREVE, CASALIS, BARROS FILHO, 2001). Englobam graus funcionais que vão desde controle de

tronco precário até a preservação completa dos movimentos da coluna vertebral, fazendo com que o indivíduo tenha um comportamento bastante próximo ao normal na posição sentada.

O termo paraplegia é utilizado quando há perda absoluta da função motora dos segmentos corporais supracitados. O termo paraparesia quando ocorre apenas uma redução da capacidade de movimento.

Quando pensamos em funcionalidade, classificar as pessoas com deficiência como tetra ou paraplégicas (ou paréticas) não é suficiente para prevermos seu grau de independência. Como colocam Paquet e Feathers (2004), as características funcionais individuais devem ser avaliadas para que sejam observadas as diferenças entre as populações de pessoas com deficiência. Torna-se necessária a avaliação minuciosa do seu comportamento motor, como discutiremos a seguir.

2.2. Avaliação funcional de pessoas com deficiência

A avaliação funcional engloba uma série de fatores ligados ao grau de independência que o indivíduo mantém para a realização de suas atividades de vida diária. Considera-se por atividades da vida diária (AVD) todas as atividades relacionadas a auto-cuidados, como alimentação e higiene, realização de transferências e locomoção, considerando-se até a capacidade de controle vesical. Portanto, uma avaliação funcional deve englobar o diagnóstico médico, o tipo de deficiência, e a compatibilidade da capacidade e do desempenho apresentados pelo indivíduo. De acordo com a OMS (2003), ambos – capacidade e desempenho – são construtos qualificadores sendo que a capacidade indica o nível máximo de independência funcional que uma pessoa pode atingir, e o desempenho descreve o que esta pessoa consegue realizar no seu ambiente habitual.

Aspectos múltiplos e subjetivos dos fatores envolvidos na realização de AVD's fazem com que a descrição funcional, sugerida pela CIF, seja produto de uma extensa ficha de avaliação. Em contrapartida, a simples avaliação dos movimentos preservados nos orienta fortemente no sentido do conhecimento das capacidades residuais do indivíduo. Por exemplo, podemos

entender que uma pessoa que não consegue realizar o movimento de flexão dos dedos será incapaz de segurar um copo com suas próprias mãos. Esta pessoa poderá alimentar-se sozinha com a utilização das órteses adequadas, desde que mantenha preservados determinados movimentos do segmento corporal braço + antebraço. Além disto, a correlação existente entre músculo - movimento - inervação ainda nos fornece indícios sobre o estado neurológico da pessoa com deficiência, indicando o próprio estado de doença.

2.2.1. Correlações Neuro-clínicas

A medula espinhal é o principal condutor através do qual se transportam as informações sensitivas e motoras. Ela contém tratos orientados longitudinalmente que formam a substância branca, cujos axônios constituem, no interior do neuro-eixo, as vias ascendentes e descendentes e, fora do neuro-eixo, as fibras sensitivas (aferentes) e motoras (eferentes) dos nervos espinhais.

As vias aferentes têm sempre origem em um gânglio sensitivo e conduzem impulsos exteroceptivos, originados de receptores da pele, e proprioceptivos, originados de músculos, tendões e articulações. As eferentes somáticas controlam a atividade dos músculos estriados esqueléticos, enquanto as eferentes viscerais (do sistema nervoso autônomo) controlam a atividade do músculo liso, cardíaco ou glândula (MENESES, 2006; COSENZA, 1998; MACHADO, 1993). A medula espinhal contém ainda, a substância cinzenta, área central, configurada em H, envolvida pela substância branca e constituída pelos corpos celulares dos neurônios, sendo organizados em segmentos compostos por neurônios sensitivos e motores (ERHART, 1986).

A medula espinhal, no adulto, não ocupa todo o canal vertebral, terminando ao nível da segunda vértebra lombar. Abaixo deste nível, o canal vertebral contém apenas as meninges e as raízes nervosas dos últimos nervos espinhais que, dispostas em torno do cone medular, constituem a chamada cauda equina. Esta diferença de tamanho resulta de ritmos de crescimento distintos, em sentido longitudinal, entre a medula e o canal vertebral; sendo que até o quarto mês de vida intra-uterina, ambos crescem no mesmo ritmo, permitindo que a medula ocupe todo o comprimento do canal vertebral e que seus nervos passem pelos

respectivos forames vertebrais dispendo-se, horizontalmente, num ângulo aproximadamente reto. Entretanto, a partir do quarto mês, a coluna começa a crescer mais que a medula, especialmente em sua porção caudal, provocando o alongamento das raízes e a diminuição do ângulo que formam com a medula; estes fenômenos, estando mais pronunciados em sua região caudal, é que levam à formação da cauda eqüina (MACHADO, 1993).

Como consequência, ocorre um afastamento dos segmentos medulares das vértebras correspondentes; constituindo um fato de grande importância clínica para diagnóstico, prognóstico e tratamento das lesões raquimedulares, optando-se pela utilização das seguintes regras: entre os níveis das vértebras C2 e T10 adiciona-se dois ao número do processo espinhoso das vértebras, e tem-se o número do segmento medular subjacentes; aos processos espinhosos das vértebras T11 e T12 correspondem os cinco segmentos lombares e ao processo espinhoso de L1 correspondem os cinco segmentos sacrais (PEELE, The Neuroanatomical Basis of Clinical Neurology, apud MACHADO, 1993).

A medula espinhal dá origem a trinta e três pares de nervos espinhais sendo: oito cervicais, doze torácicos, cinco lombares, cinco sacrais e três coccígeos. Esses nervos emergem aparentemente de cada segmento medular, sob a forma de filamento radiculares anteriores e posteriores, que formam as raízes ventrais e dorsais, determinando-se como sensitiva a raiz posterior e motora a raiz anterior (ERHART, 1986).

Por sua vez, os nervos espinhais, preservando sua origem de disposição segmentar, deixam o canal vertebral de forma que o primeiro par cervical emerge acima da primeira vértebra cervical, portanto entre ela e o osso occipital; as raízes dos segmentos C2 à C7 o abandonam através dos forames de conjugação situados acima de suas respectivas vértebras; e o oitavo par cervical entre a sétima vértebra cervical e a primeira torácica. Uma vez que a medula cervical possui um segmento a mais que o número de vértebras cervicais, os nervos espinhais subseqüentes emergem sempre ao nível inferior de suas respectivas vértebras (MACHADO, 1993).

Essa disposição é clinicamente observada na região onde reside cada dermatomo e cada miótomo supridos pelo nervo espinhal correspondente, ou seja, a pele e a musculatura de seu próprio segmento. Daí, sua importância para a determinação do nível da lesão raquimedular

(DUUS, 1985); pois cada raiz recebe informações sensitivas de seu dermatomo, por via aferente, e cada raiz, inerva um grupo de miótomos, por via eferente (BARROS FILHO, 1994).

É ainda facilmente observada na região torácica, onde seus nervos conservam o arranjo primitivo no adulto, e modificada nos membros, onde o desenvolvimento dos brotos articulares do embrião, resulta em deslocamento dos miótomos e dermatomos correspondentes aos plexos braquial, que inerva os membros superiores, e lombo-sacro, responsável pela inervação dos membros inferiores; sendo, esta divisão, melhor observada numa posição similar a de gatas (ERHART, 1986; DUUS, 1989).

2.2.2. Padrões internacionais de avaliação através dos movimentos

A avaliação dos movimentos faz parte da rotina de todo serviço de reabilitação, sendo realizada como uma importante etapa do exame físico. Nas últimas décadas, vem ainda auxiliando fortemente a determinação do diagnóstico clínico das pessoas com deficiência. É o caso do sistema de avaliação desenvolvido pela ASIA – *American Spinalcord Injury Association*.

Visando estabelecer um protocolo que permitisse uma avaliação padronizada, onde todos os profissionais utilizassem os mesmos conceitos, a ASIA desenvolveu um novo sistema de classificação que consiste em uma simples ficha de exame físico – motor e sensitivo (BARROS FILHO, 1994).

Este modelo de avaliação foi desenvolvido para o diagnóstico de lesões raquimedulares. Porém, uma vez que é utilizado através do exame sensitivo e motor, de dermatomos e miótomos correspondentes, sua aplicação torna-se possível para qualquer tipo de doença, trauma, perturbação ou comprometimento de estruturas do corpo humano. A principal diferença é que seu diagnóstico final levará a outros tipos de seqüela, como por exemplo: hemiplegia (diminuição ou perda da função motora e/ou sensitiva que compromete todo um hemi-corpo), e não mais apenas à tetraplegia e paraplegia (que são as únicas seqüelas possíveis em lesões medulares).

A avaliação através do movimento será nesta pesquisa como uma das ferramentas de avaliação funcional de usuários de cadeira de rodas, sem jamais pretender elaborar diagnósticos clínicos.

2.2.2.1. Parâmetros utilizados no exame motor

O exame motor se completa pela análise dos músculos-chave, de ambos os lados do corpo. Solicita-se ao indivíduo analisado a realização de um determinado movimento e, em seguida, é atribuída uma nota que varia de acordo com a qualidade do movimento executado.

É observada a capacidade de controle motor voluntário, traduzido na potencialidade que o indivíduo possui de realizar um movimento seguindo eixo, plano, sentido e intensidade, que foram desejados conscientemente.

Esta nota varia de 0 a 5 de acordo com a seguinte classificação (BARROS FILHO, 1994):

- 0- paralisia total;
- 1- contração palpável ou visível;
- 2- movimento ativo com arco de movimento completo com a gravidade eliminada;
- 3- movimento ativo com arco de movimento completo contra a gravidade;
- 4- movimento ativo com arco de movimento completo contra uma resistência moderada;
- 5- arco completo de movimento ativo contra resistência (normal).

Caso exista alguma restrição à realização do movimento, deve-se classificá-lo como NE - não examinado.

No protocolo proposto pela ASIA, Barros Filho (1994) esclarece a escolha dos seguintes músculos, por sua regularidade de inervação pelos segmentos indicados e pela facilidade de serem examinados na posição de decúbito dorsal (supina): C5- flexores do cotovelo (músculo bíceps braquial); C6- extensores do punho (músculo extensor radial longo e curto do carpo); C7- extensores do cotovelo (músculo tríceps); C8- flexores dos dedos (músculo flexor

profundo), testado no dedo médio; T1- músculos abdutores do dedo mínimo; L2- flexores do quadril (músculo ileopsoas); L3- extensores do joelho (músculo quadríceps); L4- dorsiflexores do tornozelo (músculo tibial anterior); L5- extensores longos dos dedos do pé (músculo extensor longo do hálux); S1- flexores plantares do tornozelo (músculos que formam o tríceps sural).

Barros Filho (1994), explica ainda que para os miótomos que não são clinicamente examináveis, por um exame manual do músculo- chave, isto é, de C1 até C4, de T2 até L1 e de S2 a S5, presume-se que o nível motor seja o mesmo que o nível sensitivo.

Com a nota atribuída a cada movimento, chega-se a um índice motor. Este índice fornece um meio para documentar, numericamente, a função motora e, conseqüentemente, seu grau de funcionalidade. São indicados scores, somados de cada lado do corpo, que, posteriormente, geram um único índice motor global.

O protocolo desenvolvido pela ASIA exemplifica como avaliação através do movimento possui correlações neuro-clínicas e servirá de base para o modelo proposto nesta pesquisa.

2.3. Descrição anátomo-funcional dos movimentos humanos

No presente estudo avaliaremos usuários de cadeira de rodas, realizando atividades na posição sentada. Portanto, serão descritos apenas os movimentos dos membros superiores e do tronco, ilustrados nas figuras 2 a 26 apresentadas a seguir.

A descrição dos movimentos será realizada de acordo com os autores Gardner, Gray, O'rahilly, 1998; Palastanga, Field, Soames, 2000; e Dângelo, Fattini, 2003.

Os movimentos são realizados em três planos: coronal, sagital e transversal, seguindo seis sentidos: superior, inferior, anterior, posterior, lateral direito e lateral esquerdo, como mostra a figura 1.

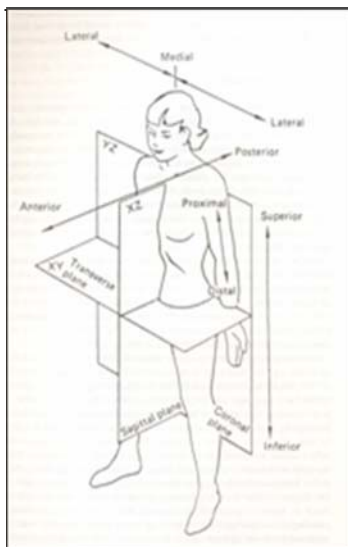


Figura 1: Planos e eixos de movimento

Fonte: ROEBUCK, 1993.

2.3.1. Movimentos dos membros superiores

2.3.1.1. Movimentos da cintura escapular

A. 1. Protração da cintura escapular

Movimento realizado deslocando-se a cintura escapular anteriormente.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Serrátil Anterior	N. Torácico Longo	C5 - C7
Peitoral Menor	N. Peitoral Medial	C8 - T1

Tabela 1: Protração da cintura escapular

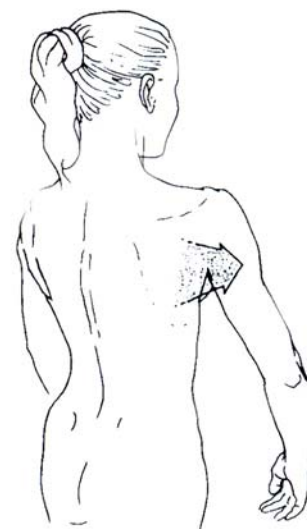


Figura 2: Protração da cintura escapular

Fonte: Calais-Germain, 2002

B.1. Elevação da cintura escapular

Movimento realizado deslocando-se a cintura escapular para cima.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Trapézio	N. Acessório Espinhal	C3, C4
Elevador da Escápula	N. Escapular Dorsal	C3 – C5

Tabela 2: Elevação da cintura escapular



Figura 3: Elevação da cintura escapular
Fonte: Calais-Germain, 2002

C.1. Depressão da cintura escapular

Movimento realizado deslocando-se a cintura escapular no sentido inferior.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Rombóides Maior e Menor	N. Escapular Dorsal	C5
Trapézio	N. Acessório	C3, C4

Tabela 3: Depressão da cintura escapular

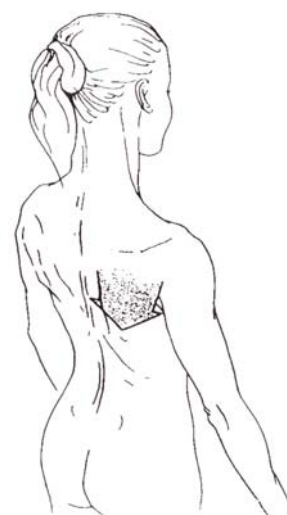


Figura 4: Depressão da cintura escapular
Fonte: Calais-Germain, 2002

D.1. Rotação lateral da cintura escapular

Movimento realizado deslocando-se a cintura escapular lateralmente.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Serrátil Anterior	N. Torácico Longo	C5 - C7
Trapézio	N. Acessório	C3,C4

Tabela 4: Rotação lateral da cintura escapular

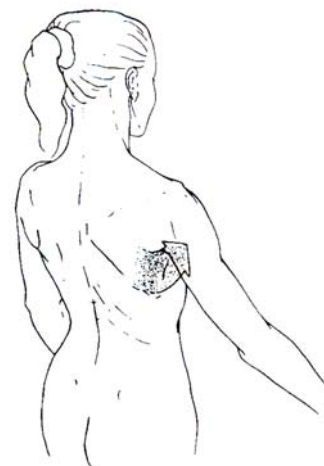


Figura 5: Rotação lateral da cintura escapular
Fonte: Calais-Germain, 2002

E.1. Rotação medial da cintura escapular

Movimento realizado deslocando-se a cintura escapular medialmente.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Rombóides Maior e Menor	N. Escapular Dorsal	C5
Peitoral Menor	N. Peitoral Medial	C5 - C7
Elevador da Escápula	N. Escapular Dorsal	C3 - C5

Tabela 5: Rotação Medial da cintura escapular



Figura 6: Rotação medial da cintura escapular
Fonte: Calais-Germain, 2002

2.3.1.2. Movimentos do ombro

A. 2. Abdução do ombro

Movimento realizado deslizando-se o membro superior sobre o plano coronal, no sentido medial para lateral.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Supra-espinhoso	N. Supra-escapular	C5, C6
Deltóide	N. Axilar	C5, C6
Supra-espinhoso	N. Supra-escapular	C5, C6

Tabela 6: Abdução do ombro

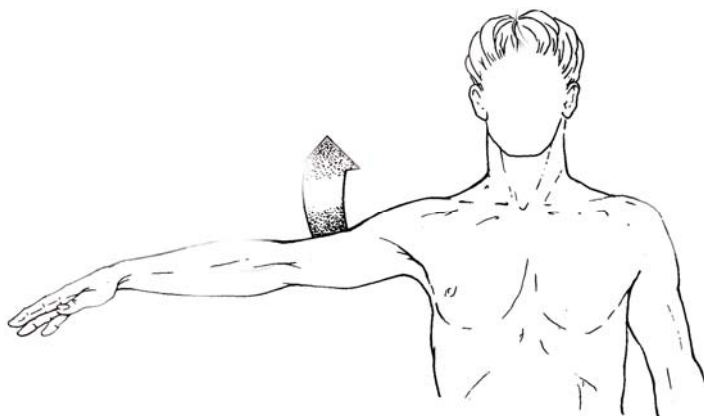


Figura 7: Abdução do ombro
Fonte: Calais-Germain, 2002

B.2. Adução do ombro

Movimento realizado deslizando-se o membro superior sobre o plano coronal, no sentido lateral para medial.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Coracobraquial	N. Musculocutâneo	C6, C7
Peitoral Maior	N. Peitoral Medial	C8 - T1
	N. Peitoral Lateral	C5 - C7
Grande Dorsal	N. Toracodorsal	C6 - C8
Redondo Maior	N. Subescapular inferior	C5, C6

Tabela 7: Adução do ombro

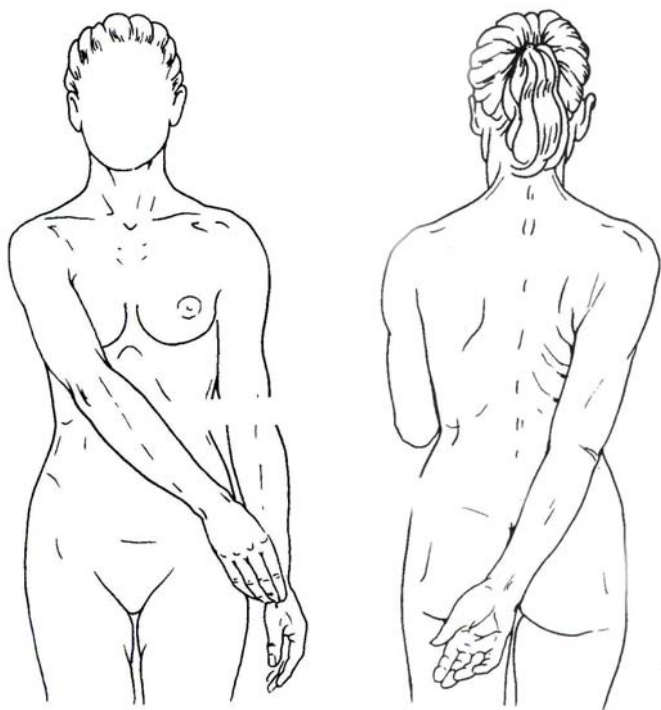


Figura 8: Adução do ombro
Fonte: Calais-Germain, 2002

C.2. Flexão do ombro

Movimento realizado deslizando-se o membro superior sobre o plano sagital, no sentido anterior.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Peitoral Maior	N. Peitoral Medial	C8 - T1
	N. Peitoral Lateral	C5 - C7
Deltóide	N. Axilar	C5, C6
Bíceps Braquial	N. Musculocutâneo	C5, C6
Coracobraquial	N. Musculocutâneo	C6, C7

Tabela 8: Flexão do ombro

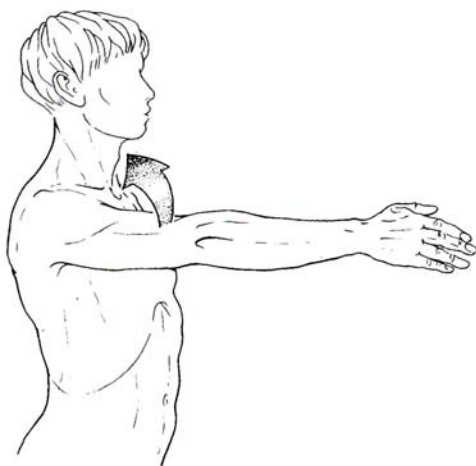


Figura 9: Flexão do ombro
Fonte: Calais-Germain, 2002

D.2. Extensão do ombro

Movimento realizado deslizando-se o membro superior sobre o plano sagital, no sentido posterior.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Grande Dorsal	N. Toracodorsal	C6 – C8
Peitoral Maior	N. Peitoral Medial	C8 – T1
	N. Peitoral Lateral	C5 – C7
Deltóide	N. Axilar	C5, C6
Redondo Maior	N. Subescapular inferior	C6, C7

Tabela 9: Extensão do ombro



Figura 10: Flexão do ombro
Fonte: Calais-Germain, 2002

E.2. Rotação medial do ombro

Movimento realizado deslizando-se o membro superior sobre o plano transverso, no sentido medial.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Subescapular	N. Subescapular	C5, C6
Redondo Maior	N. Subescapular inferior	C6, C7
Grande Dorsal	N. Toracodorsal	C6 – C8
Peitoral Maior	N. Peitoral Medial	C8 – T1
	N. Peitoral Lateral	C5 – C7
Deltóide	N. Axilar	C5, C6

Tabela 10: Rotação medial do ombro



Figura 11: Rotação medial do ombro
Fonte: Calais-Germain, 2002

F.2. Rotação lateral do ombro

Movimento realizado deslizando-se o membro superior sobre o plano transverso, no sentido lateral.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Redondo Menor	N. Axilar	C5, C6
Infra-espinhoso	N. Escapular	C5, C6
Deltóide	N. Axilar	C5, C6

Tabela 11: Rotação lateral do ombro



Figura 12: Rotação lateral do ombro
Fonte: Calais-Germain, 2002

2.3.1.3. Movimentos do cotovelo

A. 3. Flexão do cotovelo

Movimento realizado deslizando-se o antebraço sobre o plano sagital, no sentido anterior.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Bíceps Braquial	N. Musculocutâneo	C5, C6
Braquial	N. Musculocutâneo	C5, C6
Braquiorradial	N. Radial	C5, C6

Tabela 12: Flexão do cotovelo



Figura 13: Flexão do cotovelo
Fonte: Calais-Germain, 2002

B. 3. Extensão do cotovelo

Movimento realizado deslizando-se o antebraço sobre o plano sagital, no sentido posterior.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Tríceps Braquial	N. Radial	C6 - C8
Ancôneo	N. Radial	C7, C8

Tabela 13: Extensão do antebraço



Figura 14: Extensão do cotovelo
Fonte: Calais-Germain, 2002

2.3.1.4. Movimentos do antebraço na articulação radio-ulnar

A. 4. Pronação do antebraço na articulação radio-ulnar

Movimento realizado desviando-se a mão para baixo.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Pronador Redondo	N. Mediano	C6, C7
Pronador Quadrado	N. Mediano	C8, T1
Braquirradial	N. Radial	C5, C6

Tabela 14: Pronação do antebraço

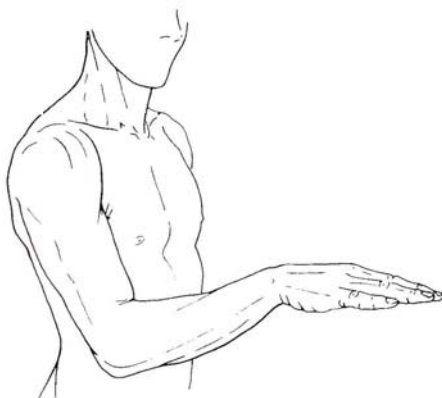


Figura 15: Pronação do antebraço

Fonte: Calais-Germain, 2002

B. 4. Supinação do antebraço na articulação radio-ulnar

Movimento realizado desviando-se a mão para cima.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Supinador	N. Radial	C5, C6
Bíceps Braquial	N. Musculocutâneo	C5, C6
Braquirradial	N. Radial	C5, C6

Tabela 15: Supinação do antebraço

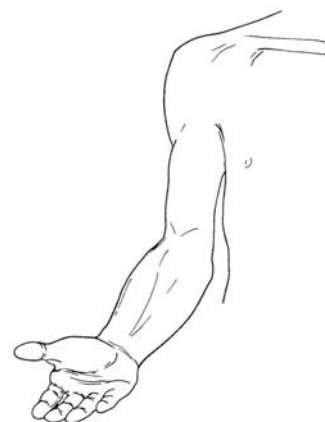


Figura 16: Supinação do antebraço

Fonte: Calais-Germain, 2002

2.3.1.5. Movimentos do Punho

A. 5. Flexão do punho

Movimento realizado desviando-se a mão anteriormente.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Flexor ulnar do carpo	N. Ulnar	C7, C8
Flexor radial do carpo	N. Radial	C6, C7
Palmar longo	N. Mediano	C8

Tabela 16: Flexão do punho



Figura 17: Flexão do punho
Fonte: Calais-Germain, 2002

B. 5. Extensão do punho

Movimento realizado desviando-se a mão posteriormente.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Extensor radial longo do carpo	N. Radial	C6, C7
Extensor radial curto do carpo	N. Radial	C6, C7
Extensor ulnar do carpo	N. Radial	C7, C8

Tabela 17: Extensão do punho

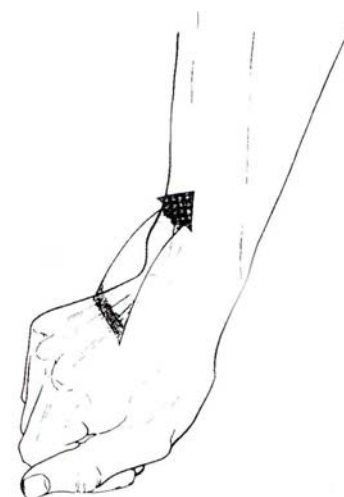


Figura 18: Extensão do punho
Fonte: Calais-Germain, 2002

C.5. Desvio radial do punho

Movimento realizado desviando-se a mão lateralmente, na direção do dedo polegar.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Flexor radial do carpo	N. Mediano	C6 – C8

Tabela 18: Desvio radial do punho



Figura 19: Desvio radial do punho

Fonte: Calais-Germain, 2002

D.5. Desvio ulnar do punho

Movimento realizado desviando-se a mão medialmente, na direção do dedo mínimo.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Flexor ulnar do carpo	N. Ulnar	C7 – T1

Tabela 19: Desvio medial do punho

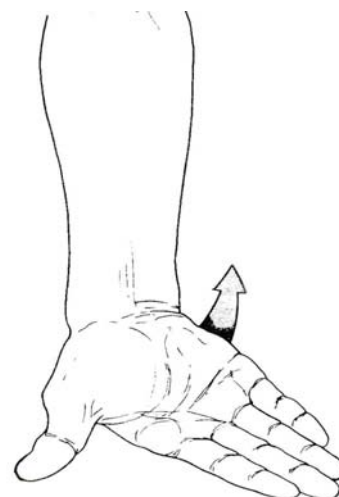


Figura 20: Desvio ulnar do punho

Fonte: Calais-Germain, 2002

2.3.1.6. Movimentos da mão

A. 6. Flexão da mão

Movimento realizado fechando-se a mão.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Flexor superficial dos dedos	N. Mediano	C7, T1
Flexor profundo dos dedos	N. Mediano	C7, T1
Lumbricais	N.n. Mediano e Ulnar	T1
Flexor longo do polegar	N. Mediano	C8, T1
Flexor curto do polegar	N. Mediano	T1

Tabela 20: Flexão da mão

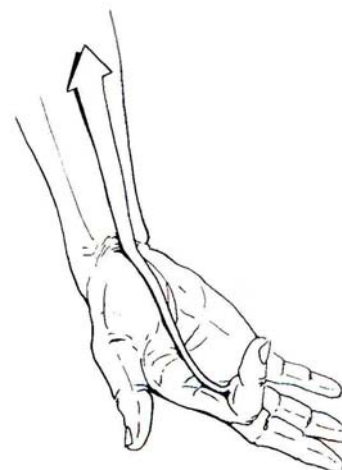


Figura 21: Flexão da mão
Fonte: Calais-Germain, 2002

B. 6. Extensão da mão

Movimento realizado abrindo-se a mão.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Extensor dos dedos	N. Radial	C7, C8
Extensor do indicador	N. Radial	C7, C8
Extensor longo do polegar	N. Radial	C7, C8
Extensor curto do polegar	N. Radial	C7, C8

Tabela 21: Extensão da mão

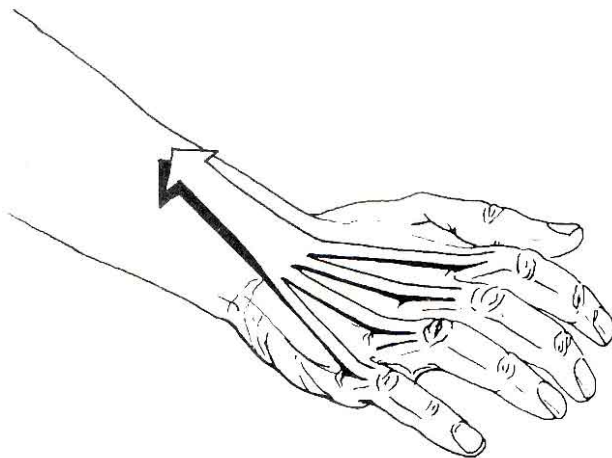


Figura 22: Extensão da mão
Fonte: Calais-Germain, 2002

2.3.1.7. Movimentos do tronco

A. 7. Flexão do tronco

Movimento realizado deslocando-se o tronco anteriormente.

Músculos principais	Inervação
Reto do abdome	N. Torácicos
Oblíquo externo do abdome	N. Torácicos
Oblíquo interno do abdome	N. Torácicos N. Lombar

Tabela 22: Flexão do tronco



Figura 23: Flexão do tronco
Fonte: Calais-Germain, 2002

B. 7. Extensão do tronco

Movimento realizado deslocando-se o tronco posteriormente.

Músculos principais	Inervação	Raízes nervosas
Eretor da espinha	N.n. Espinhais Adjacentes	Eretor da espinha
Semi-espinhal	N.n. Espinhais Adjacentes	Semi-espinhal
Interespinhal	N.n. Espinhais Adjacentes	Interespinhal

Tabela 23: Extensão do tronco

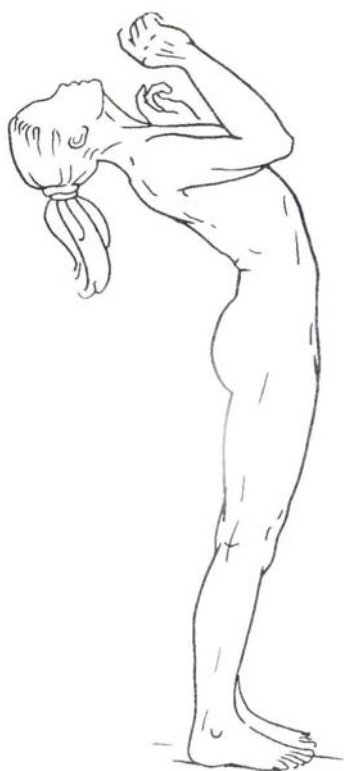


Figura 24: Extensão do tronco
Fonte: Calais-Germain, 2002

C. 7. Rotação do tronco

Movimento realizado rodando-se o tronco para ambos os lados.

Músculos principais	Inervação
Multífidos	N.n. Espinhais Adjacentes
Rotadores	N.n. Espinhais Adjacentes
Semi-espinhal	N.n. Espinhais Adjacentes

Tabela 24: Rotação do tronco



Figura 25: Rotação do tronco
Fonte: Calais-Germain, 2002

D. 7. Inclinação do tronco

Movimento realizado deslocando-se o tronco lateralmente.

Músculos principais	Inervação
Quadrado Lombar	N. Subcostal N.n. Espinhais T12 - L4
Intertransversários	N.n. Espinhais Adjacentes

Tabela 25: Inclinação do tronco

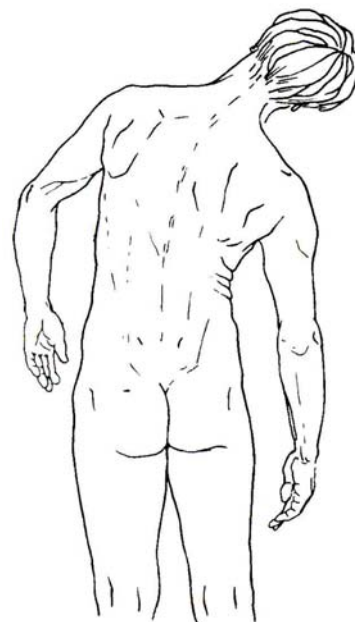


Figura 26: Inclinação do tronco
Fonte: Calais-Germain, 2002

Capítulo 3: Estudo da Interface Pessoa com Deficiência - entorno no Sistema Humano-tarefa-máquina

Os usuários de cadeira de rodas possuem necessidades especiais, exigindo adaptações que otimizem a interface humano - entorno, visando a redução dos custos humanos, a partir da compatibilidade dos aspectos funcionais aos requisitos de usabilidade do produto. Para isto, a adequação antropométrica apresenta-se como um imprescindível ponto de partida.

As medidas antropométricas são importantes para muitas aplicações da vida diária, como nos projetos de mobiliário e espaços interiores, tendo significativa importância até para a prática médica (ROEBUCK Jr., 1995).

Nesta pesquisa, a antropometria apresenta-se como ferramenta essencial e justificativa necessária às adaptações do entorno físico às necessidades desta população.

3.1. A Antropometria e suas aplicações

A Antropometria é uma disciplina que estuda as dimensões dos segmentos corporais do ser humano. De acordo com Roebuck (1995):

A antropometria é a ciência da mensuração e a arte da aplicação que estabelece a geometria física, as propriedades da massa e a capacidade física do corpo humano. O nome deriva de *anthropos*, que significa homem, e *metrikos*, que significa ou se relaciona com a mensuração.

O uso correto das dimensões antropométricas permite identificar o nível de adequação de produtos, instrumentos, equipamentos, máquinas e postos de trabalho. Segundo Guimarães¹ (2004):

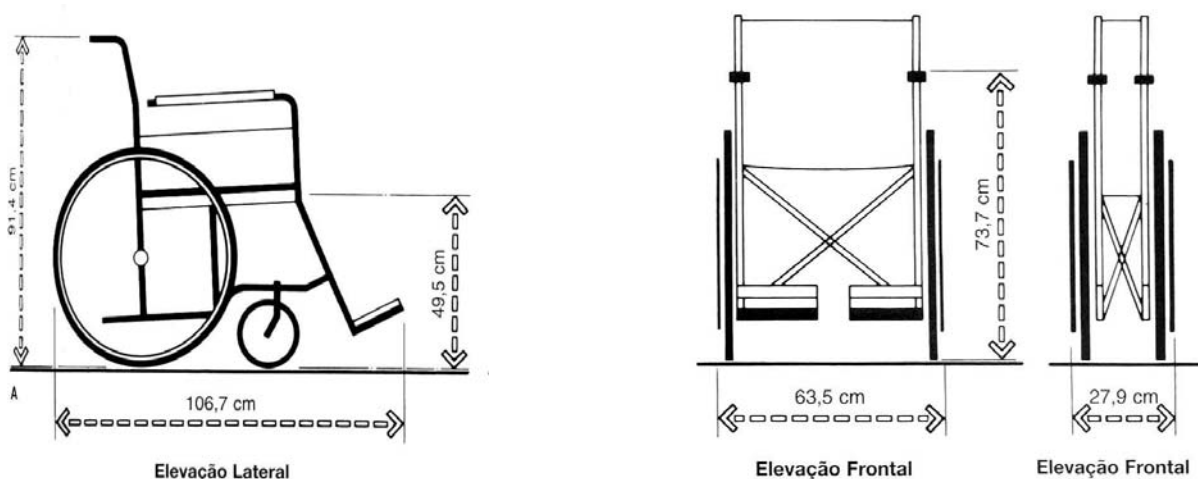
A antropometria trata de medidas físicas corporais, em termos de tamanho e proporções, que são dados de base para a concepção ergonômica de produtos

¹ O livro citado não apresenta a numeração das páginas.

[...] A qualidade ergonômica de um produto passa, necessariamente, pela sua adequação antropométrica.

O projeto adequado, de postos de trabalho e produtos de uso diário, dá suporte ao processo de reabilitação, reduzindo os efeitos da disfunção funcional e melhorando o grau de desempenho na execução das tarefas (KUMAR, 1992). Dados antropométricos, utilizados dentro do conceito ergonômico, adaptam e otimizam o entorno físico e incrementam a eficiência e a efetividade. A tarefa básica da antropometria para pessoas com deficiência é criar um entorno físico em concordância com a disfunção, garantindo condições adequadas para a realização das atividades de vida diária e um processo naturalmente reabilitador.

A antropometria, através da mensuração das características físicas e habilidades das pessoas, provê informações que são essenciais para um apropriado design de entorno ocupacional ou não-ocupacional, assim como de produtos, roupas e equipamentos. Os escassos dados antropométricos de usuários de cadeira de rodas limitam os projetos de criação de ambientes e produtos que possam ser utilizados com efetividade e segurança, abrangendo o conceito de design inclusivo (PAQUET, FEATHERS, 2004). Claramente o potencial do usuário não poderá ser total em um entorno que apresente ampla desvantagem em termos de empregabilidade, redução da produtividade e aumento do risco de injúria (KOZEY, DAS, 2004).



Figuras 27,28: Dimensões da cadeira de rodas, obtidas a partir de dados antropométricos.
Fonte: PANERO, ZELNIK, 2002.

Mesmo com toda a mudança de paradigma sugerida pela Organização Mundial de Saúde, sabemos que o espaço para pessoas com deficiência é significativamente diferente e estudos adicionais são necessários. Reestruturar geralmente é demorado e caro. Portanto, a informação antropométrica deve ser utilizada desde o início do processo de criação, pensada ainda na concepção do projeto (NOWAK, 1996).

3.1.1. Antropometria Estática

Na antropometria estática são avaliadas variáveis estruturais, ou seja, são analisadas medidas e proporções do corpo humano, como, por exemplo, altura, comprimento, profundidade e larguras dos segmentos corporais (CHAFFIN, ANDERSON, 2001).

De acordo com Lida (2005), a análise antropométrica de variáveis estruturais é realizada com o indivíduo parado, não apontando, portanto, índices de funcionalidade. A análise de variáveis estruturais independe do grau de disfunção apresentada pelo sujeito. Assim sendo, um mesmo roteiro de avaliação pode ser utilizado para analisarmos desde pessoas com ampla perda de função até aquelas com comportamento motor bem próximo ao considerado normal na posição sentada.

Nas pessoas com deficiência, observamos dois quadros clínicos importantes: o primeiro chama-se hipotrofia muscular, decorrente da incapacidade de contrair voluntariamente os músculos lesionados. O segundo chama-se osteopenia, onde a redução do tecido ósseo se apresenta como consequência do desuso dos segmentos corporais. Estes dois quadros levam a uma redução de diversos tecidos, fazendo com que exista uma perda de volume, manifestada na redução das medidas de altura, comprimento, largura e profundidade apresentadas pelo indivíduo. Além disto, o desuso dos segmentos corporais pode levar a instalação de deformidades, caracterizadas na redução da amplitude de movimento articular que poderiam impedir o posicionamento adequado dos segmentos para a realização das fotos digitais (GREVE, CASALIS, BARROS FILHO, 2001).

Vale ressaltar que esta alteração varia de acordo com biótipo do indivíduo, tempo de lesão, prognóstico da doença, e até do período de início do processo de reabilitação, o que a torna extremamente subjetiva.

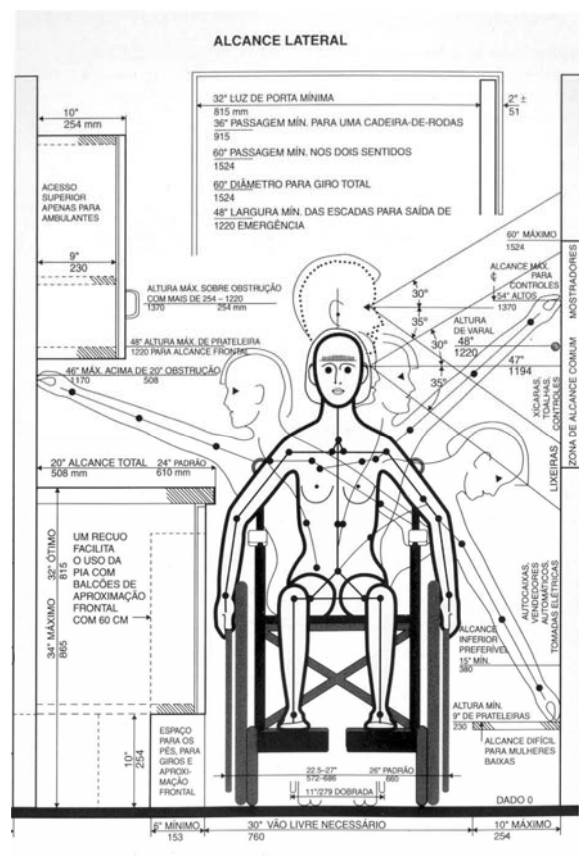
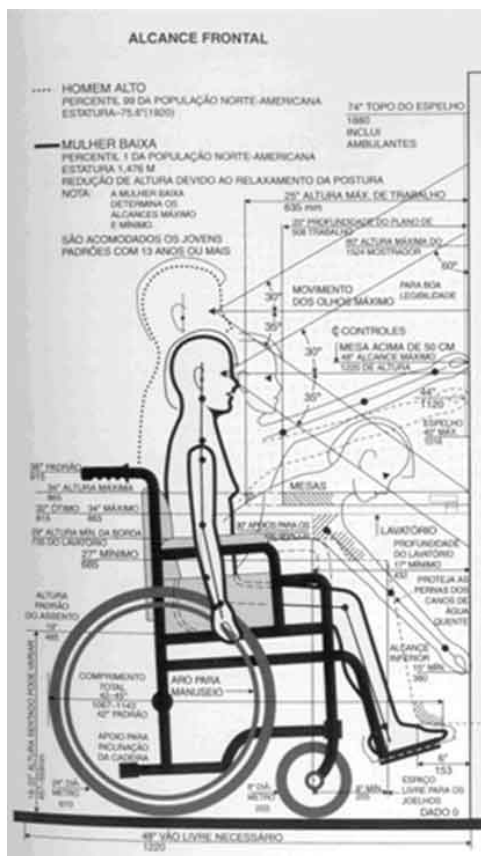
3.1.2. Antropometria Dinâmica

A antropometria dinâmica mede o alcance dos movimentos corporais, sendo de grande importância na avaliação de pessoas com deficiência porque retrata a funcionalidade preservada (IIDA, 2005). Segundo Nowak (1996), os dados sobre envoltório acional constituem a base de critérios ergonômicos para criação de espaços de trabalho e interfaces humano-máquina.

De acordo com Cushman e Rosenberg (1991), as análises dinâmicas são afetadas tanto pelos movimentos do corpo, quanto pelas medidas estruturais dos segmentos corporais. Os autores citam, como exemplo, o alcance anterior, que é afetado tanto pelo movimento do ombro e do tronco, como pelo comprimento do braço e a posição da mão.

O alcance é a disponibilidade ou facilidade com a qual podemos manipular um dado produto, em termos de distância humano-máquina. Também correspondem a possibilidade de visualização de uma objeto (LEÓN, CHAURAND, LUGO, 2005).

Os alcances constituem as variáveis funcionais e agem nos três planos de movimento – coronal, sagital e transversal – formando três envelopes que correlacionam-se aos movimentos e classificam-se como anterior, posterior, lateral direito, lateral esquerdo, superior e inferior.



Figuras 29, 30: Alcances anterior (frontal) e lateral
Fonte: TILLEY, 2005

3.2. Sistema DIGITA

O sistema Digita é um programa criado para análise antropométrica, que utiliza técnicas e requisitos da fotogrametria digital. De acordo com Araki (2004), “a fotogrametria é a arte e ciência de fazer medidas, a partir de imagens”.

O principal diferencial do sistema Digita é a apresentação de uma metodologia própria de aquisição de dados, que vai além da coleta e do armazenamento de informações antropométricas, direcionando o pesquisador no conhecimento do seu público alvo.

De acordo com Rebelo (2002):

A validação deste sistema já foi feita através do recolhimento de 65.000 medidas de trabalhadores e crianças portuguesas, em instituições privadas e estatais. Estes resultados foram cortejados com levantamentos antropométricos tradicionais e os resultados foram estatisticamente compatíveis.

Vale ressaltar que nesta validação foram analisadas apenas variáveis estáticas, e em pessoas sem deficiência declarada. De forma que, esta é a primeira utilização do sistema Digita para pessoas com deficiência e também na avaliação de variáveis dinâmicas de envoltório acional.

A metodologia apresentada a seguir é baseada em Rebelo (2002). Este sistema inclui 5 etapas, apresentadas a seguir.

3.2.1. Apreciação Ergonômica

Nesta etapa o analista determina e justifica as variáveis antropométricas que serão analisadas. Além disto, envolve o conhecimento das características e peculiaridades da população analisada.

Determina-se o número de medidas antropométricas e de imagens que serão necessárias para alcançar os dados antropométricos pretendidos. E ainda quais variáveis serão analisadas em cada foto. Neste momento também são decididos o local e as informação que serão coletas para identificação dos indivíduos, como nome, idade, gênero, entre outras.

Como a validação foi realizada com pessoas sem deficiência física ou motora declarada, Rebelo (2002) sugere que sejam realizadas 2 fotos na posição de pé, respeitando-se dois planos: sagital e coronal (Figura 31).

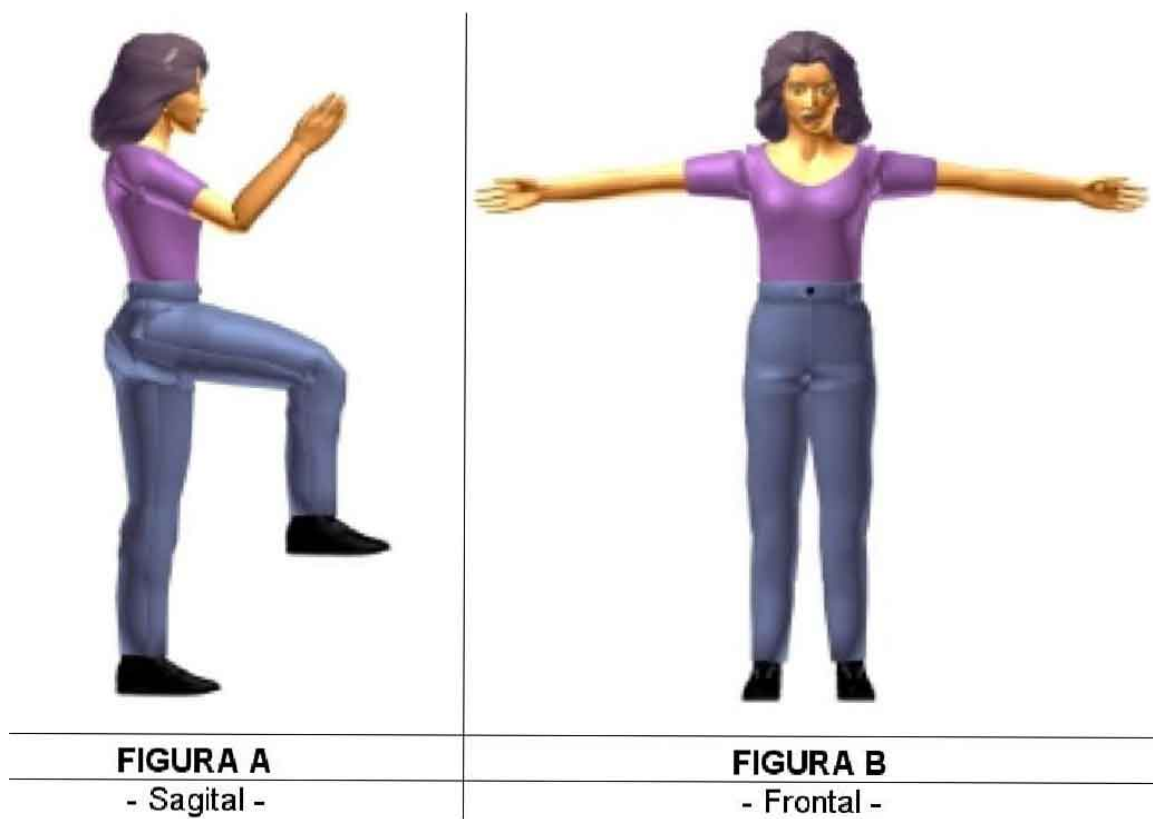


Figura 31: Posturas sugeridas para análise antropométrica de variáveis estruturais na posição de pé.

Fonte: Rebelo (2002)

No presente trabalho, as posições e posturas necessárias serão adaptadas para a avaliação de usuários de cadeira de rodas e para análise de variáveis dinâmicas (Vide capítulo 4).

3.2.2. Configuração da base de dados

Esta etapa inclui o registro de todos os dados que alimentarão o software. O Digita disponibiliza 54 campos para preenchimento de informações; sendo 12 campos para a identificação dos sujeitos, como nome, idade, gênero, entre outros; e 42 para a identificação de medidas antropométricas.

O analista deve preencher os campos de forma a configurar o sistema, de acordo com as necessidades de cada pesquisa. Segundo Rebelo (2002), este preenchimento deve seguir a seguinte ordem:

- 1) Determinar qual será a primeira imagem que será coletada;
- 2) Determinar quais as medidas que serão vistas na primeira imagem, na segunda, terceira ou quarta (se houverem);
- 3) Preencher, ordinalmente, as medidas da primeira imagem, da segunda, sucessivamente... [...]
- 4) Deixar livre os campos que sobrarem.

The screenshot shows a software interface for creating a database. It has a title bar 'Criar uma Base de Dados'. The interface is organized into three columns of input fields. The first column, under the heading 'Caracterização do Indivíduo', has 12 fields labeled A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, L, and M. The second column, under 'Medidas a Recolher', has 21 fields numbered 1 to 21. The third column has 21 fields numbered 22 to 42. At the bottom left, there is a button 'Criar a Base de Dados' and a 'Sair' button.

Figura 32: Janela da base de dados com 12 variáveis para identificação do indivíduo e 42 para as medidas antropométricas.
Fonte: Rebelo (2002)

3.2.3. Realização de fotografias digitais

3.2.3.1. Escolha da máquina fotográfica

Para a coleta de dados antropométricos aconselha-se o uso de máquinas fotográficas digitais, com resolução superior à 640x480 pixel. Segundo Rebelo (2002):

O uso de câmeras fotográficas convencionais é desaconselhado devido à interferência direta de um instrumento de captura de imagem em papel, como um *scanner*, que pode alterar, significativamente, as dimensões reais das imagens é um dos pontos, além de tornar o processo de coleta mais demorado e dispendioso, devido aos custos com a revelação do negativo.

Além da escolha, é preciso cuidado no posicionamento da máquina fotográfica, pois qualquer desvio produzirá resultados menos condizentes com a realidade.

3.2.4. Preparação do ambiente para a coleta

3.2.4.1. Marcação e posicionamento da câmera e dos sujeitos

A fotogrametria constitui um moderno método indireto, que exige definições apuradas sobre a posição e a orientação da câmera para ser realizada. Tudo isto, para se evitar o erro de paralaxe (ROEBUCK, 1995).

Rebelo (2002), sugere que sejam selecionados três planos Aa, Bb e Cc, perpendiculares ao solo (ver figura 33). O plano Aa deve estar paralelo ao plano Bb distando exatos seis (6) metros um do outro. O plano Cc deve cortá-los ao meio, dispondo-se perpendicularmente. No plano Aa deve-se posicionar a câmera digital e no plano Bb deve-se posicionar o sujeito.

Rebelo (2002), ressalta que as fotos devem ser realizadas com um fundo branco ou de uma cor neutra qualquer, que não interferira na visualização dos pontos antropométricos. Indica ainda a cor branco gelo ou verde claro, para uso de marcadores de cor vermelha.



Figura 33: Representação esquemática do posicionamento da câmera e do sujeito.
Fonte: Rebelo (2002)

3.2.4.2. Preparação do ambiente e iluminação

O local selecionado para a coleta deve ser plano, sem nenhum tipo de interferência externa, como vibração, ventilação em abundância e luz solar direta.

O autor adverte que devemos evitar a produção de sombras, redução do contraste dos pontos com o plano de fundo, ou imagens com pouca luz.

3.2.4.3. Utilização do calibrador de imagens

O calibrador de imagens serve para indicar ao sistema um parâmetro de comparação de medidas. Após esta calibração, a distância entre dois pontos da imagem é comparada pelo software com a medida indicada pelo analista, através do calibrador. A partir deste segmento conhecido o programa pode calcular os outros pontos indicados no mesmo plano. Para confeccionar um calibrador deve-se traçar a mediatriz de um quadrado, com 50 cm de aresta.

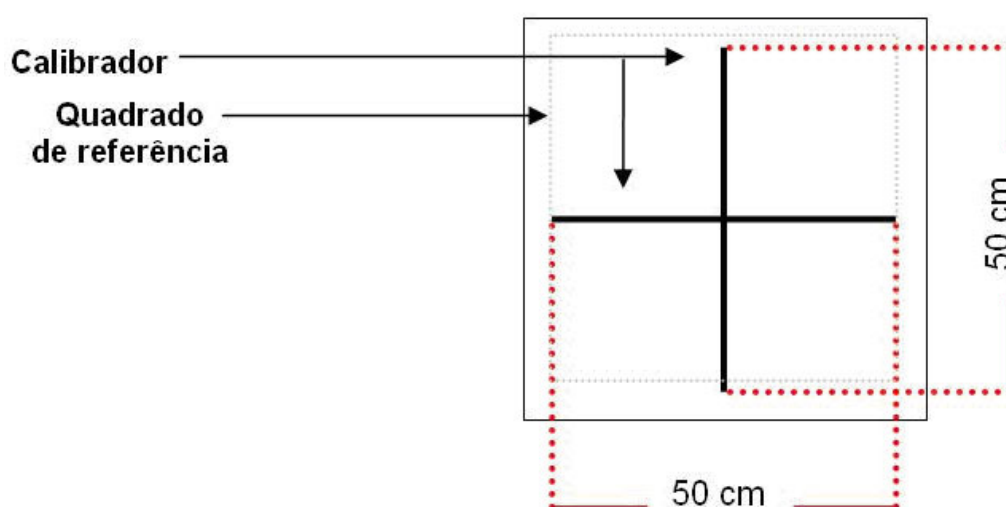


Figura 34: Calibrador de imagens
Fonte: Rebelo, 2002

O calibrador deve ser confeccionado com material plano e rígido e deve ser posicionado paralelamente ao indivíduo pesquisado, estando visível em todas as fotos.

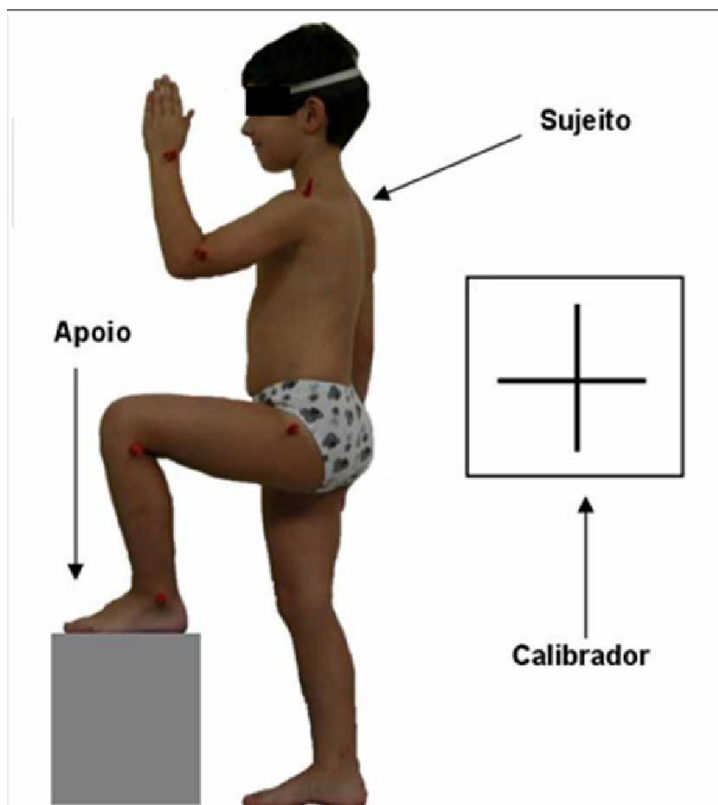


Figura 35: Posicionamento do calibrador de imagens.
Fonte: Rebelo (2002)

3.2.4.4. Utilização dos marcadores de posição e balizadores de posturas

Os marcadores de posição e balizadores de posturas são utilizados para garantir o adequado posicionamento dos indivíduos pesquisados no espaço. Evitam, por exemplo, a adoção de posturas com leve rotação do tronco, impedindo que um membro superior seja colocado a frente do outro.

Sua importância está na garantia de que a pessoa avaliada estará posicionada no plano coronal, colocado-se perpendicularmente, em um ângulo perfeito de 90° da câmera digital. Fator imprescindível para a análise antropométrica através de fotogrametria digital, uma vez que se trata de uma técnica bidimensional.



Figura 36: Marcadores e balizadores
Fonte: Rebelo (2002)

3.2.4.5. Marcação e visualização dos pontos anatômicos

Os pontos anatômicos podem corresponder:

- Aos acidentes ósseos, como acrômio e olécrano;
- Ao ponto mais distal de uma dada região anatômica, como o ponto mais distal do tórax ou da face anterior do joelho.

De acordo com Rebelo (2002):

Para determinar os pontos anatômicos, o analista pode fazer uso de qualquer material que indique a sua exata localização na imagem. Deve-se dar

preferência a marcadores volumétricos para que se tenha visibilidade dos pontos em diversas posições.

Lembramos ainda que os marcadores devem possuir cores que contrastem com a cor do plano de fundo.

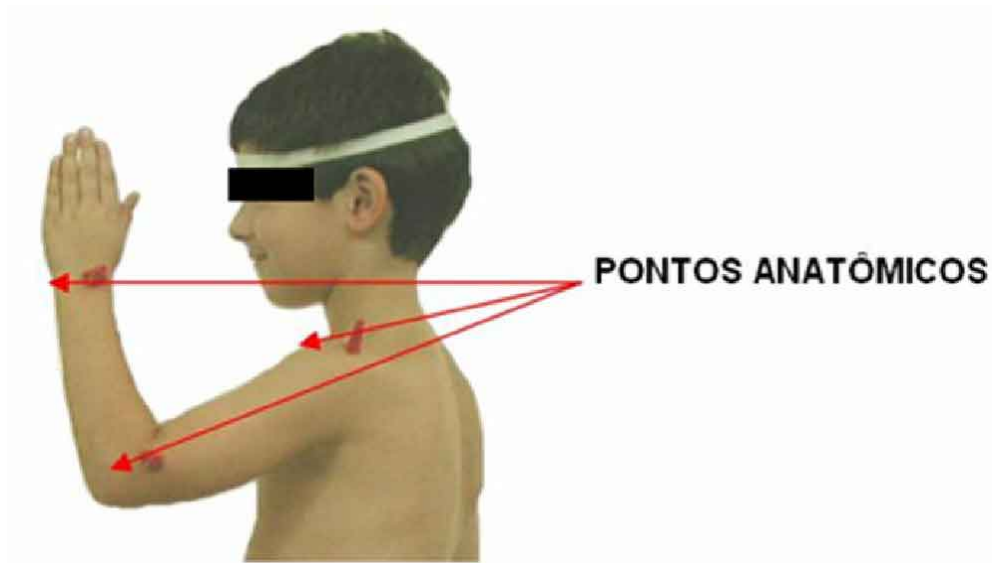


Figura 37: Marcadores volumétricos dos pontos anatômicos.
Fonte: Rebelo (2002)

3.2.5. Digitalização de coordenadas

Nesta etapa o pesquisador realiza a configuração das informações no próprio software, é a preparação do programa para a inserção dos dados.

De acordo com Rebelo (2002), para configurar o sistema o analista deve:

1. Introduzir o número total de medidas que serão analisadas. [...] que limita em até 42 medidas.
2. Introduzir o número total de imagens recolhidas para cada indivíduo. [...] (no mínimo 1 e no máximo 4).
3. Indicar o momento de entrada de cada imagem em relação às medidas.

Esta configuração varia de acordo com os dados que o pesquisador pretende alcançar, assim como também é influenciada pelo perfil da população pesquisada.

Definições de Trabalho

Introduza o número total de medidas a recolher

Nº de medidas – mínimo de 1 a máximo de 42 → Confirme

Introduza o número total de imagens recolhidas para cada indivíduo (mínimo 1, máximo 4)

Nº total de imagens coletadas. – mínimo de 1 a máximo de 4 →

Indique o momento de entrada de cada imagem em relação às medidas

Informe ao programa a partir de qual medida ele deve-se trocar de imagem →

Primeira Imagem	1	Medida
Segunda Imagem	6	Medida
Terceira Imagem	11	Medida
Quarta Imagem	20	Medida

Confirme as informações → Confirme

Figura 38: Tela inicial do programa de análise do Sistema Digita.
Fonte: Rebelo (2002)

Após esta etapa, o analista deve confirmar as informações e clicar na opção sair, o que possibilita passar para a fase de categorização do indivíduo.

Entrada de Dados

Dados Pessoais

Nome

Idade

Sexo

Peso Corporal

Etnia

Habilitações Acadêmicas

Local de Nascimento

Local de Trabalho

Função

Situação na Empresa

Opção 1

Opção 2

Confirma

Figura 39: Janela de informações pessoais do Sistema Digita.
Fonte: Rebelo (2002)

Após digitar todas as informações pessoais, o analista abrirá a primeira imagem selecionada. Parte-se então para o procedimento de calibração da imagem. Esta calibração deve ser feita através um clique em cada uma das extremidades da figura.

Os pontos de calibração devem seguir uma seqüência padrão:

- Na Horizontal: da esquerda para a direita;
- Na Vertical: de cima para baixo.

Após o quarto clique da calibração, o analista inicia o recolhimento das medidas. De acordo com Rebelo (2002):

Para marcar corretamente o ponto anatômico exato, indica-se que seja selecionada apenas a base do marcador e nunca a sua extremidade. Este requisito atribui uma maior credibilidade aos resultados.

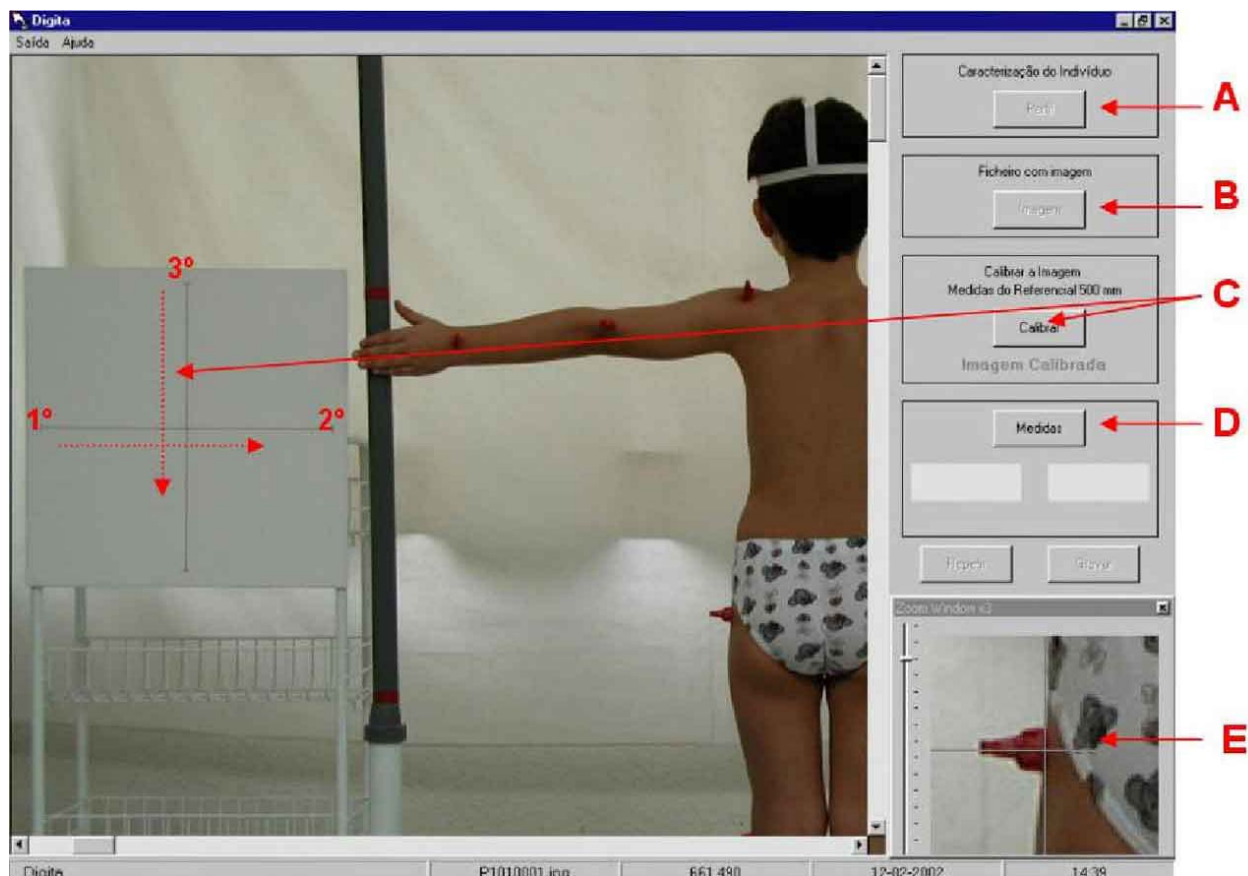


Figura 40: Janela principal do programa com as seguintes informações à esquerda de cima para baixo: (A) Ficha do indivíduo; (B) Indicação do arquivo de imagens; (C) Calibração e calibrador com indicação do sentido dos 4 cliques; (D) Medidas anatômicas; (E) Lupa - Zoom com indicação correta de marcação dos pontos.

Fonte: Rebelo (2002)

Ao final da inserção das medidas, o programa avisa que os dados devem ser gravados. Na sequência aparece uma tela com os resultados da coleta.

medidas

Medidas

Nome	2	Habilitações Acadêmicas	2	Opção 1	2
Idade	2	Local de Nascimento	2	Opção 2	2
Sexo	2	Local de Trabalho	2		
Peso Corporal	2	Função	2		
Etnia	2	Situação na Empresa	2		

Largura da Cabeça	777	Profundidade do tórax	0	33	0
Largura do tórax	315	Profundidade do abdômen	0	34	0
Largura do abdômen	0	Profundidade da coxa	0	35	0
Largura da anca	0	Profundidade da perna	0	36	0
Largura do ombro (biacromial)	0	Profundidade do braço	0	37	0
Comprimento do braço	0	Profundidade do antebraço	0	38	0
Comprimento do antebraço	0	Largura da mão	0	39	0
Comprimento da mão	0	Distância nádega Joelho	0	40	0
Comprimento do membro superior	0	Distância nádega-poplíteas	0	41	0
Estatura	0	Comprimento do pé	0	42	0
Altura dos olhos	0	27	0		
Altura do ombro	0	28	0		
Altura da anca	0	29	0		
Altura poplíteas	0	30	0		
Altura do maléolo externo	0	31	0		
Profundidade da cabeça	0	32	0		

Figura 41: Janela final de confirmação dos resultados com todas as características e medidas.
Fonte: Rebelo (2002)

3.2.6. Apresentação dos resultados

O sistema Digita gera uma planilha com todas as medidas encontradas, que podem ser separadas por grupos ou classes. Indica ainda os percentis máximo e mínimo de cada uma dos segmentos corporais de todos os indivíduos analisados, ou de todas as medidas de um mesmo indivíduo.

De acordo com Rebelo (2002), a margem de erro deste sistema digita varia de 1 (um) mm para pontos bem definidos, até 5 (cinco) mm para pontos de difícil identificação.

3.2.7. Vantagens da utilização da Fotogrametria Digital para Análise Antropométrica de Pessoas com Deficiência

Nowak (1996) afirma que a combinação de reabilitação e ergonomia intensifica e acelera consideravelmente o processo de reabilitação. Para isto, segundo a autora, torna-se necessário a identificação de métodos que não requeiram elevado esforço físico dos sujeitos, aparatos transportáveis (o pesquisador vai até o pesquisado) e de custo reduzido.

Cumprindo com os requisitos apontados pela autora supracitada, ressaltamos que a utilização do sistema Digita, através da fotogrametria digital, possibilita a redução do custo de material técnico e resultados rápidos, se comparado a outros métodos que utilizam antropômetros convencionais, pois reduz o tempo gasto com a orientação do equipamento e com a análise e o cruzamento dos dados (REBELO, 2002).

Além disto, a utilização da fotogrametria digital reduz o tempo em que o indivíduo pesquisado precisa manter-se numa mesma posição. De acordo com Das e Kozey (1999), a grande vantagem da fotogrametria é tratar-se de um método fácil e confortável para os sujeitos. Reduzindo consideravelmente o risco de fadiga a que pessoas com deficiência estão sujeitas, devido à diminuição do controle muscular voluntário imposto pela seqüela.

A estrutura utilizada para a coleta de imagens também se enquadra nas orientações de Nowak (1996). Todos os aparatos são portáteis, garantindo maior conforto ao indivíduo pesquisado.

3.3. Pesquisas sobre análise antropométrica de pessoas com deficiência

Apesar da imensa importância do conhecimento de dados de pessoas com deficiência, existem na literatura poucos trabalhos sobre análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas. Assim, neste universo ainda pouco explorado, destacaremos alguns importantes trabalhos.

3.3.1. Pesquisa de Nowak

Nowak em 1996, adaptou o método proposto por Das e Grady (1983 apud NOWAK, 1996), analisando envelopes de alcance em 2 planos de movimento: sagital e transverso. Foram avaliados indivíduos entre 18 e 25 anos, todos poloneses.

Para o plano transverso, a técnica consistia na determinação do raio de alcance através do cálculo de uma fórmula, onde subtraía-se da distância entre as extremidades dos MMSS, gleno-umeral em abdução horizontal a 90° a medida referente a $\frac{1}{2}$ da profundidade do tronco. Este alcance foi chamado de MTR – *Maximum Transverse Reach* e englobava os alcances anterior e lateral do indivíduo na posição sentada.

O ponto pivô era correspondente a uma seleção empírica do possível eixo cinemático do ombro. E considerou-se como comprimento do membro superior a distância ponto pivô e a extremidade do dedo médio.

Para o plano sagital, a técnica consistia na determinação do raio de alcance através do cálculo da diferença entre duas medidas estruturais, onde subtraía-se da distância entre as extremidades dos MS, gleno-umeral em flexão a 180° [ponto máximo de alcance superior até o assento] a medida referente a $\frac{1}{2}$ da profundidade do tronco. Este alcance foi chamado de MSR – *Maximum Sagital Reach*, e englobava os alcances superior e inferior do indivíduo na posição sentada.

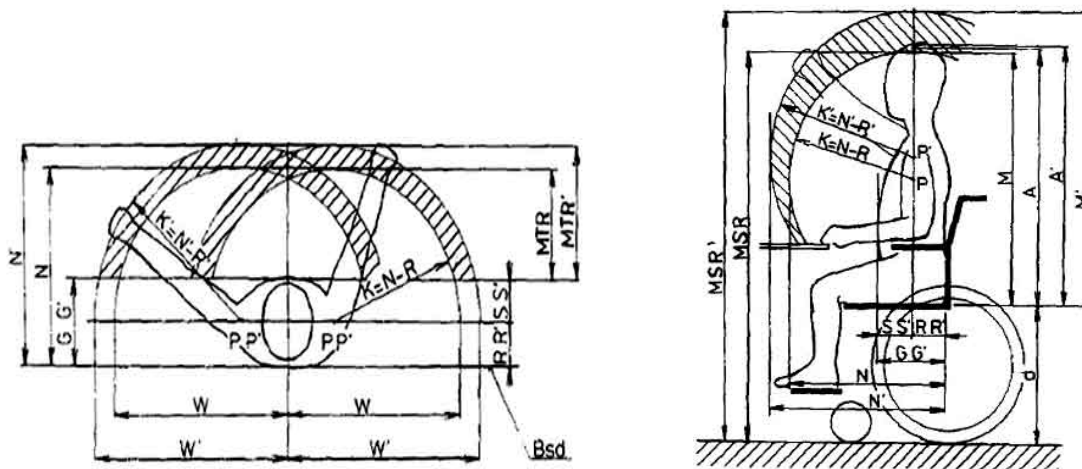


Figura 42: Cálculo do *Maximum Transverse Reach* e do *Maximum Sagittal Reach*
 Fonte: NOWAK, 1996

As variáveis antropométricas analisadas foram:

1. Altura vértex - assento;
2. Profundidade do tronco: face anterior do tronco - encosto;
3. Alcance superior: flexão de gleno-umeral a 180° , distância extremidade do dedo médio - assento;
4. Alcance anterior: flexão de gleno-umeral a 90° , distância extremidade do dedo médio - encosto;
5. Alcance lateral: MMSS em abdução horizontal a 90° , metade da distância entre as extremidades dos dedos médios.

Nowak (1996) comparou os dados com um estudo realizado por ela mesma com poloneses sem deficiência declarada. O resultado chegou a apresentar 30cm de diferença em valores encontrados para o 5%il na comparação interpopulacional.

3.3.2. Pesquisa de Jarosz

Jarosz (1996) analisou 170 adultos poloneses, sendo 101 homens e 69 mulheres em idade produtiva de 18 - 39 anos, sem efeitos agravantes do envelhecimento. Utilizou o método proposto por Das e Grady (1983 apud JAROSZ, 1996), modificado por Nowak.

Este estudo analisou apenas indivíduos paraplégicos. Portanto, excluiu indivíduos tetraplégicos e analisou pessoas com o comportamento próximo ao considerado normal na posição sentada.

Foram analisadas as seguintes variáveis:

1. Altura vértex – assento;
2. Altura olhos – assento;
3. Altura ombros – assento;
4. Altura cotovelos – assento;
5. Altura face anterior dos joelhos – chão;
6. Altura popliteal: cavidade poplítea – chão;
7. Profundidade do tronco: face anterior do tronco – encosto;
8. Profundidade poplítea;
9. Espessura das coxas: face superior da coxa – assento;
10. Largura dos ombros;
11. Largura entre quadris;
12. Distância entre cotovelos;
13. Alcance superior: flexão de gleno-umeral a 180° , distância extremidade do dedo médio – assento;
14. Alcance anterior: flexão de gleno-umeral a 90° , distância extremidade do dedo médio – encosto;
15. Alcance inferior: MS posicionado ao longo do corpo, distância assento – extremidade dedo médio;
16. Alcance lateral: MMSS em abdução horizontal a 90° , metade da distância entre as extremidades dos dedos médios;
17. Distância entre os dedos médios, com MMSS em abdução horizontal a 90° .

Os indivíduos foram avaliados na sua própria cadeira de rodas, solicitando-se que adotassem sua postura usual para atividades profissionais e cotidianas na posição sentada.

Embora não tenha explicitado os valores, Jarosz (1996) apresentou uma comparação com dados de populações com e sem deficiência física declarada e apontou diferenças significativas nas seguintes medidas:

- Estatura
- Espessura das coxas
- Largura entre os quadris
- Largura entre ombros
- Distância entre cotovelos
- Nos 4 alcances: 50%IL das pessoas com deficiência é menor que o 5%IL das pessoas sem deficiência declarada.

3.3.3. Pesquisa de Das e Kozey

Das e Kozey em 1999, avaliaram 62 indivíduos canadenses, sendo 42 homens e 20 mulheres. Os 62 sujeitos representam aproximadamente 20 - 25% da população estimada de usuários canadenses de cadeira de rodas.

Os autores utilizaram fotogrametria digital sendo que as fotos eram transformadas em slides, utilizando a escala de metade do tamanho real do corpo e os marcadores eram digitados manualmente.

Analisaram 17 variáveis estruturais:

1. Estatura: vértex – chão;
2. Altura dos olhos: envelope de alcance visual;
3. Altura acrômio – chão;
4. Altura cotovelo: face inferior do olecrano – chão;
5. Altura face superior do joelho – chão;
6. Altura dos artelhos: face superior – chão;
7. Altura do alcance anterior: flexão de 90° de gleno-umeral, distância entre a falange proximal do dedo médio – chão;
8. Alcance superior: flexão de 180° de gleno-umeral, articulação interfalangeana do dedo médio – chão;
9. NRA - Normal reach area: comprimento cotovelo – interfalangeana proximal do dedo médio;

10. Comprimento acrômio – interfalangeana proximal;
11. Alcance anterior: face posterior do tronco [altura da escápula] – interfalangeana proximal;
12. Profundidade do tronco;
13. Largura bi-deltóide;
14. Largura bi-acromial;
15. Largura entre antebraços: distância entre pontos laterais dos antebraços / largura do apoio dos braços;
16. Profundidade máxima: distância entre os pontos distais anterior e posterior, da cadeira ou do usuário;
17. Altura do assento.

Foram utilizadas 2 câmeras, que, para evitar erro de paralaxe, foram posicionadas em dois pontos: Sagital – 4,3m e Frontal – 4,9m. Segundo os autores, é importante considerar o nível e o tipo de disfunção apresentada pelo indivíduo. Porém, esta consideração se limitou ao diagnóstico clínico, não sendo realizado nenhum tipo de avaliação funcional. Os resultados encontrados apontam que as medidas masculinas são maiores que as femininas.

3.3.4. Pesquisa de Kozey e Das

Em 2004, Kozey e Das apresentaram novos dados sobre usuários de cadeira de rodas.

Citando um mesmo número populacional de 62 adultos canadenses, utilizaram um método 3-D para análise de variáveis de envoltório acional (antropometria dinâmica). Os autores defendem que os métodos 3-D permitem um maior conhecimento das áreas e volumes dos alcances que seriam importantes para o processo de criação.

O sujeito era solicitado a sentar em sua postura confortável e normal de trabalho. Era colocado diante de uma bancada de trabalho com os freios de sua cadeira acionados. Um suporte era posicionado na face posterior do pescoço do usuário, ao nível de C7-T1. Os sujeitos eram solicitados a manter contato com o suporte durante toda a medição dos

alcances normal e máximo. Portanto, não foi permitida a realização de movimentos do tronco. Os indivíduos podiam movimentar seus ombros.

A avaliação foi realizada em três momentos, com intervalos para descanso de 1 min entre eles:

1º. Momento: antebraço + mão em contato com a bancada;

2º. Momento: Mover o segmento antebraço + mão para dir/esq confortavelmente, sem perder o contato com a bancada. O cotovelo deve ser mantido com ângulo aproximado de 90º;

3º. Momento: MS em extensão, gleno-umeral em flexão - abdução - rotação externa.

Consideraram dois momentos de alcance:

NRA: <i>Normal Reach Área</i>	MRE: <i>Maximum Reach Envelope</i>
Posição relaxada. Sem movimentos amplos da articulação gleno-umeral. Antebraços semi-apoiados. Sem movimento do tronco.	Movimentação total de todo o MS. Tronco estável.

Tabela 26: *Normal reach area x maximum reach area*

Fonte: KOZEY, DAS, 2004

De acordo com os autores, o ideal é que a maioria das tarefas seja realizada em NRA, utilizando o 5%IL (fácil para o usuário 95%IL).

Segundo os autores, os resultados encontrados apontam que usuários de cadeira de rodas apresentam 80% da área de alcance descrita por Konz e Goel (1969 apud KOZEY, DAS, 2004) para pessoas sem deficiência física declarada. O equivalente a uma redução de 75mm.

Os alcances máximos – MRE – foram menores nos usuários de cadeira de rodas. A diferença, comparada com a população não usuária, é maior para o alcance anterior do que para o lateral. Os autores consideram que esta diferença se deve ao fato de que em estudos realizados com a população sem deficiência física declarada solicita-se ao pesquisado a

adoção da postura ereta na posição sentada. O que não é solicitado para a população usuária de cadeira de rodas, uma vez que para estas pessoas é mais difícil manter-se na postura ereta.

O grau de dificuldade para adoção da postura ereta varia de acordo com o tipo e o nível da lesão. E para compensar o baixo controle do tronco, o cadeirante senta numa postura mais fletida, posicionando o acrômio para trás e para baixo (sentido pósterio-inferior), reduzindo o alcance.

3.3.5. Pesquisa de Paquet e Feathers

Em 2004, Paquet e Feathers avaliaram 121 adultos americanos, sendo 75 homens e 46 mulheres. Utilizaram um método 3-D para análise de 21 variáveis estruturais (estáticas):

1. Profundidade abdominal: face anterior do abdômen – encosto;
2. Altura acrômio – chão [dir / esq];
3. Largura bi-acromial;
4. Largura bi-deltóide;
5. Largura tornozelo: maléolo medial – lateral [dir / esq];
6. Profundidade encosto – face anterior do joelho [dir / esq];
7. Profundidade do assento: encosto – face poplíteia [dir / esq];
8. Altura do apoio dos braços: cotovelo – chão [dir / esq];
9. Altura dos olhos: envelope de alcance visual [dir / esq];
10. Largura entre antebraços: distância entre pontos laterais dos antebraços / largura do apoio dos braços;
11. Largura da mão / pega: metacarpo II a V;
12. Largura entre quadris: distância entre pontos laterais dos quadris / largura do assento;
13. Altura face superior do joelho – chão [dir / esq];
14. Altura face superior do joelho – apoio dos pés [dir / esq];
15. Profundidade máxima: distância entre os pontos distais anterior e posterior, da cadeira ou do usuário;
16. Estatura: vértex – chão;

17. Largura máxima: distância entre os pontos distais laterais dir – esq;
18. Altura vértex – assento;
19. largura entre coxas / largura do assento;
20. Largura do encosto;
21. Altura dos punhos D / E: altura da pega da roda.

Os autores afirmam que as características funcionais individuais devem ser avaliadas para que sejam observadas as diferenças entre as populações de pessoas com deficiência, porém não descrevem nenhum tipo de modelo de avaliação.

Descrevem detalhadamente os locais onde serão colocados os marcadores e acreditam que esta informação é essencial para comparações interpopulacionais.

Para a realização do experimento, os indivíduos eram solicitados a manter a postura relaxada na posição sentada, abduzir seus ombros e apoiar antebraços no suporte da sua própria cadeira de rodas. Segundo os autores, a postura relaxada reduz a altura máxima e a largura bi-acromial; além disto, aumenta a largura bi-deltóide, em comparação com a postura ereta.

Os resultados apontam que as diferenças intrapopulacionais chegaram a 5 cm. Os autores afirmam que apesar das diferenças serem relatadas numa perspectiva teórica, elas constituem uma importante base para modelos biomecânicos ou cinemáticos, além de essencial informação para o trabalho dos projetistas.

Medidas estatisticamente diferentes:

Homem – mulher:

1. Estatura
2. Altura dos olhos
3. Altura do acrômio
4. Altura joelho – apoio de pés
5. Largura bi-acromial
6. Largura da mão

Powered – manual²:

1. Altura do apoio dos braços
2. Altura da pega da roda
3. Altura do assento
4. Altura joelho – apoio dos pés
5. Altura joelho – chão
6. Largura máxima
7. Largura bi-acromial
8. Largura dos quadris
9. Profundidade do tronco

² O termo *POWERED* foi utilizado para usuários de cadeira de rodas motorizada e o termo *MANUAL* para os usuários de cadeira de rodas de controle manual.

Parte III. Estudo de Caso

Capítulo 4: Métodos e técnicas

4.1. Planejamento e seleção da amostra

A pesquisa foi realizada com uma amostra aleatória de 18 indivíduos, usuários de cadeira de rodas como forma constante de locomoção e na faixa etária entre 18 e 65 anos. Os indivíduos foram selecionados com auxílio da FCD – Fraternidade Cristã de Doentes e Deficientes – associação que atende pessoas com deficiência na cidade do Recife.

A coleta de dados aconteceu no laboratório de Biomecânica da Clínica Escola da Faculdade Maurício de Nassau, Recife, Pernambuco, que gentilmente cedeu o espaço para a realização desta pesquisa.

4.2. Considerações éticas

O estudo de campo foi submetido ao Comitê de ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e conduzido de acordo como código de ética traçado pela Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO).

Para cada indivíduo foi entregue uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo comitê supracitado. Este termo foi assinado pela pesquisadora responsável e pelos voluntários, ficando uma cópia para cada parte.

Por se tratar de análise através de fotografias digitais, os voluntários podem referir constrangimento. Este sentimento poderá ser agravado pelo fato de que será necessário que os pesquisados utilizem trajes de banho ou de tecido bastante aderente ao corpo. Com o intuito de amenizar possíveis constrangimentos, as avaliações foram realizadas em local

restrito e as fotos serão expostas estritamente em trabalhos acadêmicos, sendo apresentadas com o rosto disfarçado, de forma a não permitir a identificação dos indivíduos.

Foram garantidos os direitos legais de imagem de cada indivíduo de acordo com o Artigo 5º, incisos V, X e XXVIII da Constituição Brasileira de 1988 (disponível em www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao), reservando a utilização dos dados levantados apenas para fins científicos de pesquisa.

Não houve nenhuma obrigatoriedade de participação ou qualquer tentativa de indução à mesma.

4.3. Aplicação do Sistema Digita

A metodologia descrita por Rebelo (2002) foi adaptada para a aplicação do Sistema Digita nesta pesquisa. Uma vez que se trata de sua primeira utilização para pessoas com deficiência, esta metodologia precisou sofrer pequenas alterações que serão descritas a seguir.

4.3.1. Apreciação Ergonômica

4.3.1.1. Perfil da população amostrada

Para o preenchimento do banco de dados do Sistema Digita, selecionamos os seguintes dados pessoais para a identificação dos sujeitos:

- a) Nome: especificação do nome que consta na cédula de identidade;
- b) Idade e data de nascimento: de acordo com a cédula de identidade;
- c) Gênero: definição entre feminino e masculino;
- d) Etnia: solicitada a partir da informação constante na certidão de nascimento, variando entre branco, pardo e negro;
- e) Local de Nascimento: verificação do percentual de naturalidade.

Estes dados foram obtidos através da aplicação de um questionário que precedia a fase de avaliação funcional.

4.3.1.2. Avaliação Funcional

A percepção da funcionalidade preservada age como um importante guia de conhecimento das reais necessidades do usuário, assim como fornece parâmetros para análise antropométrica. Isto ocorre porque alterações estruturais do corpo humano e das capacidades motoras voluntárias interferem fortemente no desempenho das pessoas com deficiência.

Nesta etapa avaliamos o quadro funcional do indivíduo, de acordo com os itens descritos a seguir.

4.3.1.2.1. Diagnóstico clínico

Consiste no conhecimento da doença geradora da seqüela apresentada. O diagnóstico clínico é definido pelo médico assistente, conforme acertado pela Classificação Internacional das Doenças – 10^a. Revisão (CID-10), proposto pela OMS.

Este diagnóstico não é definido na avaliação funcional, proposta nesta pesquisa, sendo informado pelo próprio paciente.

4.3.1.2.2. História da Doença Atual

Consiste no relato do indivíduo sobre o surgimento do quadro e sobre os sinais e sintomas atuais. São questionamentos importantes:

a) Tempo de surgimento da doença

Quanto maior o tempo de lesão, maior será o risco de hipotrofia muscular (redução do volume de tecido muscular). Quadros avançados de hipotrofia muscular levam à redução de medidas antropométricas estáticas.

b) Acompanhamento de uma equipe de reabilitação

Usuários de cadeira de rodas precisam permanecer com constante acompanhamento de uma equipe de reabilitação. O desuso dos segmentos corporais pode levar a redução da amplitude de movimento articular, que interferem tanto nos alcances, que são medidas de antropometria dinâmica, como no posicionamento do indivíduo para avaliação de medidas estáticas.

4.3.1.2.3. História Patológica Pregressa

Realiza-se através do relato do indivíduo sobre outras doenças lesões ou injúrias que possam ter agravado o quadro funcional apresentado atualmente.

É de extrema importância a identificação de alterações posturais e da função respiratória, que possam gerar novas necessidades projetuais.

4.3.1.2.4. Exame articular

A avaliação da amplitude de movimento (ADM) é uma técnica básica utilizada para examinar todos os tecidos peri-articulares, pois o movimento existente entre dois ossos é afetado, além das estruturas articulares, pela integridade e flexibilidade dos tecidos moles.

De acordo com Kisner (2005, p. 32):

Ao mover um segmento por meio de sua ADM, todas as estruturas da região são afetadas: músculos, superfícies articulares, cápsulas, ligamentos, fâscias, vasos e nervos. O alcance do movimento articular disponível é medido com um goniômetro e registrado em graus.

Cada movimento do corpo possui uma amplitude registrada em graus e prevista biomecanicamente, variando de acordo com formato ósseo e com a característica motora dos tecidos moles adjacentes. Assim sendo, os segmentos predominantemente adaptados para o trabalho estático possuem amplitudes de movimento menores que aqueles destinados ao trabalho dinâmico, utilizados para grandes deslocamentos.

Como a fotogrametria digital é uma ferramenta bidimensional, é necessário que os segmentos corporais sejam posicionados em ângulos de 90° ou 180°, pois a adoção de ângulos intermediários gera o posicionamento do segmento em diagonal, impossibilitando o registro das medidas. Daí a importância de realizarmos previamente a avaliação da amplitude de movimento.

Pessoas que possuem restrições graves da amplitude articular de movimento não podem ser avaliadas com técnicas bidimensionais. Infelizmente, isto é extremamente comum em pessoas com deficiência.

Segundo Kisner (2005, p. 33), “muitos fatores podem levar a uma ADM reduzida, como doenças sistêmicas, articulares, neurológicas e musculares; lesões cirúrgicas ou traumáticas; ou apenas inatividade ou imobilidade por qualquer razão”. Podemos entender estas doenças e lesões como o diagnóstico clínico, o agente causador da deficiência, e a inatividade ou imobilidade como a seqüela, a consequência da deficiência.

Para manter a ADM completa, os segmentos corporais precisam ser movidos periodicamente. Esta movimentação pode ser ativa, isto é, realizada através do movimento voluntário; ou passiva, sendo realizada através de auxílio de terceiros. Como os usuários de cadeira de rodas possuem perdas significativas da motricidade voluntária, eles precisam ser acompanhados por equipes de saúde que realizem a movimentação passiva. Porém, uma vez que muitas pessoas

não são inseridas no processo de reabilitação, encontramos comumente restrições da amplitude de movimento articular em populações com deficiência.

Se a restrição da amplitude de movimento for decorrente apenas da insuficiência de força muscular, haverá impossibilidade de realizarmos análise antropométrica de variáveis dinâmicas. Caso exista uma limitação estrutural, com encurtamento de tecidos moles e calcificação peri-articular, haverá impossibilidade de avaliarmos variáveis antropométricas estáticas e dinâmicas. Portanto, é necessário ainda identificar a limitação imposta como ativa ou passiva.

Para facilitar a avaliação funcional, neste momento as amplitudes de movimento serão descritas apenas como completa ou incompleta, tomando-se como parâmetro a angulação de 90° ou 180°, necessária para a utilização da fotogrametria digital. Não serão definidos os graus exatos da limitação articular.

Assim sendo, a avaliação proposta nesta pesquisa poderá encontrar quatro resultados:

1. Amplitude de movimento ativo completo;
2. Amplitude de movimento ativo incompleto;
3. Amplitude de movimento passivo completo;
4. Amplitude de movimento passivo incompleto.

O resultado classificado apenas como ativo incompleto indica restrição para análise de alcances funcionais. O indivíduo não possuiu força muscular capaz de mover o segmento corporal até a angulação de 90° ou de 180° necessária para a realização da fotografia digital. O resultado definido como passivo incompleto indica restrição para análise de variáveis estruturais e de alcance funcional. As alterações das estruturas peri-articulares impossibilitam o posicionamento passivo dos segmentos corporais, mesmo quando existe força muscular.

Por fim, aqueles apontados como completos podem ser analisados sem restrição. São os usuários de cadeira de rodas habilitados para análise antropométrica através de fotogrametria digital.

Estas considerações referem-se à utilização da fotogrametria digital com apenas uma câmera fotográfica, o que a caracteriza como uma técnica bidimensional.

4.3.1.2.5. Avaliação através do movimento

Nesta fase, cumpre-se o exame motor dos movimentos dos membros superiores e do tronco. Foram avaliados os seguintes movimentos, conforme descrito no item 2.3 deste texto:

- a) Movimentos da cintura escapular: protração, elevação, repressão, rotação medial e rotação lateral, em ambos os membros superiores direito e esquerdo;
- b) Movimentos do ombro: flexão, extensão, adução, abdução, rotação medial e rotação lateral, em ambos os membros superiores direito e esquerdo;
- c) Movimentos do cotovelo: flexão e extensão, em ambos os membros superiores direito e esquerdo;
- d) Movimentos do antebraço: pronação e supinação, em ambos os membros superiores direito e esquerdo;
- e) Movimentos do punho: extensão, flexão, desvio radial e desvio ulnar, em ambos os membros superiores direito e esquerdo;
- f) Movimentos da mão: flexão e extensão, em ambos os membros superiores direito e esquerdo;
- g) Movimentos do tronco: flexão e extensão, inclinação e rotação para ambos os lados direito e esquerdo.

Para cada movimento foi atribuída uma nota que varia de 0 a 5, sendo:

0. paralisia total;

1. Contração palpável ou visível;
2. Movimento ativo com arco de movimento completo com a gravidade eliminada;
3. Movimento ativo com arco de movimento completo contra a gravidade;
4. Movimento ativo com arco de movimento completo contra uma resistência moderada;
5. Arco completo de movimento ativo contra resistência (normal).

Os movimentos classificados como 0 a 2 não possuem força muscular suficiente para mover o segmento corporal por toda a amplitude articular. São, portanto, definidos como amplitude de movimento ativo incompleta e impossibilitam a análise de alcances funcionais.

Os movimentos classificados como 3 a 5 são capazes de realizar a amplitude de movimento ativa. Desta forma, os usuários de cadeira de rodas habilitados para análise antropométrica de variáveis dinâmicas devem possuir força muscular maior ou igual a três.

4.3.1.2.6. Exame postural

Como a fotogrametria digital é uma técnica bidimensional, variações no eixo central do corpo humano precisam ser consideradas. Pois todas as alterações posturais que geram posicionamentos em diagonal da coluna vertebral impossibilitam a análise antropométrica com técnicas bidimensionais.

Neste contexto, as alterações posturais classificadas como escolioses são as mais limitantes. Isto ocorre porque nos quadros de escoliose algumas vértebras apresentam-se rodadas, fazendo com que o tronco dos indivíduos posicione-se em diagonal em relação aos principais planos de movimento do corpo humano.

Segundo Amado-João (2006):

A coluna vertebral apresenta curvaturas normais no plano sagital, porém uma curvatura lateral localizada no plano frontal³ é considerada anormal e recebe o nome de escoliose. Como a coluna vertebral não pode inclinar-se

³ O plano frontal é também chamado de coronal.

lateralmente sem fazer a rotação, a escoliose é causada tanto pela flexão lateral⁴ quanto pela rotação das vértebras onde se localiza.

Com a rotação das vértebras da coluna vertebral, todas as demais estruturas do corpo humano são afetadas. Os demais segmentos corporais também alteram seus eixos de movimento para que o corpo humano como um todo consiga restabelecer seu equilíbrio biomecânico. Desta forma, observamos variações importantes do alinhamento de segmentos como ombros, pescoço e cabeça que impossibilitam a análise antropométrica através de fotogrametria digital.

O tronco não forma um ângulo perpendicular à câmera digital. Quando o tronco apresenta-se inclinado, a fotografia digital capta uma imagem que mostra os marcadores dos pontos anatômicos mais aproximados do que o real. Desta forma, a insistência da coleta de dados gera medidas não fidedignas.

A avaliação postural nesta pesquisa visa verificar o possível enquadramento do usuário de cadeira de rodas na população que pode ser analisada através de técnicas bidimensionais, como é o caso da fotogrametria digital.

4.3.1.3. Seleção de variáveis antropométricas

Para a seleção de variáveis antropométricas, tomou-se como parâmetros os levantamentos realizados por outros autores (ROEBUCK, 1995. NOWAK, 1996. JAROSZ, 1996. DAS, KOZEY, 1999. PAQUET, FEATHERS, 2004). Identificamos as variáveis coincidentes e acrescentamos variáveis que consideramos serem importantes para o projeto de entorno físico para usuários de cadeira de rodas.

Foram selecionadas 15 variáveis estáticas, sendo: cinco medidas de altura, três medidas de largura, quatro medidas de profundidade e três comprimentos. As variáveis relativas a alturas foram primeiramente avaliadas em uma cadeira simples e, posteriormente, em uma cadeira

⁴ A flexão lateral corresponde ao movimento de inclinação do tronco.

de rodas. Esta reavaliação ocorreu para que pudéssemos avaliar a interferência das dimensões da cadeira de rodas nas medidas antropométricas.

Das e Kozey, em 1999, realizaram toda a análise antropométrica com os sujeitos em sua própria cadeira de rodas. Os autores afirmam que é importante considerar as dimensões da cadeira de rodas, principalmente para a definição da altura da bancada de trabalho. Reconhecem ainda que as alturas dos assentos variam de cadeira a cadeira, interferindo nas medidas encontradas. No experimento realizado por eles, as medidas de altura dos dedos dos pés, altura dos joelhos e largura entre cotovelos apresentaram-se similares para todos os indivíduos. Acredita-se que estas medidas foram afetadas pela interface humano-cadeira, variando apenas de acordo com as dimensões das cadeiras de rodas. Corresponderiam as dimensões de apoio dos pés, altura do assento e apoio dos braços, respectivamente.

Após a avaliação de variáveis estáticas, iniciamos a análise de variáveis dinâmicas. Foram avaliados os alcances anterior, inferior, superior e lateral.

4.3.1.3.1. Variáveis estruturais na cadeira simples

Avaliadas na cadeira simples de material rígido e encosto vazado. São 15 variáveis estruturais:

ALTURAS

1. Altura do topo da cabeça – AS 04
2. Altura do nível dos olhos – AS 06
3. Altura do ombro – AS 10
4. Altura do joelho – AS 25
5. Altura da cavidade popliteal – AS 26

LARGURAS

6. Largura das coxas – LS 01
7. Largura dos braços – LP 09
8. Largura do tórax – LP 10

PROFUNDIDADES

9. Profundidade máxima do tórax – PS 02
10. Profundidade da máxima abdominal – PS 08
11. Profundidade da nádega ao joelho – PS 10
12. Profundidade da nádega à cavidade popliteal – PS 11

COMPRIMENTOS

13. Comprimento do membro superior – C 11
14. Comprimento do braço – C 12
15. Comprimento do segmento antebraço + mão – C14

4.3.1.3.2. Variáveis estruturais na cadeira de rodas

Avaliadas na cadeira de rodas do próprio indivíduo. São 4 variáveis estruturais relativas a alturas que sofrem interferência da altura entre apoio dos pés na cadeira de rodas até o chão.

1. Altura do topo da cabeça – AS 04
2. Altura do nível dos olhos – AS 06
3. Altura do ombro – AS 10
4. Altura do joelho – AS 25

4.3.1.3.3. Variáveis Funcionais

Avaliadas na cadeira de rodas do próprio indivíduo. São 12 variáveis dinâmicas.

1. Alcance ANTERIOR

Distância entre o ponto de partida do acrômio indivíduo até o ponto anterior máximo alcançado pela extremidade do dedo médio.

Considera-se três momentos de movimento:

- 1.1. Protração do ombro;
- 1.2. Flexão da articulação escápulo-umeral a 90° + protração do ombro;
- 1.3. Flexão da articulação escápulo-umeral a 90° + protração do ombro + flexão anterior do tronco.

2. Alcance INFERIOR

Distância entre o ponto de partida do acrômio indivíduo até o ponto inferior máximo alcançado pela extremidade do dedo médio.

Considera-se três momentos de movimento:

- 2.1. MS em extensão, posicionado ao longo do corpo;
- 2.2. MS em extensão + depressão do ombro;
- 2.3. MS em extensão + depressão do ombro + flexão lateral (inclinação) do tronco.

3. Alcance SUPERIOR

Distância entre o ponto de partida do acrômio indivíduo até o ponto superior máximo alcançado pela extremidade do dedo médio.

Considera-se três momentos de movimento:

- 3.1. Elevação do ombro;
- 3.2. Flexão da articulação ecápulo-umeral a 180° + elevação do ombro;
- 3.3. Flexão da articulação ecápulo-umeral a 180° + elevação do ombro + extensão máxima do tronco.

4. Alcance LATERAL

Distância entre o ponto de partida do acrômio indivíduo até o ponto lateral máximo alcançado pela extremidade do dedo médio.

Considera-se três momentos de movimento:

- 4.1. Rotação lateral da escápula.
- 4.2. Abdução de escápulo-umeral a 90° + rotação lateral da escápula.
- 4.3. Abdução de escápulo-umeral a 90° + rotação lateral da escápula + flexão lateral (inclinação) do tronco.

4.3.1.4. Seleção dos pontos de referência corporal

Os pontos de referência corporal são os acidentes anatômicos utilizados para mensuração antropométrica. A aferição das medidas dos segmentos corporais é realizada através da mensuração da distância entre dois pontos anatômicos.

Para a análise de alcances toma-se sempre como referência a extremidade do dedo médio, por constituir o ponto mais extremo. Para a análise de variáveis estáticas, os pontos de referência são definidos de acordo com a medida desejada.

Os pontos de referência definidos para esta pesquisa são:

- a) Topo da cabeça
- b) Canto externo do olho
- c) Acrômio da escápula
- d) Face superior do joelho
- e) Linha articular poplítea
- f) Profundidade máxima do tórax
- g) Profundidade máxima abdominal
- h) Face anterior do joelho
- i) Extremidade do dedo médio
- j) Olécrano da ulna

4.3.1.5. Ordem das fotos

Para a total verificação das variáveis antropométricas selecionadas, foram realizadas 11 fotos. Estas fotos estão classificadas de A a L, visando a padronização da coleta. Portanto, em cada foto existirá um marcador numérico que identificará o indivíduo participante da pesquisa e um marcador alfabético que identificará as variáveis que deverão ser mensuradas. Ex: 10-A, 10^a. pessoa avaliada, 1^a. foto.

a) Foto A

Perfil – plano sagital. Coleta de variáveis estruturais – alturas, profundidades e comprimentos – em cadeira simples de material rígido.

Variáveis antropométricas	Pontos de referência
Altura do topo da cabeça	Topo da cabeça - chão
Altura do nível dos olhos	Canto externo dos olhos - chão
Altura do ombro	Acrômio - chão
Altura do joelho	Face anterior do joelho - chão
Altura da cavidade popliteal	Cavidade popliteal - chão
Profundidade máxima do tórax	Face posterior do tronco – face anterior do tórax
Profundidade máxima abdominal	Face posterior do tronco – face anterior do abdome
Profundidade nádega - joelho	Face posterior da nádega - face anterior do joelho
Profundidade nádega - cavidade popliteal	Face posterior da nádega - linha articular da cavidade popliteal
Comprimento membro superior	Acrômio - extremidade do dedo médio
Comprimento braço	Acrômio - olécrano
Comprimento do segmento antebraço + mão	Olécrano - extremidade do dedo médio

Tabela 27: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto A



Foto 01: Exemplo da foto A

b) Foto B

AP – plano coronal. Coleta de variáveis estruturais – larguras – em cadeira simples de material rígido.

Variáveis antropométricas	Pontos de referência
Largura das coxas	Trocâter maior do fêmur direito ao esquerdo
Largura dos braços	Tubérculo maior do úmero direito ao esquerdo
Largura do tórax	Linha axilar direita à esquerda

Tabela 28: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto B

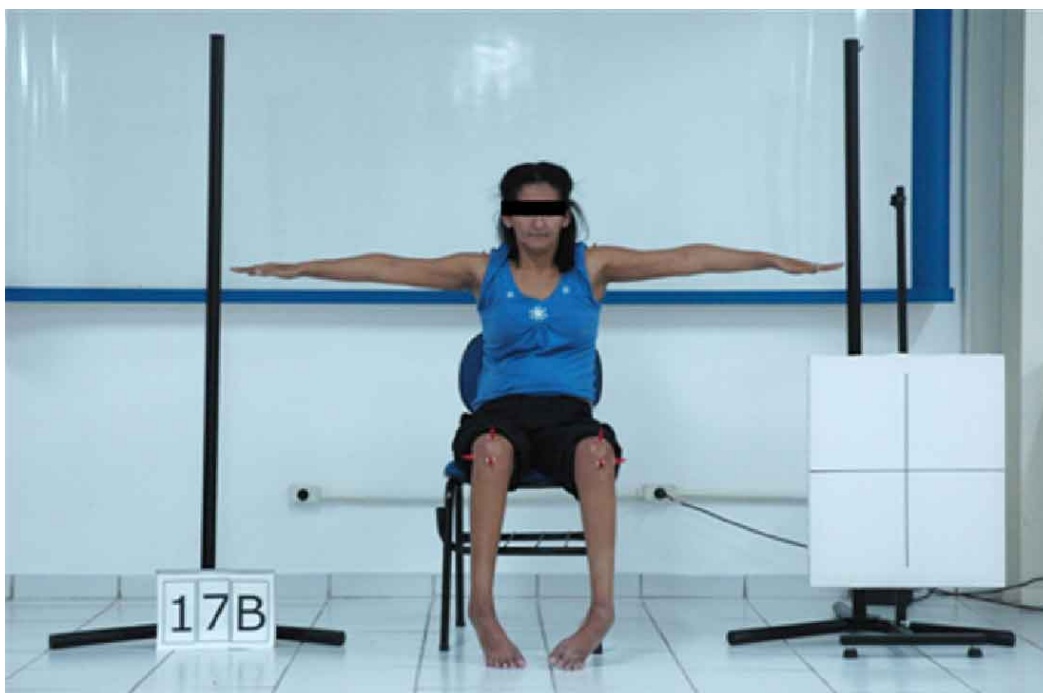


Foto 02: Exemplo da foto B

c) Foto C

Perfil – plano sagital. Coleta de variáveis estruturais – alturas – na cadeira de rodas. Alturas que sofrerão interferência da altura entre apoio dos pés na cadeira de rodas até o chão.

Variáveis antropométricas	Pontos de referência
Altura do topo da cabeça	Topo da cabeça - chão
Altura do nível dos olhos	Canto externo dos olhos - chão
Altura do ombro	Acrômio - chão
Altura do joelho	Face anterior do joelho - chão
Altura da cavidade popliteal	Cavidade popliteal - chão

Tabela 29: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto C



Foto 03: Exemplo da foto C

d) Foto D

Perfil DIR – plano sagital. Coleta de variáveis funcionais de alcance anterior com o MSD (membro superior direito). O teste é realizado da seguinte forma: é solicitado ao indivíduo que o mesmo tente alcançar o guia de balizamento, localizado a sua frente.

Variáveis antropométricas	Pontos de referência
Alcance ANTERIOR	Comprimento haste – extremidade do dedo médio. Haste localizada na face posterior do ombro.

Tabela 30: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto D



Foto 04: Exemplo da foto D

e) Foto E

Perfil ESQ – plano sagital. Coleta de variáveis funcionais de alcance anterior com o MSE (membro superior esquerdo). Procedimento similar ao da foto D, sendo realizado agora à esquerda.



Foto 05: Exemplo da foto E

f) Foto F

AP – alcance inferior DIR. Coleta de variáveis funcionais de alcance inferior com o MSD (membro superior direito). O teste é realizado da seguinte forma: é solicitado ao indivíduo que o mesmo tente alcançar o chão.

Variáveis antropométricas	Pontos de referência
Alcance INFERIOR	Comprimento haste - extremidade do dedo médio. Haste localizada na face superior do ombro.

Tabela 31: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto F



Foto 06: Exemplo da foto F

g) Foto G

AP – alcance inferior ESQ. Coleta de variáveis funcionais de alcance inferior com o MSE (membro superior esquerdo). Procedimento similar ao da foto F, sendo realizado agora à esquerda.



Foto 07: Exemplo da foto G

h) Foto H

AP – alcance superior DIR. Coleta de variáveis funcionais de alcance superior com o MSD (membro superior direito). O teste é realizado da seguinte forma: é solicitado ao indivíduo que o mesmo eleve seu braço o máximo possível.

Variáveis antropométricas	Pontos de referência
Alcance SUPERIOR	Comprimento haste – extremidade do dedo médio. Haste localizada na face lateral do ombro.

Tabela 32: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto H



Foto 08: Exemplo da foto H

i) Foto I

AP – alcance superior ESQ. Coleta de variáveis funcionais de alcance superior com o MSE (membro superior esquerdo). Procedimento similar ao da foto H, sendo realizado agora à esquerda.



Foto 09: Exemplo da foto I

j) Foto J

AP – alcance lateral DIR. Coleta de variáveis funcionais de alcance lateral com o MSD (membro superior direito). O teste é realizado da seguinte forma: é solicitado ao indivíduo que o mesmo tente alcançar o guia de balizamento, localizado ao seu lado.

Variáveis antropométricas	Pontos de referência
Alcance LATERAL	Comprimento haste – extremidade do dedo médio. Haste localizada na face superior do ombro.

Tabela 33: Relação entre variáveis antropométricas e pontos de referência na foto J



Foto 10: Exemplo da foto J

I) Foto L

AP – alcance lateral ESQ. Coleta de variáveis funcionais de alcance lateral com o MSE (membro superior esquerdo). Procedimento similar ao da foto J, sendo realizado agora à esquerda.



Foto 11: Exemplo da foto L

4.3.2. Configuração da base de dados

O sistema Digita se divide em dois programas: o Digita Estático e o Digita Dinâmico. Por constituírem dois sistemas distintos, eles são configurados em dois momentos diferentes.

Após o preenchimento dos campos de medidas, clica-se na opção gravar e depois na opção sair.

4.3.2.1. Configuração do Digita Estático

Neste sistema são analisadas 3 imagens, que são as fotos A, B e C. São avaliadas 20 variáveis em 3 fotos:

- 1ª. Foto - A: 12 variáveis (alturas, profundidades e comprimentos na cadeira simples);
- 2ª. Foto - B: 3 variáveis (larguras na cadeira simples);
- 3ª. Foto - C: 5 variáveis (alturas na cadeira de rodas).

4.3.2.2. Configuração do Digita Dinâmico

Com o Digita Dinâmico realizamos a análise das medidas de alcance, sendo que para cada uma destas medidas temos uma foto diferente. Portanto, neste programa definimos a entrada das fotos D a L, na relação 1 imagem – 1 medida.

- 1ª. Foto - D: alcance anterior direito
- 2ª. Foto - E: alcance anterior esquerdo
- 3ª. Foto - F: alcance inferior direito
- 4ª. Foto - G: alcance inferior esquerdo
- 5ª. Foto - H: alcance superior direito
- 6ª. Foto - I: alcance superior esquerdo
- 7ª. Foto - J: alcance lateral direito
- 8ª. Foto - L: alcance lateral esquerdo

4.3.3. Realização das fotografias digitais

4.3.3.1. Câmera Digital

Para a realização das fotografias foi utilizada a máquina NIKON D70S de 6,4 megapixels, cumprindo com a exigência descrita por Rebelo (2002) de que “a máquina fotográfica deve ter uma resolução superior a 640x480 pixels”.

4.3.3.2. Ambiente para a coleta e marcadores de pontos anatômicos

A câmera foi posicionada a seis metros de distância do pesquisado, de frente para a linha média do seu corpo e numa altura aproximada da metade da altura do sujeito na posição sentada.

O local selecionado possuía boa iluminação do tipo artificial, permanecendo a mesma a qualquer hora do dia. O ambiente possuía ainda paredes da cor branco gelo, gerando um bom contraste com a cor vermelha dos marcadores volumétricos.



Foto 12: Marcadores volumétricos

Assim sendo, todos os parâmetros definidos por Rebelo (2002) foram respeitados.

4.3.3.3. Calibrador de imagem, guia de balizamento

O calibrador de imagens foi confeccionado com 50cm e posicionado ao lado do pesquisado, de forma que sua visualização é possível em todas as fotos.

As duas guias de balizamento também foram colocadas ao lado do pesquisado e auxiliaram no seu correto posicionamento.

Além destes dois equipamentos, previstos por Rebelo (2002), foram confeccionados mais dois instrumentos. O primeiro foi desenvolvido para análise estática, tratando-se de um apoio para membros superiores desenvolvido para posicionar o braço do pesquisado a 90°. Era utilizado sempre que o indivíduo não apresentava força muscular capaz de manter-se com os braços abertos.

O segundo foi desenvolvido para análise dinâmica e constitui uma haste que era posicionada na posição inicial dos sujeitos. Antes que houvesse o deslocamento voluntário da pessoa para análise do alcance, a ponta da haste era posicionada junto ao acrômio da escápula. Ambos os instrumentos possuíam alturas reguláveis, podendo ser utilizados a indivíduos de todos os percentis.

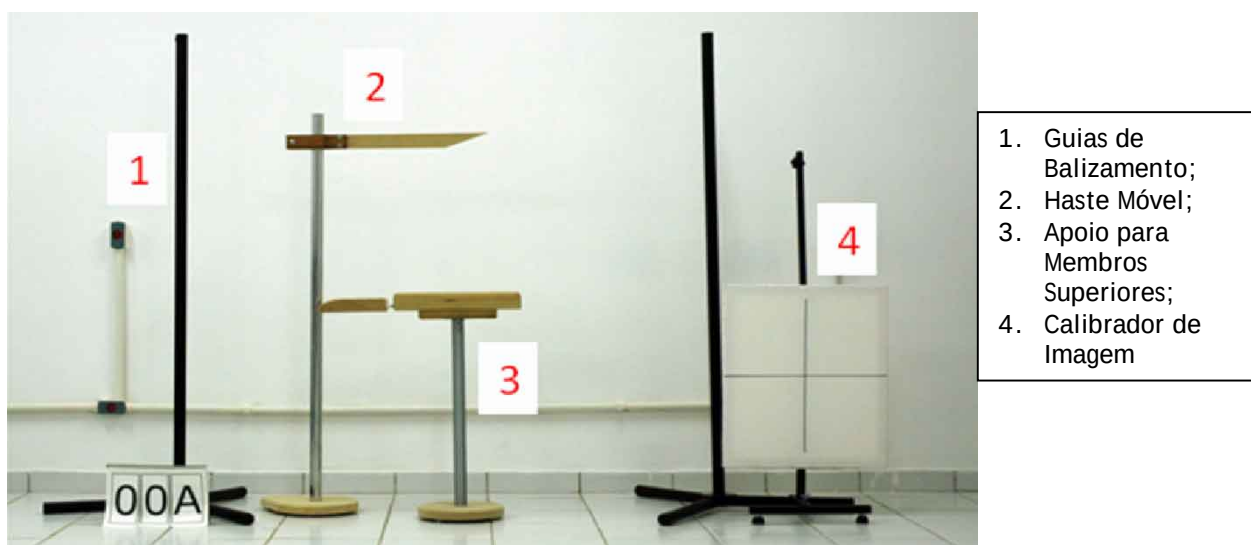


Foto 13: Estrutura exigida para a realização das fotos digitais

4.3.4. Digitalização das coordenadas

Nesta etapa o Sistema Digita foi programado com os parâmetros definidos para a pesquisa. A programação respeitou as informações sobre dados pessoais, ordem de entrada de cada fotografia e seleção de variáveis por fotografia.

Capítulo 5: Apresentação e discussão dos resultados

5.1. Tratamento dos dados

Após a análise das fotografias digitais no Sistema Digita, foram geradas duas tabelas de dados antropométricos no software Microsoft Excel. A primeira tabela descrevia os dados relativos à análise antropométrica estática e a segunda descrevia as medidas de alcance funcional, relativos à análise antropométrica dinâmica. Ambas as tabelas previam a correlação entre as variáveis e os indivíduos pesquisados.

Os dados gerais da população pesquisada foram classificados por gênero, etnia e idade.

Os dados relativos à avaliação funcional foram classificados por diagnóstico clínico, resultados da avaliação articular, resultados da avaliação através do movimento e da avaliação postural.

A análise estatística dos dados antropométricos foi realizada com o software Epi Info 2002. Os resultados foram apontados de forma a apresentar para cada variável o número de pessoas, média, desvio padrão, valor mínimo, mediana e valor máximo.

5.2. Análise dos dados pessoais

O tamanho da amostra foi de 18 indivíduos dos quais 12 eram do gênero feminino e 6 eram do gênero masculino.

Com relação à etnia, existiu uma distribuição igualitária da amostra. Os dados apontam o percentual de 33,33% para cada etnia.

Em relação à idade, existiu uma predominância da faixa etária de 35 a 39 anos, com 33,33% do total da população. Nenhum dos voluntários possuía idade entre 50 e 65 anos.

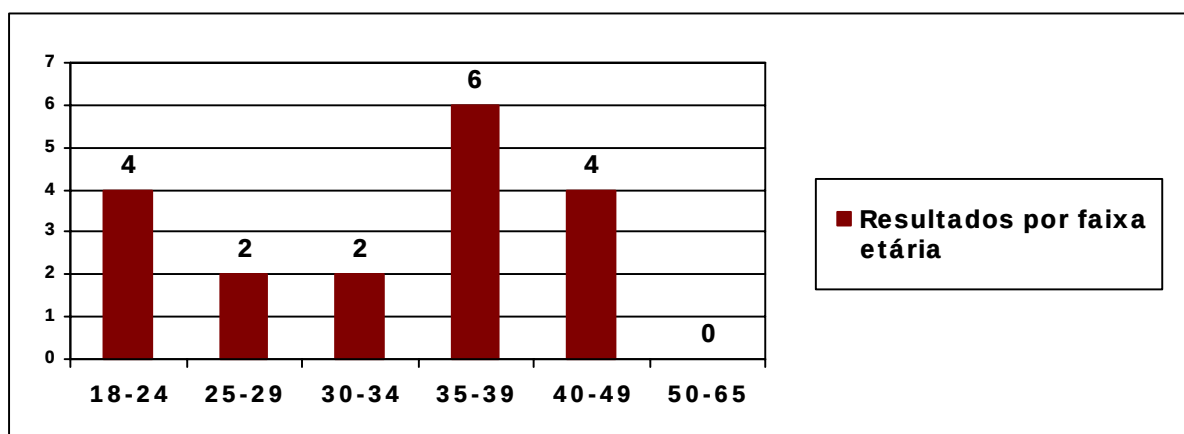


Gráfico 1: Resultados por faixa etária

5.3. Análise do levantamento funcional amostral

Em relação ao diagnóstico clínico relatado pelos pesquisados, existiu uma predominância do quadro de paralisia infantil, com 12 casos da população total.

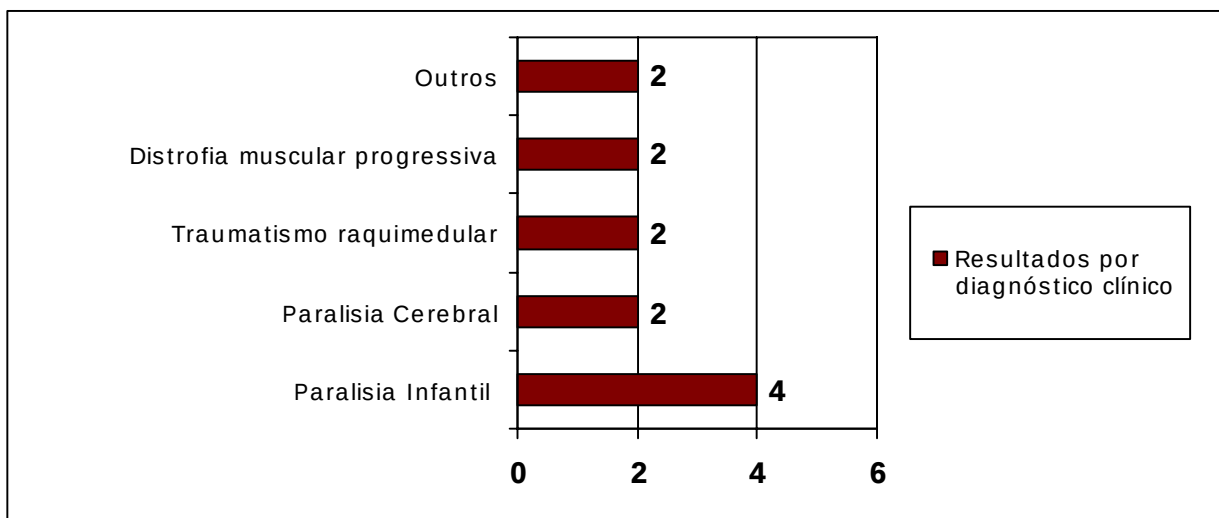


Gráfico 2: Resultados por diagnóstico clínico

Em relação à avaliação da amplitude articular passiva, três usuários de cadeira de rodas, 16,6% da população total, apresentaram redução considerável do arco de movimento passivo que impossibilitou a análise de variáveis estruturais com fotogrametria digital. Estas pessoas não foram submetidas às análises antropométricas estática e dinâmica.

Em relação à avaliação da amplitude articular ativa, quatro pesquisados – 22,2% da população total - apresentaram graus de força muscular menores que 3. Este resultado foi apresentado para pelo menos um movimento. Com a força muscular classificada como 0 a 2, os indivíduos não são capazes de movimentar os segmentos corporais na amplitude desejada para análise de variáveis de alcance funcional. Portanto, estas pessoas não foram submetidas à análise antropométrica dinâmica. Não houve comprometimento da análise estática porque o arco de movimento passivo encontrava-se completo.

Na foto 14, podemos observar que a redução da força muscular para o movimento de flexão do braço a 180° impossibilita a adoção do posicionamento necessário para a análise do alcance superior.



Foto 14: Posicionamento inadequado do membro superior para análise do alcance superior

Na foto 15, podemos observar que a redução da força muscular para o movimento de flexão do braço a 90° impossibilita a adoção do posicionamento necessário para a análise do alcance anterior.



Foto 15: Posicionamento inadequado do membro superior para análise do alcance anterior

Na foto 16, podemos observar que a redução da força muscular para o movimento de abdução do braço a 90° impossibilita a adoção do posicionamento necessário para a análise do alcance lateral.



Foto 16: Posicionamento inadequado do membro superior para análise do alcance lateral

Em relação à avaliação postural, quatro sujeitos - 22,2% da população total - apresentaram quadro avançado de escoliose. Este desvio da coluna vertebral provoca posicionamento inadequado de diversos segmentos corporais e, conseqüentemente, dos pontos anatômicos de referência. Desta forma, estas pessoas não foram submetidas às análises antropométricas estática e dinâmica.



Fotos 17,18: Quadros de escoliose

Ao final da avaliação funcional, encontramos apenas 11 usuários de cadeira de rodas que poderiam ser enquadrados na amostra da análise antropométrica estática. Os outros sete pesquisados foram excluídos devido à redução da amplitude articular de movimento passiva e / ou escoliose.

Dos 18 indivíduos que passaram pelo processo de avaliação funcional, apenas seis foram incluídos na análise antropométrica dinâmica. Os outros 12 participantes foram excluídos devido à redução da força muscular e / ou presença do quadro de escoliose.

5.4. Análise do levantamento antropométrico amostral

Na tabela 34, são apresentados os dados estatísticos gerais das variáveis estruturais. Para cada variável são expostas as medidas em milímetros referentes à média, ao desvio padrão, ao valor mínimo, à mediana e ao valor máximo.

No. Total de avaliados: 11 usuários de cadeira de rodas					
Variáveis estruturais	Média	Desvio padrão	Valor mínimo	Mediana	Valor máximo
Altura sentado – na cadeira simples	1226,4	74,3	1088,0	1240,0	1327,0
Altura dos olhos – na cadeira simples	1109,2	72,7	987,0	1121,0	1233,0
Altura do ombro – na cadeira simples	1005,7	67,5	866,0	1006,0	1109,0
Altura do joelho – na cadeira simples	494,3	80,5	288,0	515,0	603,0
Altura popliteal – na cadeira simples	390,6	75,5	199,0	422,0	455,0
Largura entre as coxas	361,8	35,4	294,0	362,0	409,0
Largura entre os braços	336,6	46,9	248,0	344,0	397,0
Largura do tórax	330,2	42,5	253,0	346,0	375,0
Profundidade do tronco	256,3	48,0	170,0	252,0	332,0
Profundidade abdominal	289,8	66,1	188,0	302,0	402,0
Profundidade da coxa	536,0	80,9	399,0	521,0	678,0
Profundidade popliteal	443,9	74,7	337,0	453,0	587,0
Comprimento do membro superior	663,0	81,4	543,0	676,0	761,0
Comprimento do braço	260,7	29,2	211,0	261,0	312,0
Comprimento antebraço – mão	400,9	58,8	301,0	418,0	470,0
Altura sentado – na cadeira de rodas	1288,5	71,6	1124,0	1311,0	1376,0
Altura dos olhos – na cadeira de rodas	1172,9	63,7	1069,0	1189,0	1248,0
Altura do ombro – na cadeira de rodas	1055,6	56,9	969,0	1050,0	1142,0
Altura do joelho – na cadeira de rodas	534,5	93,9	301,0	563,0	629,0
Altura popliteal – na cadeira de rodas	406,5	72,3	229,0	425,0	486,0

Tabela 34: Resultados estatísticos de variáveis estruturais

Na tabela 35, são apresentados os dados estatísticos gerais das variáveis funcionais, referentes à análise antropométrica dinâmica. Para cada variável são expostas as medidas em milímetros referentes à média, ao desvio padrão, ao valor mínimo, à mediana e ao valor máximo.

No. Total de avaliados: 6 usuários de cadeira de rodas					
Variáveis funcionais	Média	Desvio padrão	Valor mínimo	Mediana	Valor máximo
Alcance anterior direito	1024,6	157,3	717,0	1063,0	1164,0
Alcance anterior esquerdo	930,8	91,9	767,0	960,5	1023,0
Alcance inferior direito	920,5	193,7	647,0	954,0	1152,0
Alcance inferior esquerdo	969,0	221,6	697,0	968,5	1289,0
Alcance superior direito	669,0	75,9	571,0	701,0	744,0
Alcance superior esquerdo	671,3	129,1	447,0	697,5	830,0
Alcance lateral direito	728,8	107,1	615,0	720,0	859,0
Alcance lateral esquerdo	779,3	132,0	640,0	785,0	969,0

Tabela 35: Resultados estatísticos de variáveis funcionais

Não realizamos a comparação dos dados obtidos com outras referências, uma vez que, nosso objetivo foi analisar a ferramenta – Sistema Digita – e não realizar um levantamento significativamente estatístico. Portanto, em função da amostra reduzida não efetuamos as análises intra e interpopulacionais. Porém, ainda de acordo com nosso objetivo geral, realizamos uma análise comparativa da metodologia aplicada ao Sistema Digita com os demais métodos e técnicas utilizados nos trabalhos referenciados no item 3.3. Os resultados serão descritos a seguir.

5.5. Análise comparativa entre métodos e técnicas

Quando avaliamos usuários de cadeira de rodas, os resultados do levantamento permitem a comparação entre pessoas com e sem deficiência física declarada de uma mesma região, e entre grupos distintos de deficientes. Esta comparação é essencial porque fornece as diretrizes para projetos melhor adaptados às necessidades destes usuários. Porém, antes de compararmos dados antropométricos, precisamos comparar métodos de seleção e análise da amostra. Os resultados comparativos são válidos somente quando há similaridade entre os procedimentos e técnicas utilizados na coleta e as características funcionais das pessoas avaliadas.

Inicialmente, precisamos identificar quais fatores existentes nos métodos e técnicas utilizados para análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas podem comprometer comparações interpopulacionais. De acordo com Das e Kozey (1999), valores encontrados para populações de usuários de cadeira de rodas se diferenciam de acordo com a natureza e o grau das deficiências físicas, com o tamanho das amostras e as decisões e técnicas adotadas para coleta. Paquet e Feathers (2004) ressaltam ainda o posicionamento dos marcadores, as posturas adotadas na posição sentada e os tipos de disfunção considerados. Por fim, Os autores Kozey e Das (2004) advertem que diferenças antropométricas, estruturais e funcionais, interpopulacionais decorrem de:

1. Variações gerais no tamanho do corpo;
2. Limitações impostas pela cadeira de rodas;
3. Variação de objetividade e consistência nas medidas e técnicas de medição;
4. Variação no tamanho da amostra;
5. Mudanças posturais na posição sentada, típicas de usuários com deficiência.

Para esta discussão, analisamos cinco trabalhos de análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas: Nowak (1996), Jarosz (1996), Das e Kozey (1999), Kozey e Das (2004) e Paquet e Feathers (2004). Todos os estudos selecionados apresentam dados comparativos intra e interpopulacionais. Após identificarmos os métodos e técnicas citados, realizamos uma comparação entre os procedimentos utilizados por estes autores e os procedimentos adotados nesta pesquisa.

Se um mesmo indivíduo fosse avaliado por todos os autores citados, é muito provável que este equivaleria a percentis distintos devido à variação do tipo e do grau de disfunção avaliados. Por exemplo, no nosso estudo os menores percentis equivalem a indivíduos tetraplégicos, com o grau de funcionalidade bastante reduzido. O mesmo não acontece no estudo de Jarosz, uma vez que a autora considerou apenas indivíduos paraplégicos em idade laboral produtiva, de 18 a 39 anos. De forma geral, podemos dizer que o sujeito classificado neste trabalho como 5%IL não existe na escala de Jarosz; e que o sujeito classificado como 5%IL na escala de Jarosz equivaleria a um percentil bem mais elevado, certamente acima de 50%IL, na escala definida nesta pesquisa. Além disto, incluímos uma faixa etária que vai até os 65 anos de idade, de forma que ainda lidamos com efeitos naturais do envelhecimento.

Outro fator importante é o posicionamento dos marcadores. Quando os pontos de referência anatômicos forem diferentes, uma mesma variável antropométrica de um mesmo indivíduo pode apresentar resultados distintos. No trabalho de Nowak, o comprimento do membro superior é calculado pela distância do ponto pivô à extremidade do dedo médio. Este ponto pivô resulta de uma seleção empírica do eixo cinemático do ombro. Na nossa pesquisa utilizamos o acrômio da escápula como referência.

Também devemos notificar a seleção de pontos de referência externos. Entende-se por pontos de referência externos aqueles que não pertencem ao corpo humano, como chão, assento e encosto. Nesta pesquisa, para definir o início do alcance funcional utilizamos como ponto de partida o acrômio, marcado com uma haste. Nowak e Jarosz começam a definir os alcances a partir do assento da própria cadeira de rodas. Um outro exemplo é a avaliação da altura da pessoa sentada. Definimos esta variável como a distância do topo da cabeça ao chão, pois acreditamos que esta seria a medida real para alturas mínimas. As autoras Nowak e Jarosz preferem avaliar apenas a altura do segmento cabeça + tronco, de forma que consideram apenas a distância do topo da cabeça até o assento. Estas pequenas variações certamente refletem diferenças nas medidas obtidas, uma vez que nas escalas antropométricas cada milímetro deve ser considerado.

Continuando a discussão sobre os alcances funcionais, na pesquisa de Kozey e Das os indivíduos não podiam realizar movimentos com o tronco. Os pesquisados eram solicitados a manter contato com um aparato localizado na face posterior do pescoço, de forma a movimentarem apenas o membro superior. No presente estudo, ao contrário, era solicitado que as pessoas movimentassem o tronco. Observem que mesmo que um indivíduo seja estruturalmente maior, ou seja, que o comprimento do seu membro superior seja maior, ele pode apresentar a medida de alcance funcional anterior menor que de outra pessoa que movimenta o tronco.

A decisão do método de avaliação também de extrema importância. Nowak e Jarosz utilizaram um método de análise antropométrica dinâmica onde as medidas de alcance funcional são obtidas através de subtrações de medidas estruturais. O alcance lateral, por exemplo, é obtido através do cálculo da metade da distância entre as extremidades dos dedos médios, com os membros superiores em abdução horizontal a 90°. Já Kozey e Das, realizaram

a análise antropométrica dinâmica em uma diagonal de movimentos combinados de flexão, abdução e rotação externa do braço, gerando um único envelope acional que une os alcances anterior, superior e lateral.

Por fim, consideraremos a escolha da cadeira. Das e Kozey, e Paquet e Feathers avaliaram os sujeitos em suas próprias cadeira de rodas. Todos os autores reconhecem que as dimensões da cadeira de rodas interferem nas medidas antropométricas e ainda que algumas dimensões variam de acordo com modelo e marca, mas não utilizaram outro tipo de apoio. Nesta pesquisa, justamente por concordar com os autores, decidimos realizar dois momentos de avaliação com a cadeira simples e com a cadeira de rodas. Os dados alcançados no nosso estudo, decorrentes da repetição das variáveis de altura, mostram que as medidas analisadas na cadeira simples sempre são menores que aquelas analisadas na cadeira de rodas.

Diante de tantas divergências, podemos afirmar que as comparações interpopulacionais das pesquisas supracitadas estão comprometidas.

Capítulo 6: Conclusão e considerações finais

Neste último capítulo são apresentadas as conclusões e considerações finais obtidas no estudo realizado. Para isto, responderemos ao nosso questionamento inicial: quais as vantagens e as desvantagens da utilização da fotogrametria – Sistema Digita - para análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas?

Além disto, serão realizadas considerações sobre a bibliografia pesquisada e o estudo de campo. Por fim, apresentaremos as recomendações para estudos posteriores.

6.1. Considerações sobre a revisão bibliográfica do estudo

Constatamos que, apesar da ampla literatura existente sobre antropometria, o número de trabalhos publicados sobre a análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas ainda é muito reduzido.

Ademais, mesmo os trabalhos de representatividade internacional – Panero e Zelnik (2002), Nowak (1996), Jarosz (1996), Das e Kozey (1999), Kozey e Das (2004), Paquet e Feathers (2004) - não apresentaram dados estatisticamente representativos da população de pessoas com deficiência dos seus países de origem.

Por outro lado, todos os estudos analisados apontam fortes indícios da necessidade de padronização de uma metodologia de coleta de dados antropométricos de pessoas com deficiência. Sendo notória a preocupação dos autores na avaliação dos diversos métodos e técnicas que podem ser utilizados nesse tipo de análise.

Muitas das considerações destes autores, também foram observadas nesta pesquisa. Destacamos a necessidade da avaliação da capacidade funcional residual como pressuposto básico de compreensão da análise antropométrica. A percepção da funcionalidade preservada age como um importante guia de conhecimento das reais necessidades do usuário, assim como fornece parâmetros para a análise antropométrica. Isto ocorre porque as alterações

estruturais do corpo humano e das capacidades motoras voluntárias interferem fortemente no desempenho das pessoas com deficiência.

6.2. Considerações relativas ao Sistema Digita

A principal vantagem da utilização desta ferramenta é a redução do tempo em que o indivíduo precisa estar presente no processo de aquisição dos dados, reduzindo, desta forma, a fadiga conseqüente à manutenção de posições e posturas específicas e necessárias quando se utiliza antropômetros convencionais.

Além disto, a utilização da fotogrametria digital possibilita a redução do custo de material técnico e resultados em um período infinitamente curto, pois reduz o tempo gasto com a orientação do equipamento e com a análise e o cruzamento dos dados. A estrutura utilizada para a coleta de imagens também se torna uma vantagem, pois todos os aparatos são portáteis.

A principal desvantagem é a inadequação da ferramenta a uma significativa parcela da população de usuários de cadeira de rodas. Por se apresentar nesta pesquisa como uma técnica bidimensional, a utilização da fotogrametria digital encontra-se restrita a pessoas com deficiência que possuam amplitude de movimento completa, força muscular maior ou igual a três, e alinhamento postural inalterado. Em resumo, se limita a uma parcela de deficientes com um comportamento motor muito próximo daquele considerado normal.

6.3. Considerações relativas ao estudo de campo

Observamos que fatores como: tempo de surgimento da doença, doenças associadas e acompanhamento de uma equipe de reabilitação interferem diretamente nas medidas antropométricas. Desta forma, para mensurar as influências destes fatores, realizamos as análises de amplitude articular e de força muscular.

Como a fotogrametria digital – Sistema Digita - é uma ferramenta bidimensional, é necessário que os segmentos corporais sejam posicionados em ângulos de 90° ou 180°, pois a adoção de ângulos intermediários gera o posicionamento do segmento em diagonal, impossibilitando o registro das medidas. Infelizmente, é extremamente comum que pessoas com deficiência apresentem restrições da amplitude articular de movimento forçando a assunção de posturas em rotação e inclinação dos membros superiores e do tronco.

Se a restrição da amplitude de movimento for decorrente apenas da insuficiência de força muscular, haverá a impossibilidade de realizarmos a análise antropométrica de variáveis dinâmicas. Caso exista uma limitação estrutural, com encurtamento de tecidos moles e calcificação peri-articular, haverá a impossibilidade de avaliarmos variáveis antropométricas estáticas e dinâmicas. Portanto, é necessário ainda identificar a limitação imposta como ativa ou passiva.

O resultado classificado apenas como ativo incompleto indica restrição para análise de alcances funcionais. O indivíduo não possuiu força muscular capaz de mover o segmento corporal até a angulação de 90° ou de 180° necessária para a realização da fotografia digital. O resultado definido como passivo incompleto indica restrição para análise de variáveis estruturais e de alcance funcional. As alterações das estruturas peri-articulares impossibilitam o posicionamento passivo dos segmentos corporais, mesmo quando existe força muscular.

Por fim, aqueles resultados apontados como completos podem ser analisados sem restrição. Para tal, os movimentos precisam estar classificados como de 3 a 5. Caso contrário, não apresentarão força muscular suficiente para a adoção das posições necessárias para a análise com fotogrametria digital, impossibilitando a análise antropométrica dinâmica.

Desta forma, concluímos que:

1. Os resultados classificados como arco de movimento ativo incompleto indicam restrição para análise antropométrica dinâmica;
2. Os resultados definidos como passivos incompletos indicam restrição para análise antropométrica estática e dinâmica.

Além disto, as alterações posturais classificadas como escolioses limitam o público que pode ser avaliado com técnicas bidimensionais. Isto ocorre porque nos quadros de escoliose algumas vértebras apresentam-se rodadas, fazendo com que o tronco dos indivíduos posicione-se em diagonal em relação aos principais planos de movimento do corpo humano.

O tronco não forma um ângulo perpendicular à câmera digital. Quando o tronco apresenta-se inclinado, a fotografia digital capta uma imagem que mostra os marcadores dos pontos anatômicos mais aproximados do que o real. Desta forma, a insistência na coleta de dados resultará na obtenção de medidas não fidedignas.

6.4. Conclusões do estudo

Quando avaliamos usuários de cadeira de rodas, os resultados do levantamento permitem a comparação entre pessoas com e sem deficiência física declarada de uma mesma região, e entre grupos distintos de deficientes. Esta comparação é essencial porque fornece as diretrizes para projetos melhor adaptados às necessidades destes usuários. Porém, antes de compararmos dados antropométricos, precisamos comparar métodos de seleção e análise da amostra. Os resultados comparativos são válidos somente quando há similaridade entre os procedimentos e técnicas utilizados na coleta e as características funcionais das pessoas avaliadas.

Como nosso objetivo foi avaliar a ferramenta – Sistema Digita – não utilizamos uma amostra representativa da população, tampouco efetuamos as comparações de medidas obtidas neste estudo com as demais referências encontradas.

Por outro lado, temos a certeza da contribuição científica deste estudo através da análise comparativa de métodos e técnicas de levantamentos antropométricos de usuários de cadeira de rodas, que muito irá colaborar para a padronização de um modelo de avaliação das pessoas com deficiência.

Para a realização de comparações inter e intra-populacionais, concluímos que os seguintes fatores precisam ser padronizados para que os resultados encontrados sejam fidedignos:

1. Em ambos os tipos de análise [estrutural e funcional]:
 - 1.1. Tamanho da amostra;
 - 1.2. Intervalo de idade dos sujeitos da amostra;
 - 1.3. Tempo de utilização de cadeira de rodas;
 - 1.4. Tipo de disfunção e seqüela, assim como a identificação prévia do diagnóstico clínico e dos graus de funcionalidade. Considerando que uma limitação funcional pode ser causada por deficiências distintas.
2. Em análises de antropometria estática:
 - 2.1. Postura adotada na posição sentada;
 - 2.2. Interferência das dimensões da cadeira de rodas;
 - 2.3. Posicionamento dos marcadores.
3. Em análises de antropometria dinâmica:
 - 3.1. Movimentos permitidos dos membros superiores e do tronco, durante os testes de alcance.

6.5. Recomendações para estudos posteriores

Como recomendação para estudos futuros, sugerimos que seja definido um método de análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas, de forma a permitir a comparação fidedigna das medidas obtidas. Para isto torna-se essencial considerar as diferenças impostas pelos critérios pertinentes a antropometria estática e dinâmica.

Recomenda-se também que o Sistema Digita seja adaptado para a captação de resultados tridimensionais, como nas técnicas que utilizam duas máquinas fotográficas.

Por fim, o nosso principal desejo é que registremos em uma amostra estatisticamente representativa, e com uma ferramenta adequada a toda a população de pessoas com deficiência, os dados antropométricos dos usuários de cadeira de rodas do nosso país.

Finalizamos o estudo acreditando na nossa contribuição para o estudo da ergonomia, design e reabilitação aplicados às pessoas com deficiência, sabendo que a junção do conhecimento destas áreas terão muito a contribuir na melhoria da saúde, bem-estar e qualidade de vida desta parcela significativa da nossa sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADO-JOÃO, Silvia Maria. **Métodos de Avaliação Clínica e Funcional em Fisioterapia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2006.
- ARAKI, H. **Fotogrametria 1**. Apostila de fotogrametria básica. Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.
- BARROS FILHO, T.E.P. **Avaliação Padronizada nos Traumatismos Raquimedulares**. Revista Brasileira de Ortopedia, volume 29, número 3. São Paulo: março, 1994.
- CALAIS-GERMAIN, Blandine. **Anatomia para o movimento**. Vol 1: Introdução à análise das técnicas corporais. São Paulo: Ed. Manole, 2002.
- CHAFFIN, Don B. ANDERSSON, Gunnar B.J. MARTIN, B. **Biomecânica Ocupacional**. Belo Horizonte: Editora Ergo, 2001.
- PRESIDÊNCIA DO BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil_03:constituicao](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao) .
- COSENZA, Ramon M. **Fundamentos de Neuroanatomia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1998.
- CUSHMAN, W.H. ROSENBERG, D.J. **Human Factors in Product Design**. Amsterdam: Elsevier, 1991.
- DANGELO, J.G. FATTINI, C.A. **Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar**. São Paulo: Editora Atheneu, 2003.
- DAS, Biman. KOZEY, John W. **Structural anthropometric measurements for wheelchair mobile adults**. Applied Ergonomics, v. 30, p. 385 – 390. Editora Elsevier, 1999.

- DUUS, Peter. **Diagnóstico Topográfico em Neurologia**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1989.
- ERHART, Eros Abrantes. **Neuroanatomia simplificada**, 6ª ed. São Paulo: Roca, 1986.
- FARIAS, Norma. BUCHALLA, Cássia Maria. **A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde da Organização Mundial de Saúde: Conceitos, Usos e Perspectivas**. Revista Brasileira de Epidemiologia, 8(2): 187-193, 2005.
- FEEENEY, R. **The Ergonomics Approach to Inclusive Design - Are the Needs of Disabled and Non-disable People Different?** VII Congresso Latino-americano de Ergonomia, I Seminário Brasileiro de Acessibilidade Intergral, XI Congresso Brasileiro de Ergonomia. Anais ABERGO 2002. Recife, 2002.
- FEEENEY, R. **User-centred Design os Consumer Products and tha Enviromente with Particular Reference to the Needs of Older and Disable People**. VII Congresso Latino-americano de Ergonomia, I Seminário Brasileiro de Acessibilidade Intergral, XI Congresso Brasileiro de Ergonomia. Anais ABERGO 2002. Recife, 2002.
- GARDNER, Ernest. GRAY, Donald. J. O'RAHILLY, Ronan. **Anatomia: Estudo Regional do Corpo Humano**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia do Produto**, Volume 1, 5ª. ed. Porto Alegre: FEENG, 2004.
- GREVE, Julia Maria D'Andréa. CASALIS, Maria Eugênia Pebe. BARROS FILHO, Tarcísio E.P. **Diagnóstico e tratamento da lesão da medula espinhal**. São Paulo: Roca, 2001.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico Brasileiro**. Brasil, 2000. Disponível em [www.ibge.gov.br].

- JAROZS, Emilia. **Determination of the workspace of wheelchair users**. International Journal of Industrial Ergonomics, v. 17, p. 123 – 133. Ed Elsevier, 1996.
- KISNER, Carolyn. COLBY, Lynn Allen. **Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas**. São Paulo: Manole, 2005.
- KOZEY, John W. DAS, Biman. **Determination of the normal and maximum reach measures of adult wheelchair users**. International Journal of Industrial Ergonomics, v. 33, p. 205 – 213. Editora Elsevier, 2004.
- KUMAR, S. **Perspectives in rehabilitation ergonomics**. Londres: Ed Taylor and Francis, 1997.
- KUMAR, S. **Advances in Industrial Ergonomics and safety**. Londres: Ed Taylor and Francis, 1992.
- LÉON, Lilia Roselia Prado. CHAURAND, Rosalío Ávila. LUGO, Enrique Herrera. **Antropometría: factores ergonômicos em el diseño**. Universidad de Guadalajara, 2005.
- MACHADO, Ângelo. **Neuroanatomia Funcional**. São Paulo: Ed. Atheneu, 1993.
- MENESES, Murilo S. **Neuroanatomia Aplicada**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2006.
- MORAES, Anamaria de. **Aplicação de Dados Antropométricos: Dimensionamento da Interface Homem-máquina**. Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro. COPPE / UFRJ, Engenharia do Produto, 1983.
- NOWAK, Ewa. **The role of anthropometry in design of work and life environments of the disable people**. International Journal of Industrial Ergonomics, v. 17, p. 113 – 121. Ed Elsevier, 1996.
- OLIVEIRA, S.C.F. TOMAZ, A.F. GUALBERTO FILHO, A. **Ergonomia Aplicada à Pessoa Portadora de Deficiência**. ABERGO, 2000.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. **CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde.** Geneva, 2003. Disponível em [\[http://www.ine.pt/prodserv/nomenclaturas/cif.html\]](http://www.ine.pt/prodserv/nomenclaturas/cif.html).

PALASTANGA, N. FIELD, D. SOAMES, R. **Anatomia e Movimento Humano: Estrutura e Função.** São Paulo: Editora Manole, 2000.

PANERO, J. ZELNIK, M. **Dimensionamento Humano para Espaços Interiores.** Ed. GG. Barcelona, 2002.

PASCHOARELLI, L. C. SILVA, J. C. P. **A Questão da Relação Design / Reabilitação / Ergonomia em Projetos de Produtos para Pessoas com Deficiência: uma Proposta de Assento Modular para Criança com Paralisia Cerebral.** Anais P & D Design 94. Estudos em Design, v.2, n.2. Novembro, 1994.

PAQUET, Victor. FEATHERS, David. **An anthropometric study of manual and powered wheelchair users.** Industrial Journal of Industrial Ergonomics, v. 33, p. 191 – 204. Ed Elsevier: 2004.

REBELO, Francisco dos Santos. **Sistema Digita - Aquisição de Dados Antropométricos Baseada em Técnicas Fotogramétricas para Aplicações em Ergonomia.** Manual Técnico. Lisboa, Portugal, 2002.

ROEBUCK JR, John A. **Anthropometric methods: designing to fit the human body.** Human Factors and Ergonomics Society, 1995.

SOARES, Marcelo Márcio. **Translating User Needs Into Product Design for Disable People: a Study of Wheelchairs.** Loughbrough: PhD, Loughbrough University, 1998.

SOARES, Marcelo Márcio. **O design de produtos ergonômicos na melhoria da qualidade de vida dos usuários deficientes.** ABERGO, 2000.

SOARES, Marcelo Márcio. **Antropometria**. Apostila do 4º. Curso de Especialização em Ergonomia. Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

SOARES, Marcelo Márcio. MARTINS, Laura Bezerra. **Design Universal e Ergonomia: uma parceria que garante a acessibilidade para todos**. In: Adiel Teixeira de Almeida; Fernando M. Campello de Souza. (Org). Produção e Competitividade: aplicações e inovações; 1ª. Edição. Recife, PE: Editora Universitária UFPE, 2000, v.1, p. 127 – 156.

TILLEY, Alvin R. **As medidas do homem e da mulher**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Anexos



Anexo 1

Documentos submetidos ao Comitê de ética da UFPE
Universidade Federal de Pernambuco



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu _____, portador do documento de identidade nº _____, fui informado dos objetivos e da justificativa desta pesquisa, de maneira clara e detalhada. Recebi informações específicas sobre cada procedimento no qual estarei envolvido em relação à pesquisa. Todas as dúvidas foram respondidas com clareza, e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento. Além disso, sei que novas informações serão fornecidas durante o desenvolvimento da aplicação dos questionários, portanto, terei liberdade de retirar meu consentimento de participação na pesquisa, quando assim me convier. A pesquisadora pode ser contatada através do número 2126-8299 ou no seguinte endereço Av. Prof. Moraes Rego 1235, Cidade Universitária – CEP: 50670-901, Recife – PE.

Pesquisa:

A pesquisa tem por tema: "Utilização da fotogrametria digital para análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas".

Objetivos:

Discutir as vantagens e desvantagens da utilização da fotogrametria digital para a análise antropométrica de pessoas com deficiência, que usam cadeira de rodas para locomoção.

Duração e descrição do estudo:

A coleta dos dados da referente pesquisa (fotografias digitais dos voluntários), será realizada durante os meses de fevereiro e abril de 2007, imediatamente após a autorização do Comitê de Ética em Pesquisa. A realização do levantamento fotogramétrico será conduzida com uma amostra aleatória de indivíduos cuja idade varie entre 18 a 65 anos, residentes no estado de Pernambuco.

A Fotogrametria Digital trata da aferição dos segmentos corporais através da análise da imagem humana captada pela fotografia digital, utilizando-se como base um software específico para tal aferição. Nesta pesquisa, utilizar-se-á o software Digita. A coleta de dados será realizada em associações de pessoas com deficiência e no Departamento de Design da Universidade Federal de Pernambuco, considerando toda a variedade de biótipos. O estudo será realizado em dois momentos. O primeiro compreende a avaliação funcional com o intuito de verificar a seqüela do indivíduo. O segundo trata da realização de 11 fotos digitais de cada pesquisado.

Benefícios:

A análise antropométrica fornece dados que são essenciais para o projeto de produtos, equipamentos e ambientes melhor adequados ao ser humano. Com a realização de fotografias digitais e utilização do software específico, podemos estabelecer as medidas de diversas partes do corpo sem exigir que o pesquisado permaneça por longo período na posição necessária para a avaliação.

Riscos:

Por se tratar de análise através de fotografias digitais, os voluntários podem referir constrangimento. Este sentimento pode ser agravado pelo fato de que será necessário que os pesquisados utilizem trajes de banho ou de tecido bastante aderente ao corpo. Com o intuito de amenizar possíveis constrangimentos, as avaliações serão realizadas em local restrito e as fotos, que por ventura necessitem ser expostas estritamente em trabalhos acadêmicos, serão apresentadas com o rosto disfarçado, de forma a não permitir a identificação dos indivíduos.

Serão garantidos os direitos legais de imagem de cada indivíduo de acordo com o Artigo 5º, incisos V, X e XXVIII da Constituição Brasileira de 1988, reservando a utilização dos dados levantados apenas para fins científicos de pesquisa.

Desistência:

Não haverá obrigatoriedade de participação ou qualquer tentativa de indução à mesma. Estou consciente de que, caso venha a participar deste estudo estarei livre para me afastar do mesmo a qualquer momento, sem que para isso haja qualquer prejuízo para a minha pessoa.

Dúvidas:

Se houver outra dúvida ou explicação adicional, estarei livre a perguntar à pesquisadora responsável Helda Oliveira Barros.

Consentimento do participante:

Li e entendi as informações procedentes descrevendo este estudo e todas as minhas dúvidas em relação ao estudo e à minha participação foram respondidas satisfatoriamente.

Declaro ainda, que tomei conhecimento dos termos recebendo cópia dos mesmos, e aceitei participar de forma voluntária e consciente desta pesquisa, sem receber nenhum tipo de benefício financeiro.

Recife, de de 2007.

(Indivíduo acima citado)

Helda Oliveira Barros

Pesquisadora responsável

Fisioterapeuta

CREFITO - 1: 55.845 – F

RG: 12260381-4 IFP-RJ

CPF: 088781077-27

Testemunha

Testemunha



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Termo de Compromisso

Através do presente termo, eu _____,
RG _____, CPF _____, responsável pelo (a)
_____, localizada na _____, no.
_____, no bairro _____, CEP _____, telefone (_____) _____,
comprometo-me a colaborar com a pesquisa intitulada "Utilização da
fotogrametria digital para a análise antropométrica de usuários de cadeira de rodas", permitindo que a
pesquisadora Helda Oliveira Barros realize parte de seu estudo de campo nesta instituição.
Comprometo-me ainda a auxiliar e facilitar o contato da pesquisadora com os nossos credenciados. Fui
esclarecido de que este é um ato voluntário, do qual não receberei, nem em meu nome, nem em nome
da instituição, nenhum tipo de benefício financeiro. Faço-o em prol da ciência.

Recife, de de 2007.

(Responsável acima citado)

Testemunha

Helda Oliveira Barros

Testemunha

Pesquisadora responsável

Fisioterapeuta

CREFITO - 1: 55.845 – F

RG: 12260381-4 IFP-RJ

CPF: 088781077-27

Anexo 2

Variáveis antropométricas catalogadas por Moraes, 1983

Alturas Sentado

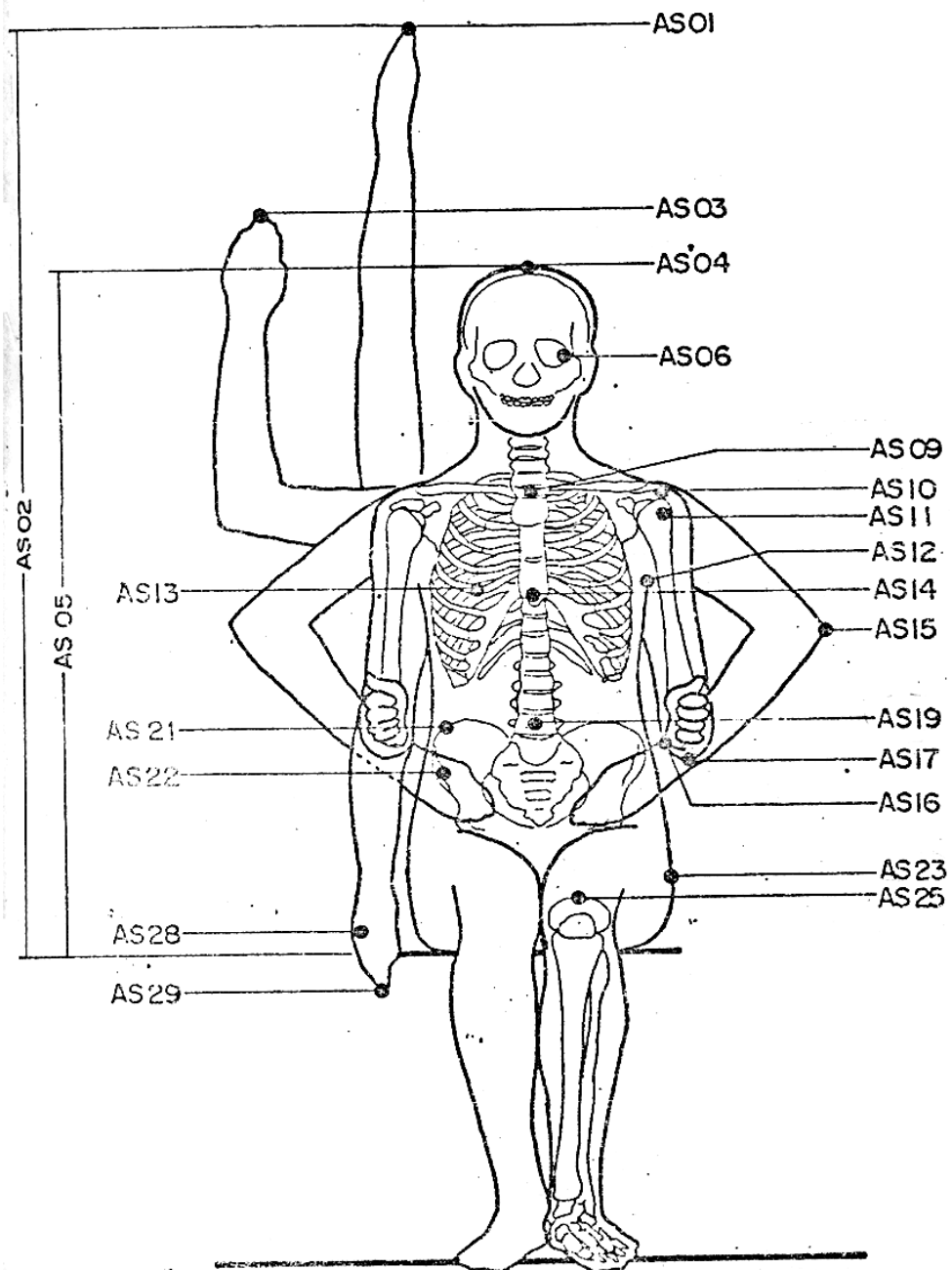


Ilustração das variáveis antropométricas – Alturas Sentado. MORAES, 1983.

Alturas Sentado

Vista Sagital Lateral

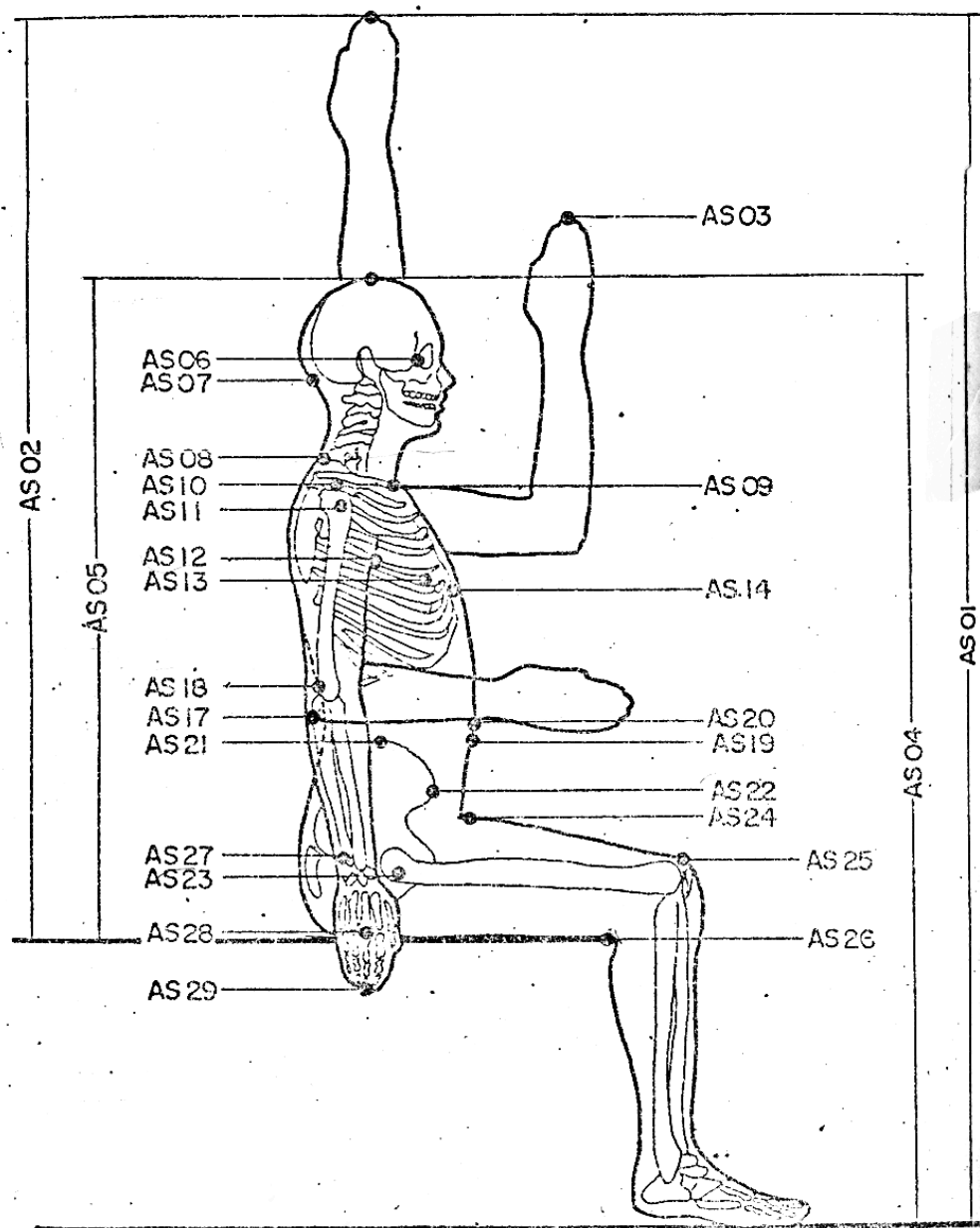


Ilustração XIV-5

Não aparecem nesta vista: AS15, AS16.

Larguras Sentado

Vista Coronal Ventral

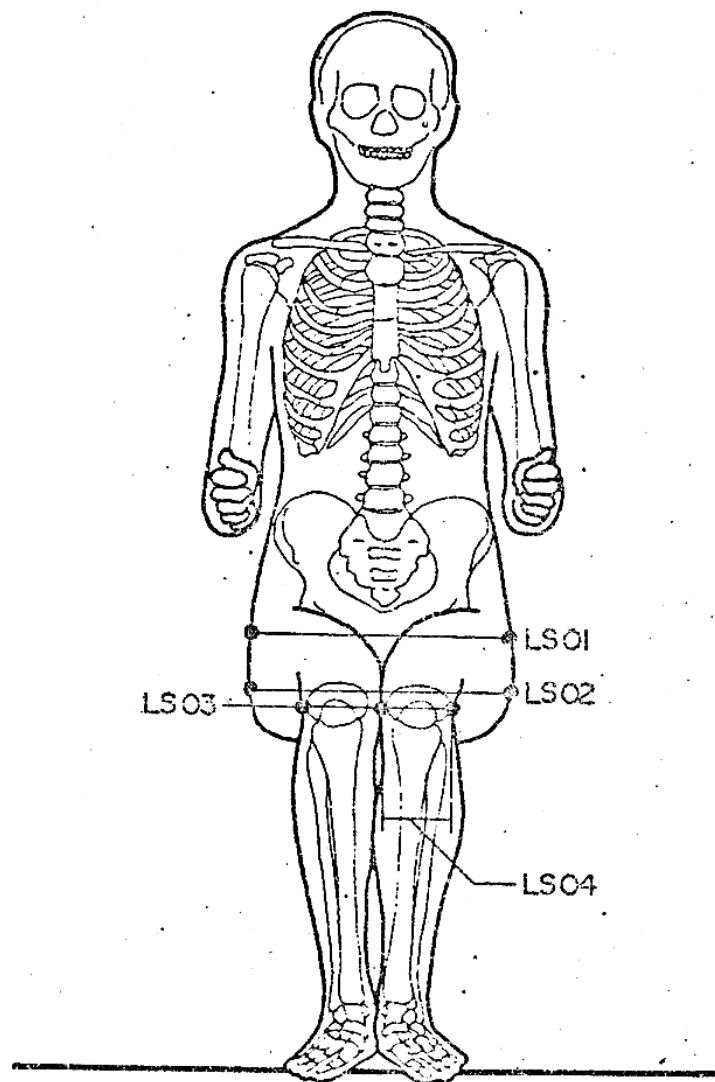


Ilustração das variáveis antropométricas – Larguras de Pé. MORAES, 1983.

Larguras de Pé

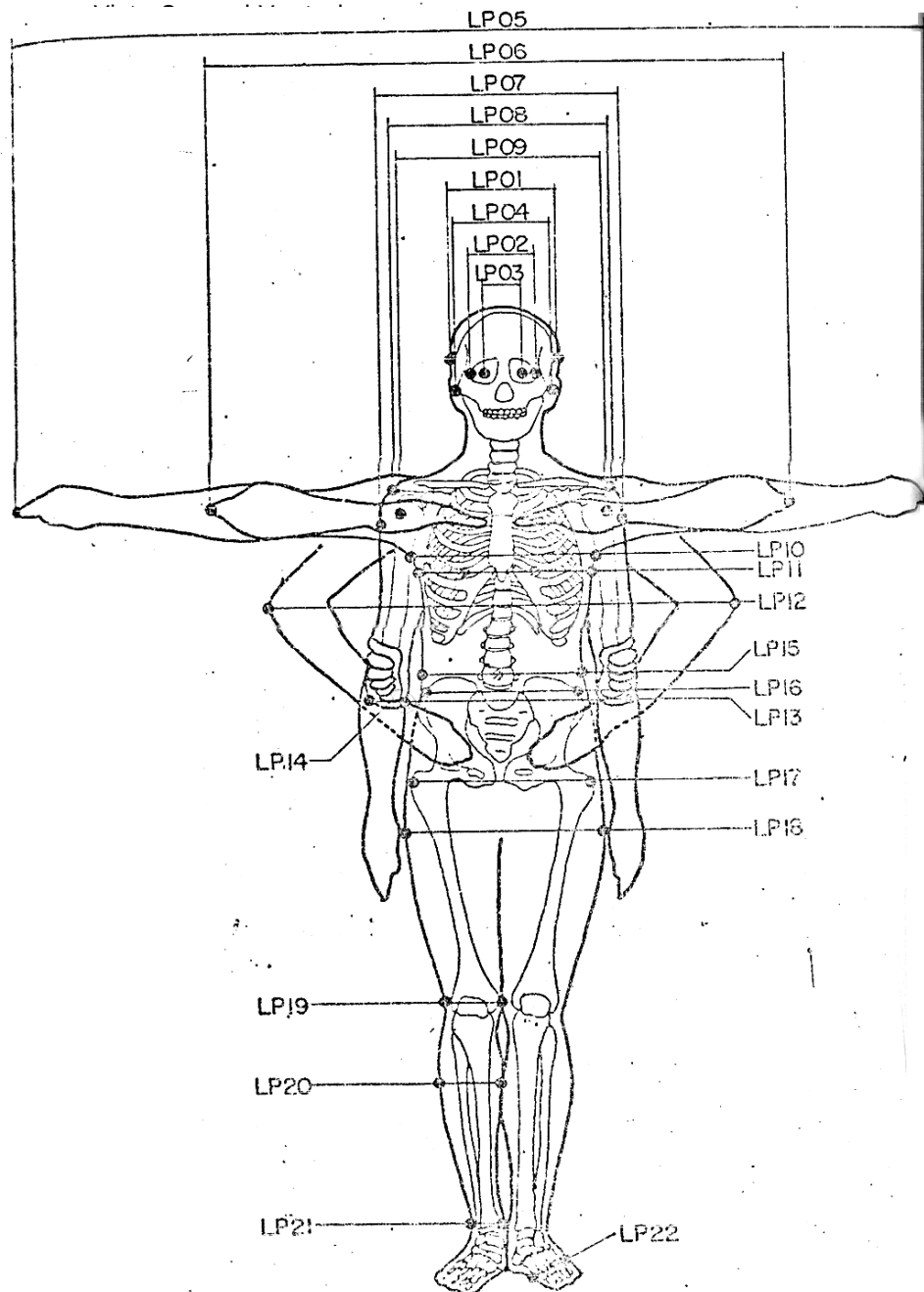


Ilustração XIV-7

Não aparecem nesta vista: LP22, LP23, LP24, LP25, LP26.

Profundidades Sentado

Vista Sagital Lateral

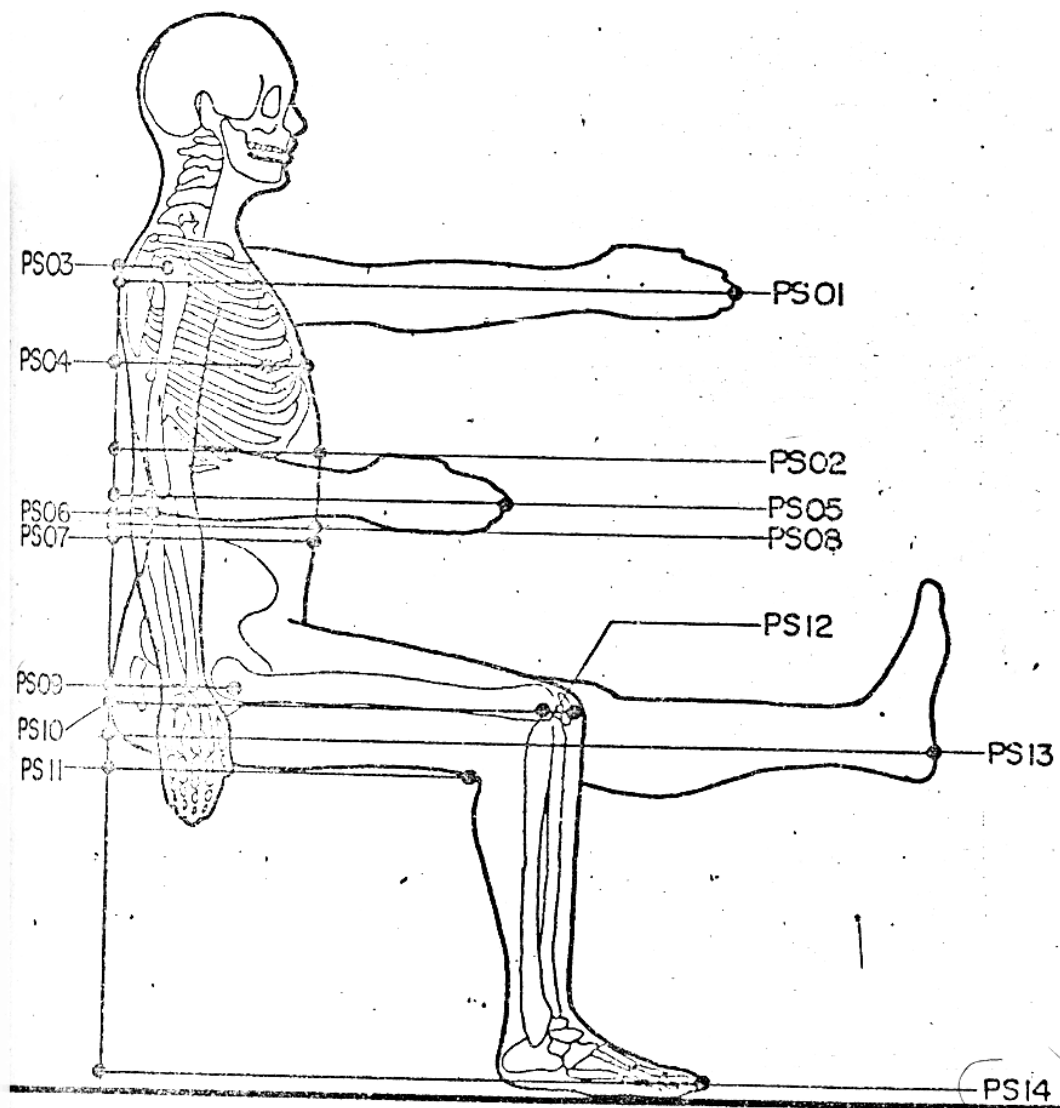


Ilustração das variáveis antropométricas – Profundidades Sentado. MORAES, 1983.

Comprimentos

Vista Sagital Lateral

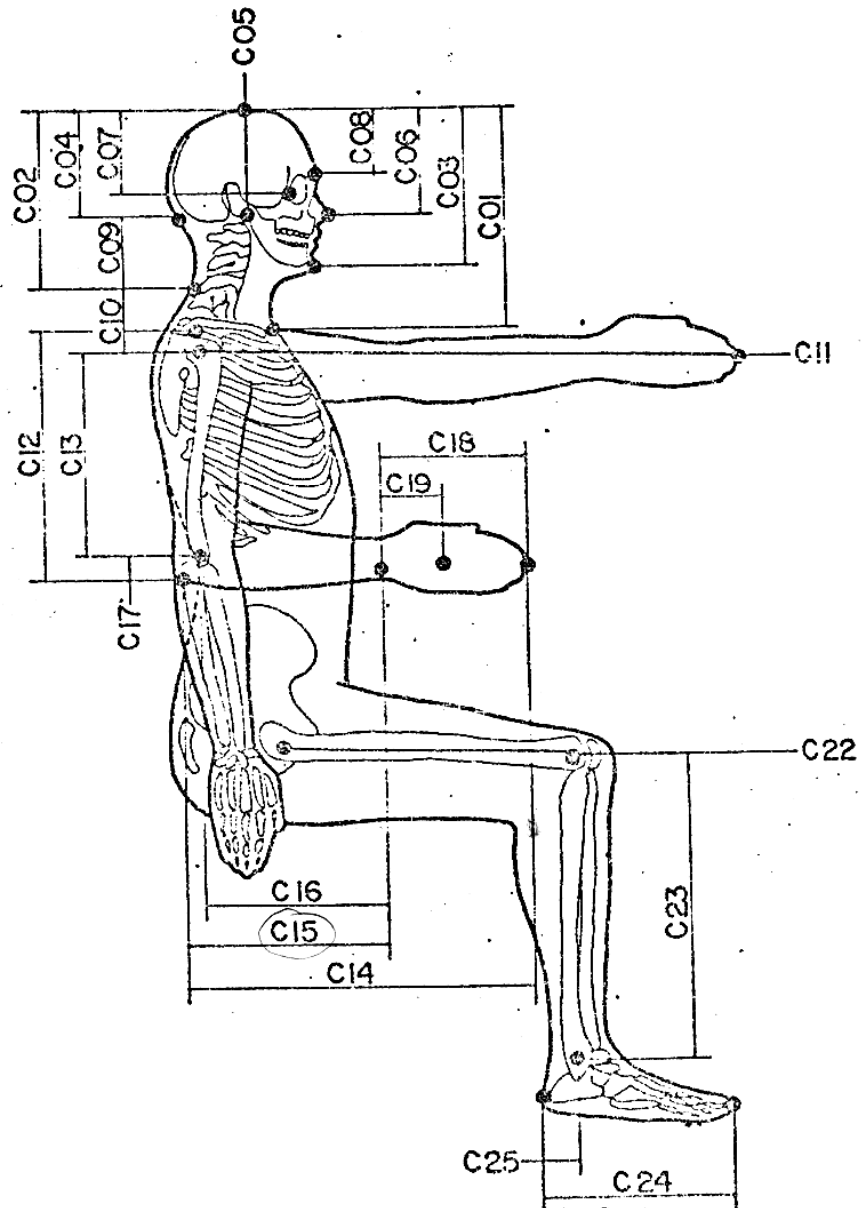


Ilustração das variáveis antropométricas – Comprimentos. MORAES, 1983.

Anexo 3

Ficha de avaliação

FICHA DE AVALIAÇÃO

Nome: _____

Idade: _____

DN: ____/____/____

Gênero: [] Masculino [] Feminino

Etnia: [] Branco [] Pardo [] Negro

Local de nascimento: _____

Diagnóstico clínico:

CID-10: _____

HDA:

HPP:

EXAME ARTICULAR:

MOVIMENTO		AMPLITUDE DE MOVIMENTO PASSIVA			
		Direito		Esquerdo	
		Completa	Incompleta	Completa	Incompleta
OMBRO	Protração				
	Elevação				
	Depressão				
	Rotação medial				
	Rotação lateral				
BRAÇO	Flexão				
	Extensão				
	Abdução				
	Adução				
	Rotação medial				
	Rotação lateral				
COTOVELO	Flexão				
	Extensão				
ANTEBRAÇO	Pronação				
	Supinação				
PUNHO	Flexão				
	Extensão				
	Desvio radial				
	Desvio ulnar				
MÃO	Flexão				
	Extensão				
TRONCO	Inclinação				
	Rotação				
	Flexão		Completa		Incompleta
	Extensão				

EXAME DE FORÇA MUSCULAR:

MOVIMENTO		FORÇA MUSCULAR		AMPLITUDE DE MOVIMENTO ATIVA			
		Direito	Esquerdo	Direito		Esquerdo	
				Completa	Incompleta	Completa	Incompleta
OMBRO	Protração						
	Elevação						
	Depressão						
	Rotação medial						
	Rotação lateral						
BRAÇO	Flexão						
	Extensão						
	Abdução						
	Adução						
	Rotação medial						
	Rotação lateral						
COTOVELO	Flexão						
	Extensão						
ANTEBRAÇO	Pronação						
	Supinação						
PUNHO	Flexão						
	Extensão						
	Desvio radial						
	Desvio ulnar						
MÃO	Flexão						
	Extensão						
TRONCO	Inclinação						
	Rotação						
	Flexão				Completa		Incompleta
	Extensão						

EXAME POSTURAL:

Vista anterior:

Vista posterior:

Vista lateral:

Diagnóstico funcional postural:

Observações adicionais:

Helda Oliveira Barros

Fisioterapeuta

CREFITO-1: 55.845-F

CPF: 088.781.077 - 27

Anexo 4

Tabela de dados antropométricos estáticos

código paciente	altura sentado - AS 04	alturas dos olhos - AS 06	altura do ombro - AS10	altura do joelho - AS25	altura poplietal - AS 26	largura das coxas - LS 01	largura dos braços - LS 09	largura do tórax - LS 10	prof do tronco - PS 02	prof abdominal - PS 08	prof da coxa - PS 10	prof poplietal - PS 11	compr do MS - C 11	compr do braço - C 12	compr antebraço- mão - C 14	altura sentado - AS 04 rodas	altura dos olhos - AS 06 rodas	altura do ombro - AS10 rodas	altura do joelho - AS25 rodas	altura poplietal AS 26 rodas
1	1245	1121	1008	514	436	393	377	354	311	354	545	463	685	261	428	1311	1191	1082	598	486
2	1324	1233	1109	538	429	409	397	356	239	328	648	538	761	312	453	1336	1235	1142	563	437
3	1327	1187	1093	603	455	362	385	346	284	319	568	455	735	284	455	1376	1248	1058	629	462
5	1263	1154	1004	529	432	340	371	320	239	243	521	432	641	247	394	1285	1189	1050	548	447
7	1112	1004	931	515	427	394	344	367	332	402	452	378	548	251	301	1124	1215	969	548	435
8	1197	1063	1000	487	401	322	309	253	204	188	477	352	543	211	329	1272	1094	1028	572	412
9	1240	1128	1041	534	422	351	361	375	304	331	574	473	736	284	456	1311	1069	1098	593	425
10	1223	1110	981	431	305	399	324	374	252	302	519	415	676	245	418	1254	1141	1034	440	321
13	1088	987	866	288	199	294	248	271	170	222	399	337	634	271	366	1219	1188	974	301	229
15	1220	1087	1006	479	372	350	285	288	233	214	515	453	576	223	340	1320	1094	1039	491	395
17	1252	1128	1024	520	419	366	302	329	252	285	678	587	758	279	470	1366	1238	1138	597	423

Anexo 5

Tabela de dados antropométricos dinâmicos

Código do paciente	alcance anterior - direito	alcance anterior - esquerdo	alcance inferior - direito	alcance inferior - esquerdo	alcance superior - direito	alcance superior - esquerdo	alcance lateral - direito	alcance lateral - esquerdo
2	1035	987	1070	1128	744	758	696	722
5	1066	1023	1000	941	711	676	844	848
8	1164	953	1152	1289	691	719	859	969
9	1106	887	908	996	721	830	744	853
13	717	767	746	763	576	477	615	640
17	1060	968	647	697	571	568	615	644