

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação  
Programa de Pós-graduação em Design

**APOIO ELETRÔNICO PARA OS PÉS:  
UMA OPÇÃO PARA PORTADORES DE  
LESÃO MEDULAR –  
UMA CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN**

**Roberta Lucas Scatolim**

Orientador:

**Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos**

Coorientadora:

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paula da Cruz Landim**

**Bauru, 2017**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação  
Programa de Pós-graduação em Design

**APOIO ELETRÔNICO PARA OS PÉS:  
UMA OPÇÃO PARA PORTADORES DE  
LESÃO MEDULAR –  
UMA CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN**

**Roberta Lucas Scatolim**

Orientador:

**Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos**

Coorientadora:

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paula da Cruz Landim**

Tese submetida ao Programa de Pós-graduação em Design com ênfase em Planejamento de Produto, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Bauru, como parte dos requisitos para a obtenção do título de doutor. Sob orientação do Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos e coorientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paula da Cruz Landim

**Bauru, 2017**

Scatolim, Roberta Lucas.

Apoio eletrônico para os pés : uma opção para portadores de lesão medular : uma contribuição do design / Roberta Lucas Scatolim, 2017  
185 f.

Orientador: João Eduardo Guarnetti dos Santos  
Coorientadora: Paula da Cruz Landim

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2017

1. Design ergonômico. 2. Design inclusivo. 3. Cadeiras. 4. Deficientes físicos. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE ROBERTA LUCAS SCATOLIM, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO.**

Aos 26 dias do mês de maio do ano de 2017, às 09:00 horas, no(a) Auditório da Secretaria de Pós-Graduação/FAAC, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOAO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS - Orientador(a) do(a) Departamento de Engenharia Mecânica / Faculdade de Engenharia de Bauru, Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO POLETTO FILHO do(a) Engenharia de Produção / Centro Universitário Eurípedes de Marília - UNIVEM, Profª. Dª. CRISTINA DO CARMO LUCIO BERREHIL EL KATTEL do(a) Departamento de Design e Moda / UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, Prof. Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP/ Campus de Bauru, Prof. Dr. JOSE CARLOS PLACIDO DA SILVA do(a) Departamento de Desenho Industrial / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de ROBERTA LUCAS SCATOLIM, intitulada **Apoio eletrônico para os pés: uma opção para portadores de lesão medular - uma contribuição do design**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: aprovado.

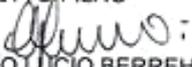
Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.



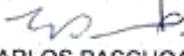
Prof. Dr. JOAO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS



Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO POLETTO FILHO



Profª. Dª. CRISTINA DO CARMO LUCIO BERREHIL EL KATTEL



Prof. Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI



Prof. Dr. JOSE CARLOS PLACIDO DA SILVA

Com amor, a toda pessoa com limitação nos membros inferiores.  
Para Luiz Carlos Scatolim (*in memoriam*),  
Yvone Lucas Faria Scatolim e  
Ariane Scatolim Romão.

*“Para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis.  
Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis.”*  
(Radabaugh)

*“Lutar pelos direitos dos deficientes é uma forma de superar  
as nossas próprias deficiências”.*  
(J.F. Kennedy)

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, especialmente ao meu Orientador Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos, pelo enriquecedor aprendizado e confiança, à minha Coorientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paula da Cruz Landim e aos professores do programa Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli e à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marizilda dos Santos Menezes.

À equipe da Seção Técnica de Pós-Graduação da FAAC: Camile Bermejo Andreo, Helder Cavalcanti do Carmo, Helder Gelonezi, Silvio Carlos Decimone e Luiz Augusto Campagnani Ferreira, pela grande ajuda.

À Faculdade São Luís de Jaboticabal, especialmente à Diretora Acadêmica Prof. Dra. Lucia Vasques e à Mantenedora Gislene Maria de Castro Martins Duarte, também Presidente da Unidade Olhos da Alma, pelo relevante apoio a essa pesquisa.

Aos 14 participantes da pesquisa, pois aprendi muito com cada um.

Ao enfermeiro colaborador da pesquisa, Marcelo Félix, fundamental para a realização dos testes com o protótipo.

Aos amigos queridos, pelo apoio e pelas boas energias, especialmente ao João Luiz Gomes Marciano da Silva e Ricardo André Hahon de Almeida “Pinduca”, colaboradores do protótipo.

Aos professores Eugenio Merino e Giselle Schmidt A. D. Merino pela oportunidade de ter aprendido muito com a disciplina “Tópicos Especiais: Projetando Experiência: uma abordagem centrada no usuário”.

À minha ex-aluna e amiga Thállia de Toledo e à minha prima-amiga Larissa Scattolin Martins pela disponibilidade de correção desse estudo.

Aos amigos Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz (pelos apontamentos valiosos), Ana Paula Topan Junqueira (pelas fotos e vídeo), Francine Sant’Anna (pela parceria) e Rivaldo Gino Bernardo e Carlos Alberto De Vitto (pelas coordenadas na estatística).

Um agradecimento mais que especial à minha família: meu pai Carlinhos, que, de onde estiver, sempre se mantém presente e à minha mãe Yvone; à minha filha Ariane, meus irmãos Ronaldo e Rodrigo, meus amados sobrinhos Rodriguinho e Maria Fernanda, e às minhas cunhadas Graziana e Sandra.

À Comissão Examinadora pelos apontamentos, disponibilidade e contribuições. Ensinamentos que serão levados para a vida toda.

A Deus, pois sei que naqueles momentos difíceis, jamais deixou passar pela minha mente qualquer fraqueza ou vontade de desistir.

## RESUMO

Analisando o design em sua amplitude científica, tecnológica e etimológica, duas condições são constantes: trazer benefícios e melhorar a usabilidade às pessoas. Partindo desse pressuposto, esse estudo buscou, com ênfase no design inclusivo e ergonômico, desenvolver um protótipo, um equipamento de tecnologia assistiva voltado aos usuários de cadeira de rodas, denominado Apoio Eletrônico para os Pés. Para tanto, estudou-se o cadeirante e as consequências da lesão medular e do sedentarismo vividas por ele, uma condição que acaba por ser um problema, devido aos longos períodos sem movimentos nos membros inferiores, que influenciam no edema (aumento do volume) dos pés e trazem vários problemas de saúde. A proposta metodológica da tese se divide em três etapas: a coleta de dados, busca de referências; o desenvolvimento do Apoio Eletrônico para os Pés; e o teste do protótipo com os participantes. A pesquisa experimental contou com a colaboração de 14 participantes (n=14) cadeirantes, para comprovar se com movimentos involuntários produzidos pelo apoio eletrônico, diminuiria o edema dos pés. Utilizou-se o método denominado Pletismografia, para comparação do deslocamento da volumetria de água antes e após o uso do protótipo. Os participantes utilizaram o equipamento por 50 minutos, e em apenas 2 (dois) deles o volume de água permaneceu o mesmo em um dos membros, no restante houve a diminuição do edema. O maior volume deslocado foi 800 ml. Com o Apoio Eletrônico para os Pés desenvolvido por esse estudo, foi possível confirmar as contribuições do design ergonômico para a resolução de problemas na interface produto x usuário, sobretudo para melhorar a qualidade de vida das pessoas com deficiência física, comprovando assim a eficiência do protótipo. A principal diferenciação desse estudo está em pesquisar, desenvolver e testar um protótipo com enfoque ergonômico para reabilitação, como pode ser verificado na pesquisa experimental realizada.

**Palavras-chave:** Design Ergonômico; Design Inclusivo; Cadeirantes; Deficientes físicos; Apoio Eletrônico para os Pés.

## **ABSTRACT**

*L'analyse de la conception dans sa diversité scientifique, technologique et étymologiques, deux conditions sont constantes: avantages et améliorer les gens de convivialité. Sur la base de cette hypothèse, cette étude a cherché, en mettant l'accent sur la conception inclusive et ergonomique, développer un prototype, un équipement de technologie d'assistance adaptée aux utilisateurs de fauteuil roulant, appelé support électronique pour les pieds. A cette fin, il a étudié le fauteuil roulant et les conséquences des lésions de la moelle épinière et l'inactivité subie par lui, une condition qui se révèle être un problème, en raison de longues périodes sans mouvement des membres inférieurs, qui influencent le gonflement (augmentation du volume) de pieds et apporter divers problèmes de santé. La méthodologie de la thèse est divisée en trois étapes: la collecte de données, les références de recherche; le développement du support électronique pour les pieds; et les essais du prototype avec les participants. La recherche expérimentale avec la collaboration de 14 participants (n = 14) Accessible à prouver avec les mouvements involontaires produits par le support électronique, diminuer le gonflement des pieds. Nous avons utilisé la méthode appelée pléthysmographie, pour comparer les volumes de déplacement d'eau avant et après l'utilisation du prototype. Les participants ont utilisé le produit pendant 50 minutes, et seulement 2 (deux) d'entre eux le volume d'eau est resté le même dans l'un des membres, le reste a la réduction de l'oedème. Le volume déplacé plus était de 800 ml. Avec le soutien électronique pour les pieds développés pour cette étude nous a permis de confirmer les contributions de la conception ergonomique pour la résolution de problèmes dans le produit d'interface utilisateur X, en particulier pour améliorer la qualité de vie des personnes ayant un handicap physique, prouvant ainsi l'efficacité du prototype . La différenciation principale de cette étude est à la recherche, développer et tester un prototype à l'approche ergonomique en cure de désintoxication, comme on peut le voir dans l'enquête expérimentale.*

**Keywords:** *Ergonomic Design; Inclusive Design; Wheelchair; Handicapped; Electronic Foot Support.*

## **RÉSUMÉ**

*L'analyse de la conception dans sa diversité scientifique, technologique et étymologiques, deux conditions sont constantes: avantages et améliorer les gens de convivialité. Sur la base de cette hypothèse, cette étude a cherché, en mettant l'accent sur la conception inclusive et ergonomique, développer un prototype, un équipement de technologie d'assistance adaptée aux utilisateurs de fauteuil roulant, appelé support électronique pour les pieds. A cette fin, il a étudié le fauteuil roulant et les conséquences des lésions de la moelle épinière et l'inactivité subie par lui, une condition qui se révèle être un problème, en raison de longues périodes sans mouvement des membres inférieurs, ce qui influence le gonflement (augmentation du volume) de pieds et apporter divers problèmes de santé. La méthodologie de la thèse est divisée en trois étapes: la collecte de données, les références de recherche; le développement du support électronique pour les pieds; et le prototype des sujets de test. La recherche expérimentale avec la collaboration de 14 sujets (n = 14) Accessible à prouver avec les mouvements involontaires produits par le support électronique, diminuer le gonflement des pieds. Nous avons utilisé la méthode appelée pléthysmographie, pour comparer les volumes de déplacement d'eau avant et après l'utilisation du prototype. Les sujets ont utilisé l'appareil pendant 50 minutes dans seulement 2 (deux) d'entre eux le volume d'eau est resté le même dans l'un des membres, le reste a la réduction de l'oedème. Le volume déplacé plus était de 800 ml. Avec le soutien électronique pour les pieds développés pour cette étude nous a permis de confirmer les contributions de la conception ergonomique pour la résolution de problèmes dans le d'interface utilisateur X produit, en particulier pour améliorer la qualité de vie des personnes ayant un handicap physique, prouvant ainsi l'efficacité du prototype . La différenciation principale de cette étude est à la recherche, développer et tester un prototype à l'approche ergonomique en cure de désintoxication, comme on peut le voir dans l'enquête expérimentale.*

**Mots-clés:** *Ergonomique Design; Inclusive Design; Fauteuil roulant; Handicapés; Sport Électronique pour les Pieds.*



## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>A&amp;P</b>	Atividade e Participação
<b>AAATE</b>	Asociación para el Avance de la Tecnología de Apoyo en Europa
<b>ABERGO</b>	Associação Brasileira de Ergonomia
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AVC</b>	Acidente Vascular Cerebral
<b>ADA</b>	American with Disabilities Act
<b>ASIA</b>	American Spinal Injury Association
<b>AVD</b>	Atividades de Vida Diária
<b>AUIN</b>	Agência Unesp de Inovação
<b>BMGF</b>	Bill and Melinda Gates Foundation
<b>BT</b>	Base teórica
<b>CAA</b>	Comunicação Aumentativa e Alternativa
<b>CAAE</b>	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
<b>CAT</b>	Comitê de Ajudas Técnicas
<b>CDPD</b>	Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência
<b>CEAPAT</b>	Centro Estadual de Referência de Técnicas de Autonomia Pessoal y Ayudas
<b>CEP</b>	Comitê de Ética em Pesquisas
<b>CI</b>	Cubo Inclusivo
<b>CID</b>	Classificação Internacional de Doenças
<b>CIF</b>	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
<b>CNAT</b>	Catálogo Nacional de Ajudas Técnicas
<b>COREN</b>	Conselho Regional de Enfermagem
<b>CR</b>	Cadeira de Rodas
<b>CUD</b>	Centro de Design Universal
<b>DA</b>	Disreflexia Autonômica
<b>DCU</b>	Design Centrado no Usuário
<b>DORT</b>	Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho
<b>DP</b>	Desenvolvimento do protótipo
<b>EASTIN</b>	Dirección de Empleo y Asuntos Sociales de la Comisión Europea
<b>ED</b>	Departamento de Educação
<b>EUSTAT</b>	Empowering Users Through Assistive Technology
<b>FAAC</b>	Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação
<b>HAAT</b>	Human Activity Assistive Technology
<b>HCD</b>	Human Centered Design
<b>HEART</b>	Horizontal European Activities in Rehabilitation Technology
<b>HTI</b>	Interface Homem-Tecnologia
<b>IBC</b>	Instituto Benjamin Constant

<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ICF</b>	International Classification of Functioning, Disability and Health
<b>ICIDH</b>	International Classification of Impairment, Disabilities and Handicaps
<b>ICRW</b>	International Center for Research on Women
<b>IDC</b>	Inclusive Design Cube
<b>IDE</b>	Integrated Development Environment
<b>IDEO</b>	Design and Innovation Consulting Firm
<b>IEA</b>	International Ergonomics Association
<b>INPI</b>	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>ITS</b>	Instituto de Tecnologia Social
<b>IVC</b>	Insuficiência Venosa Crônica
<b>LER</b>	Lesões por Esforços Repetitivos
<b>MCTI</b>	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
<b>MDF</b>	Medium-Density Fiberboard
<b>MID</b>	Membro Inferior Direito
<b>MIE</b>	Membro Inferior Esquerdo
<b>MPT</b>	Matching Persons and Technology
<b>MR</b>	Módulo de referência
<b>MTSS</b>	Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social
<b>NIDRR</b>	Instituto Nacional de Pesquisa em Deficiência e Reabilitação
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>PAI</b>	pressão arterial inicial
<b>PAF</b>	pressão arterial final
<b>PCR</b>	peças em cadeira de rodas
<b>PMR</b>	Pessoa com mobilidade reduzida
<b>PNTA</b>	Pesquisa Nacional de Tecnologia Assistiva
<b>PPGDESIGN</b>	Programa de Pós-Graduação em Design
<b>R</b>	Resultado
<b>SDH/PR</b>	Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República
<b>SECIS</b>	Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social
<b>SNPD</b>	Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência
<b>SNRIPC</b>	Secretariado Nacional para a Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência
<b>T</b>	Teste
<b>TA</b>	Tecnologia Assistiva
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>TIDE</b>	Program Technology Initiative for Disabled and Elderly People
<b>TRM</b>	Traumatismo Raquimedular
<b>TVP</b>	Trombose venosa profunda

<b>UNESP</b>	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
<b>UNICEF</b>	Fundo das Nações Unidas para a Infância
<b>VF</b>	Volume Final
<b>VI</b>	Volume Inicial
<b>WHO</b>	World Health Organization
<b>WHOQOL</b>	World Health Organization Quality of Life

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ESQUEMA DA PESQUISA.....	25
FIGURA 2. FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DE VIDA.....	31
FIGURA 3. COLUNA VERTEBRAL.....	39
FIGURA 4. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O DESIGN ERGONÔMICO.....	52
FIGURA 5. PRINCÍPIO 1 - USO EQUITATIVO.....	57
FIGURA 6. PRINCÍPIO 2 - FLEXIBILIDADE NO USO.....	58
FIGURA 7. PRINCÍPIO 3 - SIMPLES E USO INTUITIVO.....	58
FIGURA 8. PRINCÍPIO 4 - INFORMAÇÃO PERCEPTÍVEL.....	59
FIGURA 9. PRINCÍPIO 5 - TOLERÂNCIA DE ERRO.....	60
FIGURA 10. PRINCÍPIO 6 - BAIXO ESFORÇO FÍSICO.....	60
FIGURA 11. PRINCÍPIO 7 - TAMANHO E ESPAÇO PARA O ACESSO E USO.....	61
FIGURA 12. <i>USER PYRAMID</i> .....	63
FIGURA 13. ABORDAGEM DA <i>USER PYRAMID</i> PARA O <i>INCLUSIVE DESIGN CUBE (IDC)</i> .....	65
FIGURA 14. SOLUÇÕES QUE SURGEM DO HCD.....	68
FIGURA 15. O PROCESSO DE HCD.....	69
FIGURA 16. MOVIMENTOS DE ARTICULAÇÃO DOS TORNOZELOS E PÉS.....	93
FIGURA 17. PLANOS DE MOVIMENTOS DOS PÉS.....	96
FIGURA 18. ADEQUAÇÃO DOS APOIOS PARA OS PÉS EM CADEIRA DE RODAS.....	98
FIGURA 19. MÓDULO DE REFERÊNCIA.....	99
FIGURA 20. ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO APOIO ELETRÔNICO PARA OS PÉS.....	106
FIGURA 21. DESIGN ERGONÔMICO COM BASE EM PASCHOARELLI E SILVA (2006).....	107
FIGURA 22. DADOS DOS PÉS E DA CADEIRA DE RODAS.....	109
FIGURA 23. ELEMENTOS DO PROTÓTIPO.....	112
FIGURA 24. PROTÓTIPO DESENVOLVIDO.....	113
FIGURA 25. ETAPAS METODOLÓGICAS BÁSICAS.....	117
FIGURA 26. ETAPAS METODOLÓGICAS.....	118
FIGURA 27. MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO.....	120
FIGURA 28. AVALIAÇÃO POR MEIO DA VOLUMETRIA.....	122
FIGURA 29. ETAPAS DA PESQUISA EXPERIMENTAL.....	124
FIGURA 30. CUBA DE VIDRO UTILIZADA PARA PLETISMOGRAFIA.....	126
FIGURA 31. VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO MEMBRO DIREITO.....	139
FIGURA 32. VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO MEMBRO ESQUERDO.....	141
FIGURA 33. MÉDIA DA VOLUMETRIA DO PÉ DIREITO.....	142
FIGURA 34. MÉDIA DA VOLUMETRIA DO PÉ ESQUERDO.....	144
FIGURA 35. VARIÂNCIA DO PÉ DIREITO.....	146
FIGURA 36. VARIÂNCIA DO PÉ ESQUERDO.....	147
FIGURA 37. DESVIO PADRÃO DO PÉ DIREITO.....	147
FIGURA 38. DESVIO PADRÃO DO PÉ ESQUERDO.....	148

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. VISÃO GERAL DOS COMPONENTES DA CIF.....	35
TABELA 2. ESTRUTURAS RELACIONADAS COM O MOVIMENTO (CLASSIFICAÇÃO DE SEGUNDO NÍVEL)...	36
TABELA 3. CLASSIFICAÇÃO ESTATÍSTICA INTERNACIONAL DE DOENÇAS E PROBLEMAS RELACIONADOS À SAÚDE (CID-10). .....	37
TABELA 4. AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR. ....	38
TABELA 5. MIÓTOMOS E TESTES MUSCULARES CORRESPONDENTES. ....	40
TABELA 6. NÍVEIS DA COLUNA VERTEBRAL E FUNCIONALIDADE. ....	40
TABELA 7. CLASSIFICAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS FÍSICAS.....	42
TABELA 8. CONSIDERAÇÕES PARA UM PROJETO ERGONÔMICO. ....	47
TABELA 9. CATEGORIAS DE TECNOLOGIA ASSISTIVA. ....	77
TABELA 10. CLASSIFICAÇÃO AS AJUDAS TÉCNICAS. ....	80
TABELA 11. CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS ASSISTIVOS. ....	81
TABELA 12. CLASSIFICAÇÃO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA DO <i>U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES</i> . ....	83
TABELA 13. COMPONENTE TÉCNICO DA CLASSIFICAÇÃO DO MODELO HEART - COMUNICAÇÃO.....	85
TABELA 14. COMPONENTE TÉCNICO DA CLASSIFICAÇÃO DO MODELO HEART - MOBILIDADE. ....	86
TABELA 15. COMPONENTE TÉCNICO DA CLASSIFICAÇÃO DO MODELO HEART - MANIPULAÇÃO. ....	87
TABELA 16. COMPONENTE TÉCNICO DA CLASSIFICAÇÃO DO MODELO HEART - ORIENTAÇÃO.....	87
TABELA 17. COMPONENTES HUMANOS DA CLASSIFICAÇÃO DO MODELO HEART.....	88
TABELA 18. COMPONENTES SOCIOECONÔMICOS DA CLASSIFICAÇÃO DO MODELO HEART.....	89
TABELA 19. CATEGORIAS DE PRODUTOS REGISTRADOS PELO CATÁLOGO NACIONAL DE PRODUTOS DE TECNOLOGIA ASSISTIVA . ....	90
TABELA 20. ESTRUTURA METODOLÓGICA. ....	107
TABELA 21. MEDIDAS DA PLATAFORMA E DO PARTICIPANTE PADRÃO. ....	109
TABELA 22. DADOS DA PESQUISA COM OS CADEIRANTES. ....	129
TABELA 23. FAIXA ETÁRIA DOS PARTICIPANTES.....	134
TABELA 24. TEMPO QUE O PARTICIPANTE É CADEIRANTE .....	135
TABELA 25. PRESSÃO ARTERIAL DOS PARTICIPANTES. ....	136
TABELA 26. DADOS ESTATÍSTICOS DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA ANTES E APÓS O TESTE.....	137
TABELA 27. DADOS ESTATÍSTICOS DA PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA ANTES E APÓS O TESTE. ....	137
TABELA 28. VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO MEMBRO DIREITO. ....	138
TABELA 29. VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO MEMBRO ESQUERDO. ....	140
TABELA 30. MÉDIA DA VOLUMETRIA NOS MEMBROS DIREITO E ESQUERDO.....	141
TABELA 31. MÉDIA VOLUMÉTRICA INICIAL, FINAL E DIFERENÇA NO PÉ DIREITO. ....	143
TABELA 32. MÉDIA VOLUMÉTRICA INICIAL, FINAL E DIFERENÇA NO PÉ ESQUERDO. ....	144
TABELA 33. VARIÂNCIA E DESVIO PADRÃO DA VOLUMETRIA NOS MEMBROS DIREITO E ESQUERDO. ...	145
TABELA 34. VARIÂNCIA INICIAL, FINAL E DIFERENÇA DO PÉ DIREITO. ....	145
TABELA 35. VARIÂNCIA INICIAL, FINAL E DIFERENÇA DO PÉ ESQUERDO. ....	146

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>8</b>
<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>9</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>11</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>14</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>15</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
1.1 PROBLEMÁTICA.....	20
1.2 OBJETIVO GERAL.....	21
1.2.1 Objetivos Específicos .....	21
1.3 QUESTÃO DA PESQUISA.....	21
1.4 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	21
1.5 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA.....	23
1.6 DELIMITAÇÃO .....	24
1.7 ORIGINALIDADE E ADERÊNCIA AO PPGDESIGN .....	24
1.8 ESTRUTURA DA TESE.....	25
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>27</b>
2.1 CONCEITOS SOBRE OS DEFICIENTES FÍSICOS E A QUALIDADE DE VIDA.....	28
2.1.1 Tipos de deficiências físicas.....	33
2.1.2 Consequências da lesão medular .....	42
2.2 DESIGN E ERGONOMIA APLICADOS AOS PROJETOS INCLUSIVOS.....	44
2.2.1 Design Ergonômico e a concepção de produtos para a reabilitação.....	49
2.2.2 Design Inclusivo e/ou Universal: caminhos para a inclusão .....	54
2.2.2.1 Os 7 princípios do Design Universal .....	56
2.2.2.2 O Método do Cubo Inclusivo (CI).....	63
2.2.3 O design centrado no usuário cadeirante .....	66
2.3 CONCEITOS DE TA – TECNOLOGIA ASSISTIVA.....	72
2.3.1 Determinações da ISO 9999 de 2002 - 2016 .....	79
2.3.2 Classificação Nacional de Tecnologia Assistiva dos Estados Unidos.....	82
2.3.3 Classificação HEART .....	83

2.3.4 O Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva e o incentivo ao Design Inclusivo.....	89
2.4 ASPECTOS SOBRE OS APOIOS PARA OS PÉS.....	91
2.4.1 Alguns estudos sobre o movimento dos membros inferiores.....	95
2.4.2 Os apoios para os pés em cadeira de rodas .....	98
<b>3. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO APOIO ELETRÔNICO PARA OS PÉS.....</b>	<b>104</b>
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>114</b>
4.1 Estrutura .....	115
4.2 Etapas metodológicas .....	116
4.3 Delimitação e questões éticas .....	119
4.4 Materiais.....	119
4.5 Métodos.....	120
4.5.1 Pletismografia de água: técnica para aferir a insuficiência venosa .....	121
4.5.2 A pesquisa experimental com cadeirantes.....	123
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>128</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>149</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>152</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>170</b>
Anexo I – Parecer do CEP - Comitê de Ética em Pesquisas .....	171
Anexo II – TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	173
Anexo III – A pesquisa e a coleta de dados aplicada no teste com o equipamento .....	176
Anexo IV- Carta de autorização da Unidade Olhos da Alma.....	177
Anexo V – Declaração do enfermeiro colaborador.....	178
Anexo VI- A patente do protótipo desenvolvido .....	179
Anexo VII- Modelos e características de alguns apoios para os pés.....	181

# 1 INTRODUÇÃO



Ao longo da história humana foi possível observar as inúmeras barreiras políticas e morais que as pessoas com deficiência enfrentaram para inclusão na sociedade. Após anos de segregação, os direitos adquiridos foram relevantes, porém ainda há muito a fazer para que todos possam viver em um ambiente inclusivo.

Atualmente, as políticas públicas e as empresas se adaptam e repensam estratégias em prol da inclusão na sociedade, sobretudo no contexto educacional e médico, que passaram a utilizar abordagens mais interativas, reconhecendo que indivíduos com limitações se tornam incapacitados, principalmente pelo comprometimento físico e por fatores ambientais.

Várias iniciativas, como as Regras Padrões sobre Equiparação de Oportunidades para Pessoas com Deficiência, das Nações Unidas, têm legitimado os direitos humanos das pessoas com deficiência, as quais foram fundamentais para que, em 2006, ocorresse a Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD), que culminou na elaboração do relatório mundial sobre a deficiência, com medidas para ampliar a participação social, os recursos da saúde e da reabilitação e os direitos à educação e ao emprego.

Nesse contexto, percebe-se a relevância do design, com o desafio de projetar objetos para a diversidade humana, sobretudo do Design Inclusivo e Universal. O conceito de Design Universal surgiu depois da Revolução Industrial, por meio do questionamento dos processos produtivos, sobretudo na área imobiliária. Além disso, a influência do humanismo modificou a concepção de deficiência, que deixou de ser vista como doença, mas como uma condição.

Em 1963, foi criada em Washington, a *Barrier Free Design*, uma comissão que buscou adaptar edifícios, áreas urbanas e equipamentos às pessoas com mobilidades reduzidas ou com deficiência. Posteriormente, passou a ser chamado Universal Design, cujo objetivo era atender todos os usuários de forma horizontal, universal.

No Brasil, passou-se a debater o tema no início da década de 1980, com foco na área de construção.

Em 1981, foi declarado o Ano Internacional de Atenção às Pessoas com Deficiência, ampliando o debate sobre o Desenho Universal. Quatro anos depois, foi criada a primeira norma técnica brasileira voltada à acessibilidade, intitulada ABNT NBR 9050, garantindo o acesso em edificações, mobiliários, espaços e equipamentos

urbanos. Essa norma passou por duas modificações, em 1998 e em 2004, a qual é válida até hoje, visando regulamentar a acessibilidade no Brasil.

A evolução dos produtos trouxe muitas mudanças na qualidade, embalagem, ergonomia, entre outras. Contudo, uma característica é imutável: a importância do design para promover a igualdade durante a usabilidade, permitindo assim o uso equitativo a qualquer pessoa.

Esse estudo procurou avaliar as consequências do sedentarismo nos cadeirantes, discutindo soluções de design para pessoas com deficiência física e a acessibilidade, como mediadora da usabilidade. A revisão da literatura envolveu três pontos: os princípios e a aplicação do Design Inclusivo; a acessibilidade e o uso igualitário de produtos e serviços; as consequências do sedentarismo nas pessoas com lesão medular, que possuem perda das funções motoras dos membros inferiores. A pesquisa bibliográfica é pertinente aos tipos e consequências das deficiências físicas, ao design de produto, e às tecnologias assistivas. A pesquisa exploratória e o método experimental possibilitaram o controle de variáveis.

Primeiramente, foi aplicado um questionário padronizado, visando avaliar o desconforto causado pelo sedentarismo e conhecer melhor o histórico dos participantes. Em seguida, os participantes foram submetidos ao teste com o protótipo, apoio eletrônico, explicado no Subcapítulo 4.5.2 “A pesquisa experimental com cadeirantes”, para confirmar sua eficiência quanto ao edema dos pés. Os dados coletados buscaram confirmar a questão da pesquisa e a eficiência do equipamento.

## **1.1 PROBLEMÁTICA**

O princípio básico do design é trazer benefícios às pessoas em sua relação com os objetos. A solução de um problema e os processos do design de produto no momento da concepção é, para Maldonado (1991), importante na criação de um objeto, determinando a identidade do produto como objeto.

Apesar do surgimento de novas tecnologias, produtos e serviços primando por melhorar a qualidade de vida das pessoas, a maioria ainda é excluída, pois muitos produtos não são advindos de um projeto inclusivo. Um produto pode ser acessível, mas não inclusivo, ou vice e versa. Uma cadeira de rodas motorizada, por exemplo, é um produto inclusivo, mas não é acessível, devido ao alto custo.

Pesquisar e desenvolver produtos inclusivos exige esforços metodológicos e conhecimento das necessidades e aspirações dos usuários portadores de necessidades especiais, para que a avaliação implique, de modo sistemático, na resolução de problemas.

Os edemas (aumento do volume) são problemas comuns nos pés dos cadeirantes. Partindo desse princípio, é evidente a necessidade de pesquisar e desenvolver produtos que possibilitem resolver tal problema.

## **1.2 OBJETIVO GERAL**

Esse estudo tem como objetivo geral pesquisar, desenvolver e avaliar um protótipo para pessoas com deficiência física nos membros inferiores (cadeirantes), com base na metodologia do design inclusivo e ergonômico.

### **1.2.1 Objetivos Específicos**

- Descobrir o que deficiente físico faz para diminuir o problema da falta de movimentos nos pés, como a fisioterapia e/ou algum esporte.
- Pesquisar os problemas causados pelo sedentarismo dos cadeirantes.
- Avaliar modelos de apoios para os pés desenvolvidos.
- Ressaltar a importância do design e da tecnologia assistiva, como mediadores da qualidade de vida dos deficientes físicos.
- Propor e avaliar um protótipo eletrônico de movimentos involuntários para os pés.

## **1.3 QUESTÃO DA PESQUISA**

O edema nos pés das pessoas com deficiência física é consequência do sedentarismo, por ficarem longos períodos sem movimentos, e da má circulação sanguínea nos membros inferiores. Um apoio eletrônico para os pés, como movimentos involuntários e controlados, que simulam a dorsiflexão (superior) e a flexão plantar (inferior) poderá minimizar as consequências patológicas do sedentarismo?

## **1.4 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA**

As pessoas com deficiências são penalizadas por conviverem em ambientes inadequados, não adaptados, desde a mobilidade até o uso de um simples produto. Uma condição que exige objetos e ambientes acessíveis.

Os graus de deficiências podem variar, com incapacidades permanentes ou temporárias. Contudo, o design inclusivo, independente da condição de seus usuários, é um fator determinante para a redução de diferenças.

Foi possível observar que o atual interesse das empresas em projetar produtos acessíveis se deve a fatores sócio-políticos, pelo crescente número de usuários deficientes físicos e psíquicos, e pela consciência social, cujo ambiente deve se adaptar ao usuário, e não o contrário. Tais mudanças são geridas pela legislação, em meio à segmentação dos usuários e o acesso às tecnologias, que exigem projetos cada vez mais específicos e, concomitantemente, acessíveis.

O *Center of Universal Design* da Universidade da Carolina do Norte, dos Estados Unidos, criou os '7 Mandamentos' do Design Universal, denominados: Uso Equitativo; Flexibilidade no uso; Uso Intuitivo e Simplificado; Informação Perceptiva; Tolerância a Erros; Mínimo esforço; Tamanho e Espaço para Uso. Nesse contexto, Design Universal não se limita apenas às pequenas adaptações de funcionalidade, não significa meros ajustes à funcionalidade do produto e/ou serviço, exige o comprometimento dos designers, das empresas e das políticas públicas, ou seja, faz com que o Design Inclusivo esteja intrínseco ao *Good Design*.

O desenvolvimento de qualquer sociedade depende da inclusão de todas as pessoas, sendo inadmissível que elas sejam excluídas do processo. Para tanto, ambientes e objetos adaptados às diferenças possibilitam às pessoas com deficiência maior independência e qualidade de vida.

Esse estudo focou e buscou diminuir o problema da má circulação sanguínea dos pés das pessoas sem movimento dos membros inferiores. A proposta foi pesquisar e desenvolver, com base nos pressupostos do Design Ergonômico, um apoio eletrônico com movimentos controlados, para proporcionar conforto, corrigir a postura sentada, evitar dores lombares e nas costas, além de melhorar a circulação sanguínea nos pés e nas pernas.

O sedentarismo do cadeirante traz consequências como: escaras (feridas na pele); trombose, devido à má circulação sanguínea; lordose e escoliose, devido à má postura da coluna vertebral; infecção urinária, por causa da retenção da urina; mau funcionamento do intestino; osteoporose, pois, devido à perda de cálcio, os ossos

tornam-se fracos; consequências psíquicas, como a depressão, sobretudo quando o cadeirante não nasceu com o problema.

### 1.5 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA

Quanto à **abordagem**, essa pesquisa tem característica quantitativa, aos atributos mensuráveis da experiência humana, focou uma quantidade reduzida de conceitos; utilizou procedimentos estruturados e formais para coleta de dados, de acordo com condições de controle; realizou de forma objetiva a coleta, a análise e os procedimentos estatísticos (POLIT; BECK; HUNGLER, 2004).

Quanto à **natureza**, essa pesquisa se classifica como aplicada, pois buscou gerar conhecimentos para aplicação prática de problemas específicos, incluindo verdades e interesses locais (SILVA; MENEZES, 2005).

Quanto aos **objetivos**, a pesquisa é de caráter exploratório, pois buscou maior familiaridade com o problema para construir com a questão da pesquisa, realizando levantamento bibliográfico; buscando experiências das pessoas e analisando exemplos (GIL, 2007).

Quanto ao **procedimento**, essa pesquisa possui característica experimental, determinando o objeto de estudo, selecionando as variáveis, definindo as formas de controle e de observação, de acordo com o objeto (GIL, 2007). Além das características bibliográficas, por meio de materiais já elaborados, com “investigações sobre ideologias ou aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema” (GIL, 2007, p. 44). E documental, com referências em dados estatísticos.

Temporalmente, está dividida em 3 fases:

- **Fase 1** – Revisão da Literatura, período referente aos anos 2014 e 2015;
- **Fase 2** – Desenvolvimento e patente do protótipo, período referente aos anos 2015 e 2016;
- **Fase 3** – teste do protótipo com os participantes, período referente ao segundo semestre de 2016.

## 1.6 DELIMITAÇÃO

Esse estudo se delimitou em pesquisar pessoas com deficiência física, sem movimentos nos membros inferiores. Como critério, para evitar riscos, os participantes pesquisados **não** poderiam estar com:

- a pressão arterial alterada;
- escaras nos pés e pernas;
- os membros inferiores atrofiados. A inatividade física pode induzir à desmineralização óssea, à atrofia dos músculos esqueléticos e cardíaco, diminuindo a massa corporal magra, reduzindo o conteúdo de água corporal e o volume sanguíneo, além de aumentar a gordura corporal (FIGONI, 1993).

Os cadeirantes são residentes na cidade de Jaboticabal/SP. Algumas pesquisas foram realizadas na Unidade Olhos da Alma, com sede em Jaboticabal, conforme a carta de autorização no Anexo IV.

## 1.7 ORIGINALIDADE E ADERÊNCIA AO PPGDESIGN

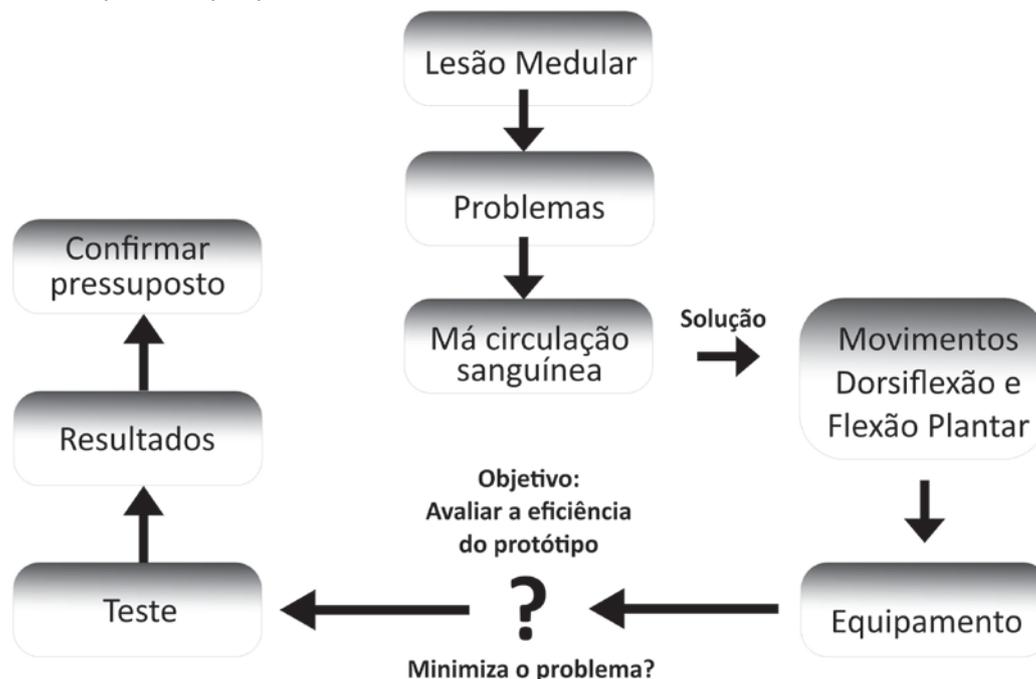
Essa tese se insere a área de concentração Desenho de Produto, do PPGDESIGN - Programa de Pós-Graduação em Design da FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, o qual possui a linha de pesquisa Planejamento de Produto, que:

[...] abrange os conhecimentos necessários para a pesquisa sobre o desenvolvimento de produtos (imagem ou objeto), abrangendo desde os estudos das necessidades mercadológicas até o acompanhamento da vida do produto, passando por questões relativas à geometria e desenvolvimento do projeto e suas diversas formas de representação (FAAC, PPGDESIGN, 2015).

A originalidade desse estudo volta-se à pesquisa e desenvolvimento de um protótipo, com aspectos de tecnologia assistiva (para cadeirantes), concebido e embasado na revisão da literatura e abordagens metodológicas em três vertentes do Design: Ergonômico, Inclusivo ou Universal e Centrado no Usuário.

Esta proposta contribui com o PPGDESIGN, pois está embasada na relação do design x tecnologia x sociedade, como prevê o programa. Para tanto, buscou-se conhecimentos para a análise do desenvolvimento de produtos, de acordo com interações entre os aspectos humanos e a ergonomia, como mostra a sucessão esquemática da Figura 1.

Figura 1. Esquema da pesquisa.



Fonte: Autora.

## 1.8 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese adotou a estrutura proposta pela FAAC – UNESP, do Programa de Pós-Graduação em Design, e está dividida em sete capítulos descritos a seguir:

**Capítulo 1- Introdução:** o primeiro capítulo é composto pela introdução, e seus Subcapítulos: problemática; objetivos; questão da pesquisa; motivação e justificativa; caracterização geral da pesquisa; delimitação; originalidade e aderência ao PPGDESIGN e a estrutura da Tese.

**Capítulo 2 – Fundamentação Teórica:** abordou conteúdos importantes para o desenvolvimento do estudo:

- Os conceitos sobre os deficientes físicos e a qualidade de vida.
- O Design e a Ergonomia voltados aos projetos inclusivos, especificando o Design Ergonômico; o Design Inclusivo e/ou Universal; e o Design centrado no usuário cadeirante.
- Os conceitos sobre as tecnologias assistivas embasados nas determinações da ISO: 9999; na Classificação Nacional de Tecnologia Assistiva dos Estados Unidos; na classificação HEART e nos produtos disponíveis no Catálogo Nacional de Tecnologia Assistiva; o método do Cubo Inclusivo.
- Alguns estudos sobre o movimento dos membros inferiores.

### **Capítulo 3- O processo de desenvolvimento do apoio eletrônico para os pés:**

os componentes, a metodologia e a estrutura mecânica do protótipo desenvolvido pela tese.

**Capítulo 4- Procedimentos Metodológicos:** inicia com a apresentação dos materiais utilizados e das etapas e procedimentos metodológicos, de acordo com cada fase, enfatizando a pesquisa experimental com os participantes, conforme as normas do CEP - Comitê de Ética em Pesquisas. É mostrada a técnica utilizada para testar a eficiência do protótipo desenvolvido, denominada Pletismografia.

**Capítulo 5- Resultados e Discussão:** a apresentação dos resultados da coleta de dados com os cadeirantes, por meio do uso do equipamento, da técnica de Pletismografia e de questionários; bem como as discussões sobre a eficiência do protótipo.

**Capítulo 6- Considerações:** são apresentadas as conclusões do estudo, considerando os principais resultados e propostas de realização de futuras pesquisas.

**Capítulo 7- Referências:** exhibe todo referencial bibliográfico utilizado pelo estudo, como livros, trabalhos de anais, sites, dentre outros.

Os Anexos são apresentados na seguinte ordem:

Anexo I – Parecer do CEP - Comitê de Ética em Pesquisas

Anexo II – TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Anexo III – A pesquisa e a coleta de dados aplicada no teste com o equipamento

Anexo IV- Carta de autorização da Unidade Olhos da Alma

Anexo V – Declaração do enfermeiro colaborador

Anexo VI- A patente do protótipo desenvolvido

Anexo VII- Modelos e características de alguns apoios para os pés



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## 2.1 CONCEITOS SOBRE OS DEFICIENTES FÍSICOS E A QUALIDADE DE VIDA

A limitação é inerente à condição humana. Ao longo da vida, a maioria das pessoas terá alguma deficiência permanente ou temporária, sobretudo na velhice, fase em que as limitações aparecem e a funcionalidade do corpo passa por dificuldades. A deficiência afeta não apenas quem sofre a lesão, mas envolve a família do deficiente, a qual deve assumir os cuidados e atender as necessidades (MISHRA; GUPTA, 2006).

De acordo com os dados do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no Censo Demográfico (IBGE, 2010), mais de 45,6 milhões de brasileiros declararam ter alguma deficiência, representando 23,9% da população do país. Dentre estes 4,4 milhões declararam ter deficiência motora severa, mais de 734,4 mil disseram que não conseguem caminhar ou subir escadas, e mais de 3,6 milhões informaram ter grande dificuldade de locomoção.

Esses dados denotam o expressivo número de usuários que necessitam de adaptações e a relevante contribuição de um design acessível como agente transformador e democrático no cotidiano, em vários aspectos, como no uso de produtos, na mobilidade, no acesso às informações e no bem-estar.

A partir da década de 1930, no Canadá, começaram a surgir às primeiras pesquisas voltadas aos problemas de lesão medular. Os crescentes estudos foram motivados pela Primeira e Segunda Guerra Mundial, que deixaram vários mutilados (CALEGARI; GORLA; ARAÚJO, 2010).

A evolução tecnológica ao longo dos anos denota uma característica constante: trazer praticidade à vida dos usuários, com serviços e recursos que tornam as atividades do cotidiano mais ágeis. Os serviços são ferramentas que auxiliam o usuário durante a seleção, aquisição e uso de recursos. Os recursos representam equipamentos ou parte deles, com o objetivo de ampliar, manter ou melhorar as capacidades funcionais dos usuários com deficiência.

Na sociedade industrial altamente desenvolvida, o objetivo de quase toda atividade é a elevação do crescimento econômico e do nível de vida. Aí a satisfação de necessidades e aspirações tem um papel substancial, motivando a criação e o aperfeiçoamento de objetos. O processo se inicia com a pesquisa de necessidades e aspirações, a partir das quais se desenvolverão as ideias para sua satisfação, em forma de produtos

industriais (projeto de produtos). É na transformação dessas ideias em produtos de uso (desenvolvimento de produtos) que o designer industrial participa ativamente (LÖBACH, 2001, p. 29).

A quantidade de pessoas com lesão na medula é cada vez mais frequente, esse dado é consequência, principalmente, de acidentes e da violência urbana. Com isso, o expressivo número de casos de traumatismo da medula temporários ou permanentes resulta, além de alterações das funções sensitiva e motora dos membros inferiores e/ou superiores, em consequências no sistema circulatório, urinário, intestinal, respiratório, dentre outras. Devido à gravidade das lesões, a qualidade de vida dos deficientes físicos torna-se prejudicada pelas sequelas que interferem no cotidiano, exigindo atividades de reabilitação (LIANZA; CASALIS; GREVE, 2001).

A saúde é definida pela Organização Mundial da Saúde - OMS como um estado de bem-estar físico, social e mental, independente da presença de uma doença (THE WHOQOL GROUP, 1995). Porém, as diversas áreas da medicina enfatizam o estudo da doença como critério de avaliação.

Vários instrumentos voltados a avaliar o bem-estar e a qualidade de vida passaram a ser desenvolvidos, principalmente na Inglaterra e nos Estados Unidos (THE WHOQOL GROUP, 1995), para avaliar diferentes culturas. Tais pesquisas motivaram a OMS a desenvolver também um instrumento de avaliação semelhante, com a criação do grupo de Qualidade de Vida da OMS, coordenado por John Orley, quem definiu qualidade de vida como "a percepção do indivíduo de sua posição na vida no contexto da cultura e sistema de valores nos quais ele vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações" (THE WHOQOL GROUP, 1994).

A definição de qualidade de vida é ampla. O desenvolvimento do instrumento *World Health Organization Quality of Life* (WHOQOL) definiu primeiramente o conceito. A OMS contou com a colaboração de especialistas do mundo todo, os quais determinaram qualidade de vida como a percepção do indivíduo em sua condição de vida, especificamente no que se refere à cultura e valores em seu cotidiano, comparados à representação de necessidades, objetivos, padrões e preocupações (THE WHOQOL GROUP, 1995). Portanto, um conceito abrangente que envolve aspectos psicológicos, sociais, culturais, físicos, nível de independência, dentre outros. Dessa forma, a adequação às necessidades de cada usuário deve ser

questionada e adaptada, no intuito de trazer benefícios, relativos e subjetivos, ao cotidiano dos usuários.

Essa necessidade é, de acordo com Norman (2004), definida pelo design emocional, representando a estética e a funcionalidade, subdividido basicamente em três níveis:

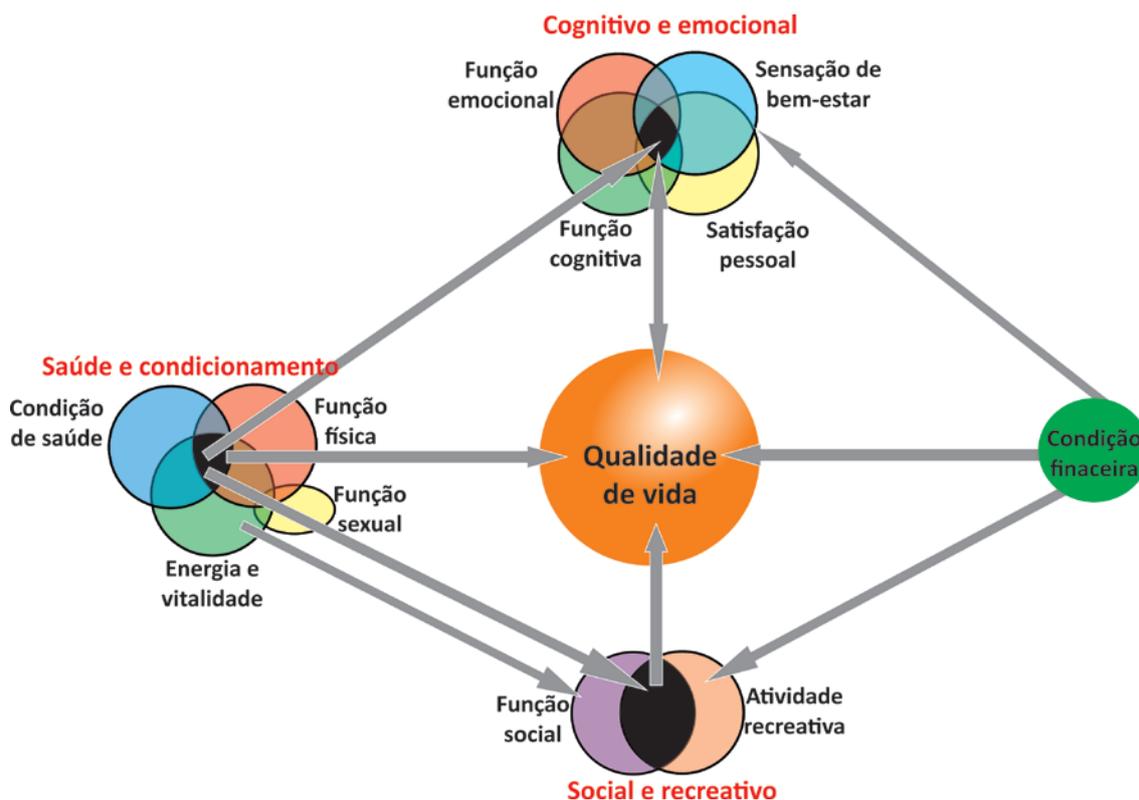
- Nível visceral: relacionado com a aparência do produto, a forma do produto. Sensações e emoções que o objeto irá provocar. O nível visceral é caracterizado por julgamentos efêmeros;
- Nível comportamental: relacionado à funcionalidade e a usabilidade do produto. A forma segue a função. Segundo Cardoso (2004), se o produto mais bonito fosse também o mais eficiente e barato de se fabricar, não haveria mais sentido em produzir produtos melhores e outros piores. O nível comportamental enfatiza como a função é percebida pelo usuário. A forma (nível visceral) age em conjunto com a função (nível comportamental);
- Nível reflexivo: relacionado à satisfação, à marca, ao status, agregando valores à imagem do usuário.

Percebe-se que os conceitos utilizados pelo Grupo WHOQOL remetem à subjetividade da avaliação, resultante do contexto cultural, social e do meio ambiente, transmitidos pelo indivíduo pesquisado e pela qualidade de vida almejada e/ou vivida.

Não há dúvida de que o desenvolvimento de instrumentos e formas de avaliação de mortalidade e morbidade é uma tarefa muito mais simples (ou muito menos complexa) do que criar instrumentos para avaliar qualidade de vida ou bem-estar. É difícil definir construtos subjetivos influenciados por características temporais (de época) e culturais, como estes em questão. Assim, desenvolver instrumentos para avaliar qualidade de vida psicometricamente válidos é um grande desafio. Some-se a isto o fato de que a maioria desses instrumentos foi desenvolvida nos Estados Unidos e na Europa, o que torna o seu uso transcultural no mínimo questionável (FLECK, 2000, p. 34).

A qualidade de vida tem sido pesquisada com diversos outros fatores, como as consequências do envelhecimento (SPIRDUSO, 2005), conforme mostra a Figura 2. A atividade física representa um indicador para tal investigação, pois se o indivíduo não consegue executar tarefas diárias simples, acaba por apresentar a condição de morbidade, com a dependência de terceiros.

Figura 2. Fatores que afetam a qualidade de vida.



Fonte: SPIRDUSO, 2005, p. 30.

Segundo Braga e Almeida (2006), ainda há poucos estudos sobre pessoas com lesão medular, apesar das crescentes sequelas do trauma, as quais interferem na qualidade de vida e no convívio social dos lesionados. A lesão medular traz vários problemas às pessoas, sobretudo o edema (aumento do volume) dos pés, devido ao problema do retorno do fluxo venoso, decorrente da falta de movimento por longos períodos.

Cerca de 20 a 40 indivíduos/milhão/ano são portadores de lesão medular, constituído, sobretudo por adultos jovens do gênero masculino. No Brasil, 130 mil indivíduos possuem lesão medular, representando aproximadamente 6.000 novos casos por ano, dado considerado um problema de Saúde Pública, por ser um índice elevado de pacientes com este quadro clínico (BAMPI; GUILHEM; LIMA, 2011).

Além da perda da funcionalidade, a dor é tida como uma das principais complicações mais incapacitantes e vivenciadas pelos indivíduos no processo de reabilitação. [...] Invariavelmente, os indivíduos que sofrem uma lesão espinal precisam adaptar-se a um novo estilo de vida, adquirindo novas perspectivas e buscando constantemente um novo futuro. Pensando dessa forma, cada ponto do processo de reabilitação do paciente deve ser considerado e programado pela equipe de saúde, visando o conhecimento e o controle da dor em pacientes com lesão medular (RODRIGUES; VIDAL; LEMES, et al., p. 172, 2012).

Os recursos tecnológicos, produtos e serviços para pessoas com deficiências trouxeram, ao longo da evolução de bens e consumo, vários equipamentos de reabilitação para os usuários com necessidades especiais, tais como: órteses, próteses, implantes cerebrais, aparelhos com movimentos involuntários, dentre outros. Quando tais equipamentos são adaptados, denomina-se Tecnologia Assistiva - TA, “um termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de Recursos e Serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e Inclusão” (SARTORETTO; BERSCH, 2014).

Para Johnson (2006), os equipamentos de reabilitação e a fisioterapia proporcionam ao paciente a recuperação em menor tempo, se comparado às pessoas que não utilizam tais procedimentos. Segundo Moura e Silvia (2005), a condição de dependência traz consequências ruins aos indivíduos com necessidades especiais, sobretudo problemas psíquicos e sociais.

Para diminuir tais consequências, é preciso garantir aos deficientes a igualdade de direitos, principalmente o acesso a bens e serviços. Conforme o Decreto nº 3.298/1999:

Cabe aos órgãos e às entidades do Poder Público assegurar à pessoa portadora de deficiência o direito à educação, à saúde, ao trabalho, ao desporto, ao turismo, ao lazer, à previdência social, à assistência social, ao transporte, à edificação pública, à habitação, à cultura, ao amparo à infância e à maternidade, e de outros que, decorrentes da Constituição e das leis, propiciem seu bem-estar pessoal, social e econômico.

Art. 3º. Para os efeitos deste Decreto, considera-se:

I - deficiência – toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano;

II - deficiência permanente – aquela que ocorreu ou se estabilizou durante um período de tempo suficiente para não permitir recuperação ou ter probabilidade de que se altere, apesar de novos tratamentos; e

III - incapacidade – uma redução efetiva e acentuada da capacidade de integração social, com necessidade de equipamentos, adaptações, meios ou recursos especiais para que a pessoa portadora de deficiência possa receber ou transmitir informações necessárias ao seu bem-estar pessoal e ao desempenho de função ou atividade a ser exercida (BRASIL, Decreto nº 3.298/1999).

O Decreto nº 5.296/2004 regulamenta as Leis n.º 10.048/ 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e n.º 10.098/2000, que

estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dispõe que a pessoa portadora de deficiência possui limitação ou incapacidade para o desempenho de atividade. Em relação à deficiência física, dispõe que é:

Alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções (BRASIL, Decreto nº 5.296/2004).

Dessa forma, os deficientes são classificados conforme suas habilidades. No cotidiano, necessitam constantemente de dispositivos para locomoção, como a cadeira de rodas, muletas ou bengalas. Devido ao sedentarismo dos deficientes físicos, os hábitos de vida sofrem alterações, sobretudo quando a lesão é causada na vida adulta. Tal condição implica em vários problemas de saúde, que serão detalhados no Subcapítulo 2.1.2.

### **2.1.1 Tipos de deficiências físicas**

De acordo com as Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular (2013), no Brasil, a relação de Traumatismo Raquimedular (TRM) é de 40 casos novos/ano/milhão de habitantes, representando 6 a 8 mil casos novos/ano, sendo que, destes, 80% das vítimas são homens e 60% possuem entre 10 e 30 anos de idade. Ainda de acordo com tais diretrizes, a cada ano no Brasil, ocorrem mais de 10 mil novos casos de lesão medular, predominantemente por consequência de traumas.

As causas não traumáticas correspondem a cerca de 20% dos casos de lesão medular e compreendem um vasto leque de patologias como tumores intra e extra medulares, fraturas patológicas (metástases vertebrais, tuberculose, osteomielite e osteoporose), estenose de canal medular, deformidades graves da coluna, hérnia discal, isquemia (em especial associada a aneurismas de aorta), infecciosas (p.ex. mielite transversa, paraparesia espástica tropical) e autoimunes (p.ex. esclerose múltipla) (DIRETRIZES DE ATENÇÃO À PESSOA COM LESÃO MEDULAR, 2013, p. 8).

O Decreto nº 3.298/1999 dispõe sobre os principais tipos de deficiência física: paraplegia - comprometimento das funções motoras dos membros inferiores; tetraplegias - comprometimento da função motora dos membros superiores e inferiores; e hemiplegia - comprometimento das funções motoras em um hemisfério do corpo. Também são consideradas deficiências físicas a paralisia cerebral, as amputações e as ostomias (uso de sondas) (BRASIL, 1999, Decreto nº 3.298).

Com o objetivo de pesquisar sobre as causas e consequências das doenças, a OMS publicou em 1976 a ICDH - *International Classification of Impairment, Disabilities and Handicaps*, em Português denominou-se CIDID - Classificação Internacional das Deficiências, Incapacidades e Desvantagens. A classificação da OMS conceitua *impairment* (deficiência) como as anormalidades em estruturas, órgãos e sistemas corporais. E *disability* (incapacidade) como as decorrências da deficiência sobre a habilidade e o rendimento funcional. *Handicap* (desvantagem) representa a capacidade de adaptação do indivíduo ao meio ambiente, mesmo com a mobilidade reduzida e a deficiência temporária ou permanente. De acordo com o modelo proposto pela CIDID, há a seguinte sequência: doença – deficiência – incapacidade – desvantagem (OMS, 2003).

Em 2001, a Assembleia Mundial da Saúde regulamentou a ICF - *International Classification of Functioning, Disability and Health*, em português CIF - Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. A CIF explica as limitações e capacidades que uma pessoa enfrenta diariamente, considerando as funcionalidades do corpo e a participação social (BATTISTELLA; BRITO, 2002).

Conforme a WHO - *World Health Organization* (2002), a CIF e a CID-10 se complementam no que se refere ao diagnóstico, aos níveis de funcionalidade e à saúde das pessoas. A CIF é fundamentada em conceitos biopsicossociais, que avaliam a saúde em níveis sociais e corporais, por meio de aspectos positivos (funcionalidade) e negativos (incapacidade). O indivíduo com deficiência é avaliado e diagnosticado por um modelo biomédico, que se baseia em três dimensões: a biomédica, a psicológica e a social (Tabela 1) (OMS, 2003; CIF, 2004).

**Tabela 1.** Visão geral dos componentes da CIF.

Componentes	Parte 1: Funcionalidade e Incapacidade		Parte 2: Fatores Contextuais	
	Funções e Estruturas do Corpo	Atividades e Participação	Fatores Ambientais	Fatores Pessoais
<b>Domínios</b>	Funções do Corpo Estruturas do Corpo	Áreas Vitais (tarefas, ações)	Influências externas sobre a funcionalidade e a incapacidade	Influências internas sobre a funcionalidade e a incapacidade
<b>Constructos</b>	Mudanças nas funções do corpo (fisiológicas)  Mudanças nas estruturas do corpo (anatômicas)	Capacidade Execução de tarefas num ambiente padrão  Desempenho/Execução de tarefas no ambiente habitual	Impacto facilitador ou limitador das características do mundo físico, social e atitudinal	Impactos dos atributos de uma pessoa
<b>Aspectos Positivos</b>	Integridade funcional e estrutural	Atividades  Participação	Facilitadores	Não aplicável
	Funcionalidade			
<b>Aspectos Negativos</b>	Deficiência	Limitação da atividade Restrição da participação	Barreiras	Não aplicável
	Incapacidade			

Fonte: CIF, 2004, p. 14.

Porém, cabe um questionamento sobre a linearidade deficiência x incapacidade. Ambas vão além das consequências advindas da lesão medular, mas são definidas pelo histórico dos indivíduos, de acordo com o meio social, cultural e físico, além da legislação vigente e do acesso aos produtos e serviços. Portanto, para classificar funcionalidades, deve-se ir além da avaliação do estado funcional.

Chamamos de lesão medular toda injúria às estruturas contidas no canal medular (medula, cone medular e cauda equina), podendo levar a alterações motoras, sensitivas, autonômicas e psicoafetivas. Estas alterações se manifestarão principalmente como paralisia ou paresia dos membros, alteração de tônus muscular, alteração dos reflexos superficiais e profundos, alteração ou perda das diferentes sensibilidades (tátil, dolorosa, de pressão, vibratória e proprioceptiva), perda de controle esfinteriano, disfunção sexual e alterações autonômicas como vasoplegia, alteração de sudorese, controle de temperatura corporal entre outras (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013, p. 6).

As Atividades e Participação (A & P) representam como os indivíduos executam suas atividades diárias e se comportam na vida social, conforme suas capacidades, desde simples tarefas até atividades diárias complexas, como aprendizagem, cuidados pessoais, mobilidade, relações interpessoais, trabalho, acesso à educação e estabilidade econômica. As Atividades descrevem as

dificuldades que o indivíduo enfrenta para executar determinada tarefa. Já Participação, representa as restrições sociais enfrentadas em situações cotidianas (OMS, 2003).

A CIF permite a adoção de ferramentas e abordagens utilizadas de forma multidisciplinar em várias áreas: na educação, saúde, medicina do trabalho, previdência social, políticas públicas, estatísticas, entre outras. A adoção do modelo da CIF permite a uniformização de conceitos para o ensino e a pesquisa.

A partir da classificação formulada pela CIF, a OMS criou uma lista genérica composta por 152 categorias, que representam **38** funções do corpo; **20** de estrutura do corpo; **57** de Atividade e Participação (A&P) e **37** de fatores ambientais (WHO, 2002). A área de Medicina Física e de Reabilitação vem aplicando efetivamente os conceitos da CIF para acompanhar os pacientes em tratamento, além da avaliação de pacientes em condições traumáticas e na geriatria.

Para avaliar a funcionalidade e a capacidade dos indivíduos a CIF utiliza um sistema alfanumérico representado pelas letras **B**, **S**, **D** e **E** para indicar: Funções do Corpo (B), Estruturas do Corpo (S), Atividades e Participação (D) e Fatores Ambientais (E). As letras são seguidas de um código numérico que inicia pelo número do sistema (1 dígito), seguido pelo segundo nível (2 dígitos) e o terceiro e quarto níveis (um dígito cada). A Tabela 2 mostra a classificação da letra **s**, referente à Estrutura do Corpo, com os códigos de capacidade de movimento.

**Tabela 2.** Estruturas relacionadas com o movimento (Classificação de Segundo Nível).

CÓDIGO	CLASSIFICAÇÃO
s710	Estrutura da região da cabeça e do pescoço
s720	Estrutura da região do ombro
s730	Estrutura do membro superior
s740	Estrutura da região pélvica
s750	Estrutura do membro inferior
s760	Estrutura do tronco
s770	Estruturas musculoesqueléticas adicionais relacionadas ao movimento
s798	Estruturas relacionadas com o movimento, outras especificadas
s799	Estruturas relacionadas com o movimento, não especificadas

Fonte: CIF, 2004, p. 40.

A lesão medular é classificada de acordo com a padronização internacional determinada pela *American Spinal Injury Association* (ASIA). Como mencionado, a

Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), representa o modelo elaborado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para definir, mensurar e formular políticas pertinentes à saúde, aos estados relacionados à saúde e à incapacidade. Os estados de saúde referem-se às doenças, distúrbios, lesões, etc. São classificados pela CID-10 (Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde, 10ª revisão) (Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular, 2013) (Tabela 3). Já a funcionalidade e a incapacidade, como citado, são classificadas pela CIF.

A CID não deve ser utilizada de forma isolada, pois assim desconsidera variáveis pessoais, ambientais, sociais, econômicas, entre outras, impossibilitando a avaliação da evolução decorrente das intervenções de reabilitação e/ou readaptação.

**Tabela 3.** Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10).

CÓDIGO	CLASSIFICAÇÃO
S14	Traumatismo de nervos e da medula espinhal ao nível cervical
S14.0	Concussão e edema da medula cervical
S14.1	Outros traumatismos e os não especificados da medula cervical
S24	Traumatismo de nervos e da medula espinhal ao nível do tórax
S24.0	Concussão e edema da medula espinhal torácica
S24.1	Outros traumatismos da medula espinhal torácica e os não especificados
S34	Traumatismo dos nervos e da medula lombar ao nível do abdome, do dorso e da pelve
S34.0	Concussão e edema da medula lombar
S34.1	Outro traumatismo da medula lombar
S34.3	Traumatismo de cauda equina
G82	Paraplegia e tetraplegia
G82.0	Paraplegia flácida
G82.1	Paraplegia espástica
G82.2	Paraplegia não especificada
G82.3	Tetraplegia flácida
G82.4	Tetraplegia espástica
G82.5	Tetraplegia não especificada

**Fonte:** DIRETRIZES DE ATENÇÃO À PESSOA COM LESÃO MEDULAR, 2013, p. 10.

O diagnóstico da lesão medular, por meio do exame neurológico, é realizado conforme protocolo da ASIA, que avalia a força motora, a sensibilidade e os reflexos. A lesão medular é definida como tetraplegia, quando há o comprometimento dos membros superiores e inferiores; e paraplegia, apenas nos membros inferiores (CIF, 2004).

Os casos de lesão divergem quanto à movimentação muscular ativa e/ou sensitiva abaixo do nível de lesão, e são avaliados segundo a escala *Frankel* ou *Asia Impairment Scale* (Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular, 2013).

O nível sensitivo da lesão é determinado por meio de avaliação clínica, através dos dermatômos (regiões da pele que advém da coluna vertebral) ao toque leve e à dor, cujos pontos chaves recebem notas de **0** para ausência de sensibilidade; **1** para sensibilidade alterada (diminuição ou aumento); e **2** para sensibilidade normal. Já o nível motor, pela avaliação do grau de força muscular nos grupos musculares correspondentes aos miótomos. Esta gradação não é aplicada aos músculos do tronco. “O nível motor é o último nível em que a força é pelo menos grau 3 e o nível acima tem força muscular normal (grau 5)” (DIRETRIZES DE ATENÇÃO À PESSOA COM LESÃO MEDULAR, 2013, p. 17), conforme mostra a Tabela 4.

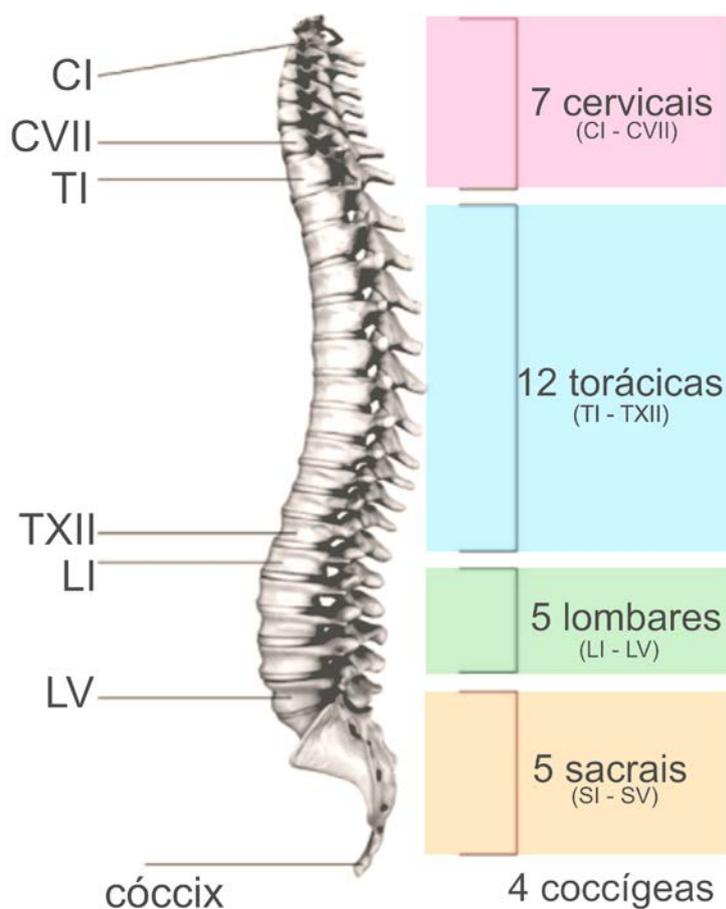
**Tabela 4.** Avaliação da força muscular.

Grau 0	Paralisia total
Grau 1	Contração visível ou palpável
Grau 2	Movimentação ativa sem vencer a força da gravidade
Grau 3	Vence a gravidade, mas não vence qualquer resistência
Grau 4	Não vence a resistência do examinador
Grau 5	Normal

**Fonte:** DIRETRIZES DE ATENÇÃO À PESSOA COM LESÃO MEDULAR, 2013, p. 16. (SAS/MS).

A coluna vertebral é constituída por 33 vértebras, 7 cervicais (pescoço), 12 torácicas (região dorsal), 5 lombares (região inferior das costas), 5 na região sacral (pélvica) e 4 na região coccígea (cóccix) (DIMON, 2010).

**Figura 3.** Coluna vertebral.



**Fonte:** Adaptação de Dimon, 2010, p. 70.

A deficiência física se refere ao comprometimento do aparelho locomotor que compreende o sistema Osteoarticular, o Sistema Muscular e o Sistema Nervoso. As doenças ou lesões que afetam quaisquer desses sistemas, isoladamente ou em conjunto, podem produzir grande (sic) limitações físicas de grau e gravidades variáveis, segundo os segmentos corporais afetados e o tipo de lesão ocorrida (BRASIL 2006, p. 28 apud SCHIRMER, 2007, p. 23).

A medula espinhal realiza a condução de impulsos nervosos sensitivos e motores entre o cérebro e as áreas do corpo. Cada raiz nervosa recebe informações sensitivas de regiões da pele designadas dermatômos e, conseqüentemente, envolve um grupo de músculos denominados de miótomos. A Tabela 5 mostra os grupos musculares correspondentes aos miótomos (DIRETRIZES DE ATENÇÃO À PESSOA COM LESÃO MEDULAR, 2013).

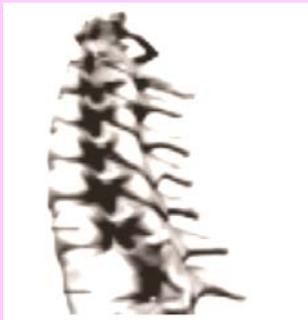
**Tabela 5.** Miótomos e testes musculares correspondentes.

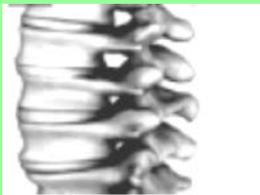
Nível Motor	Ação
C5	Flexão do cotovelo
C6	Extensão do punho
C7	Extensão do cotovelo
C8	Flexão das falanges distais
T1	Abdução do quinto dedo
T2-L1	Não é possível quantificar
L2	Flexão do quadril
L3	Extensão do joelho
L4	Dorsiflexão do pé
L5	Extensão do hálux
S1	Plantiflexão

**Fonte:** DIRETRIZES DE ATENÇÃO À PESSOA COM LESÃO MEDULAR, 2013, p. 18. (SAS/MS).

A lesão medular traz consequências graves para o indivíduo, as capacidades funcionais e sensitivas são afetadas conforme o nível da lesão (MOORE; DALLEY; WERNECK, 2007). A Tabela 6 demonstra cada nível da coluna vertebral, e respectivamente, como a lesão pode influenciar na funcionalidade. Quando a lesão é muito próxima do pescoço (C1 – C3), o diafragma pode ser preservado, portanto, na maioria desses casos, não há necessidade de respiração mecânica.

**Tabela 6.** Níveis da coluna vertebral e funcionalidade.

	NÍVEL	FUNCIONALIDADE
 <p><b>7 cervicais</b> (C1 - CVII)</p>	<b>C1- C3</b>	os movimentos da cabeça e do pescoço são limitados / necessidade de respiração por aparelho (ventilador ou implante)
	<b>C4</b>	conseguem respirar sem a necessidade de aparelhos / capacidade de usar uma cadeira de rodas motorizada / tem controle dos movimentos de cabeça e pescoço.
	<b>C5</b>	conseguem flexionar os cotovelos e ter o controle dos movimentos de cabeça, pescoço e ombros / com o auxílio de órteses, podem segurar objetos, e realizar tarefas simples para alimentação e higiene.
	<b>C6</b>	controle motor do bíceps braquial / conseguem realizar flexão passiva dos dedos da mão/ independência funcional para necessidades básicas / conseguem dirigir veículos adaptados e realizar tarefas diárias (alimentação, banho, higiene pessoal) / realizam movimentos de cabeça, pescoço, ombros, braços e pulsos.
	<b>C7</b>	conseguem estender os cotovelos / realizam tarefas domésticas e diárias como: digitação, atender telefones e usar os computadores / podem elevar a pelve na cadeira de rodas para aliviar a pressão.

		NÍVEL	FUNCIONALIDADE
 <p>12 torácicas (T1 - TXII)</p>	<p><b>T1</b> -</p>	<p><b>T12</b></p>	<p>controle dos músculos da parte superior / consegue realizar com independência funcional tarefas domésticas/ equilíbrio do tronco significativo.</p>
	<p><b>T9</b> -</p> <p><b>T12</b></p>		
 <p>5 lombares (L1 - LV)</p>	<p><b>L1</b> -</p> <p><b>L5</b></p>		<p>independência funcional para a mobilidade, tarefas cotidianas /autocontrole da bexiga e do intestino / capacidade para dirigir carro adaptado com controles manuais / controle dos joelhos e quadris / podem caminhar como uso de órteses.</p>
 <p>5 sacrais (S1 - SV)</p>	<p><b>S1</b> -</p> <p><b>S5</b></p>		<p>de acordo com o grau da lesão há retorno voluntário do intestino, bexiga e funções sexuais.</p>

Fonte: Adaptação de Moore; Dalley; Werneck, 2007.

Nos indivíduos adultos, a deficiência física pode ser consequência de um ACV - Acidente Vascular Cerebral (derrame), de lesão medular (permanente ou temporária), de amputação ou de traumatismo craniano.

Outra causa da paralisia é advinda pelo vírus da poliomielite. De acordo com a OMS, o Brasil e toda a América Latina erradicaram o vírus que causa a paralisia infantil, e no Brasil, especificamente, há 20 anos não se registra mais casos. Tal êxito

ocorreu devido às campanhas de vacinação que veem sendo realizadas desde a década de 1980. (UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância, 2014).

Conforme o local da lesão medular e a função motora afetada, a deficiência é classificada. A Tabela 7 explica as classificações das deficiências e, conseqüentemente, as funções motoras comprometidas.

**Tabela 7.** Classificação das deficiências físicas.

<b>Paraplegia</b>	Perda total das funções motoras nos membros inferiores.
<b>Paraparesia</b>	Perda parcial das funções motoras dos membros inferiores.
<b>Monoplegia</b>	Perda total das funções motoras de um só membro (podendo ser superior ou inferior).
<b>Monoparesia</b>	Perda parcial das funções motoras de um só membro (podendo ser superior ou inferior).
<b>Tetraplegia</b>	Perda total das funções motoras dos membros superiores e inferiores.
<b>Tetraparesia</b>	Perda parcial das funções motoras dos membros superiores e inferiores.
<b>Triplegia</b>	Perda total das funções motoras em três membros.
<b>Triparesia</b>	Perda parcial das funções motoras em três membros.
<b>Hemiplegia</b>	Perda total das funções motoras de um hemisfério do corpo (direito ou esquerdo).
<b>Hemiparesia</b>	Perda parcial das funções motoras de um hemisfério do corpo (direito ou esquerdo)

Fonte: IBC – Instituto Benjamin Constant, 2007.

O corpo humano é dividido em segmentos que são determinados pelo peso e pelo tamanho, e representado por uma porcentagem conforme a altura e o peso total de uma pessoa. Tais relações se aplicam à maioria dos indivíduos, possibilitando a proximidade na avaliação dos cálculos necessários. Os pés, membros avaliados por essa pesquisa, possuem em média 1,43% de peso e 50% de centro de gravidade (HALL, 2006).

### 2.1.2 Consequências da lesão medular

Com a lesão medular, o indivíduo passa a ter vários problemas de saúde. Partes do corpo perdem funções, como mencionado. Abaixo são mostradas, de forma sucinta, as principais consequências da lesão medular, de acordo com SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., (2013).

**Choque medular:** ocorre após o traumatismo na medula. Durante o choque medular, independentemente da lesão medular completa e permanente, o indivíduo

apresenta ausência total da sensibilidade, dos movimentos e do reflexo bulbo cavernoso. Este indica o final do choque medular, possibilitando determinar o grau da lesão neurológica causada pelo trauma (SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., 2013).

**Choque neurogênico:** quando há queda da pressão arterial, acompanhada de bradicardia (frequência de batimento cardíaco menor do que 60 por minuto). Tal quadro não permite que o indivíduo consiga elevar a frequência cardíaca. O choque neurogênico diferencia-se do choque hipovolêmico, cuja pressão arterial, além de estar diminuída, e acompanhada de taquicardia (SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., 2013).

**Trombose venosa profunda (TVP):** pode ocorrer devido à vasodilatação e ao acúmulo de sangue na superfície periférica.

Até 80% ou mais de pacientes com lesões completas, foi relatado o desenvolvimento de TVP, apresentando uma incidência global de 13,6% entre os pacientes internados durante a fase aguda. A incidência de TVP é maior 7-10 dias após a lesão 10. É uma complicação comum em pessoas com trauma raquimedular decorrente da imobilidade. A presença de TVP é avaliada pela mensuração da circunferência da panturrilha (SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., 2013, p. 324).

**Disreflexia autonômica (DA):** o problema está associado à bexiga ou questões intestinais. Representa uma alteração vasomotora denominada como “crise autonômica hipertensiva”. Causa nos lesionados: sudorese profusa, congestão nasal, hipertensão arterial, cefaleia latejante e rubor facial. A hipertensão associada à DA pode causar acidente vascular cerebral, deslocamento de retina, crises convulsivas, infarto do miocárdio e até a morte do indivíduo com lesão (SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., 2013).

**Bexiga neurogênica:** após a lesão grave da medula espinhal, a bexiga é contraída. Em alguns pacientes, esse quadro torna-se agudo, causando infecções e incontinência urinária, urolitíase (cálculo renal), dentre outros danos nos rins (SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., 2013).

**Intestino neurogênico:** problemas na função intestinal. Após a lesão, os movimentos intestinais (evacuação) sofrem alteração. Dependendo do local da lesão, o indivíduo não consegue sentir se as fezes estão sendo evacuadas. Portanto, essa condição afeta o processo de armazenamento e eliminação de resíduos sólidos (SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., 2013).

**Espasticidade** (aumento do tônus muscular espástico - espasmos): o controle muscular que é caracterizado por músculos tensos ou rígidos, cujo indivíduo lesionado passa a ter incapacidade de controlar os músculos. Espasticidade é conhecida como a síndrome do neurônio motor superior (SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., 2013).

**Úlceras por Pressão** (escaras): alguns casos de idade avançada, o contato prolongado com a umidade vinda da transpiração da urina, das fezes, a debilitação, o cisalhamento (tensão devido ao atrito), e a diminuição da perfusão tissular (volume de sangue situado através dos capilares em um tecido), são fatores que propiciam o aparecimento de úlceras de pressão, como também equipamentos e objetos (colchão, travesseiro e cadeira), aparelho gessado, tração, contenção (SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., 2013).

**Pneumonias:** um agravante fatal em indivíduos com tetraplegia. Os pacientes com lesão medular têm maior probabilidade para desenvolver infecções à paresia do diafragma (perda da capacidade de contração) e/ou músculos intercostais (entre as costelas), dificultando a capacidade de eliminar secreções. A traqueostomia aumenta ainda mais o risco de infecção (SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., 2013).

**Problemas psicológicos:** os indivíduos com lesão medular apresentam vastas emoções, como: medo, esperança, desespero, dormência, revolta, dentre outras; sobretudo no período de repouso obrigatório. Há um tempo para se acostumar com as mudanças físicas, geralmente de dois a três anos, tempo que pode prejudicar a reabilitação (SOUSA; ARAUJO; SOUSA, et al., 2013).

O equipamento proposto por esse estudo pretende diminuir os problemas de circulação dos pés, que têm como consequência a TVP, devido à imobilidade dos membros inferiores por longos períodos, podendo ocasionar a perda do membro.

## 2.2 DESIGN E ERGONOMIA APLICADOS AOS PROJETOS INCLUSIVOS

Os estudos de ergonomia surgiram durante a Segunda Guerra Mundial, por meio de pesquisas interdisciplinares realizadas por profissionais de diferentes áreas de atuação, como engenheiros, psicólogos, fisiologistas e outros, com o objetivo de estudar características humanas e de trabalho desenvolvido pelas operações militares, surgindo assim uma nova disciplina científica (IIDA, 2016).

A ergonomia agora é mais abrangente, estudando sistemas complexos, em que dezenas ou até centenas de seres humanos, máquinas, materiais e ambientes interagem continuamente entre si durante a realização do trabalho. A ergonomia expandiu-se horizontalmente, abarcando quase todos os tipos de atividades humanas. Hoje, essa expansão ocorre principalmente no setor de serviços (saúde, educação, transporte, atividades domésticas, lazer e outros) e no estudo de certas minorias como os idosos, obesos e pessoas com deficiência. Houve também uma importante mudança qualitativa na natureza do trabalho humano nas últimas décadas. Antes, esse trabalho exigia muito esforço físico repetitivo. Hoje, depende principalmente dos aspectos cognitivos, ou seja, da percepção, processamento de informação e tomada de decisões (IIDA, 2016, p. 1).

O início do século XXI é caracterizado pela pesquisa e desenvolvimento de projetos de produto que buscam considerar, de forma crescente, o desempenho, a usabilidade e a segurança dos produtos, em meio a uma demanda cada vez mais exigente e segmentada e de um mercado competitivo e similar. Segundo Linden (2007, p. 24-25), “tanto a ergonomia quanto o Design nasceram como respostas à complexidade da vida após a Revolução Industrial”, cujos produtos apresentavam formas úteis e funcionais, conforme as necessidades dos usuários. Porém, com o surgimento da produção em série, a evolução tecnológica exigiu ajustes da forma genérica dos produtos ao homem.

Conforme a IEA - *International Ergonomics Association*, Ergonomia (ou Fatores Humanos) pode ser dividida em três segmentos: ergonomia física, ergonomia cognitiva e a ergonomia organizacional (IEA, 2015). A ergonomia física volta-se ao estudo sobre as atividades físicas dos indivíduos, considerando a anatomia, fisiologia, antropometria e biomecânica. A ergonomia cognitiva aborda aspectos relacionados à interação das pessoas com o meio, observando a memória, percepção, raciocínio e a resposta motora. Já a ergonomia organizacional aborda os sistemas sócio-técnicos, sobretudo as estruturas políticas, organizacionais e os processos, como design participativo, atividade em equipe, ergonomia da comunidade, organizações virtuais e gestão da qualidade, dentre outros.

Ergonomia (ou Fatores Humanos) é a disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar a fim de otimizar o bem-estar humano e o sistema global de desempenho. Praticantes de ergonomia e ergonomistas contribuem para a concepção e avaliação de tarefas, trabalhos, produtos, ambientes e sistemas, a fim de torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas (IEA, 2016).

Já a antropometria estuda as medidas do corpo humano, por meio da aplicação de métodos científicos e coleta dos indivíduos, variações étnicas, grupos sociais, influência do clima, gêneros ou faixas etárias. Tais dados são extremamente relevantes para o projeto de produto. A antropometria contribui para os estudos da ergonomia, em especial no dimensionamento de postos de trabalhos, máquinas, equipamentos, etc. Lida (2005) afirma que a padronização das medidas antropométricas em projeto de instalações industriais deve fazer três observações: definir a natureza das dimensões antropométricas de acordo com a condição específica; obter de dados confiáveis sobre o dimensionamento das medidas; utilizar corretamente os dados obtidos.

Ergonomia é o termo designativo da aplicação multidisciplinar de conhecimento que trata de uma série de cuidados que envolvem o homem e as particularidades inerentes a cada tarefa que realiza na condição de trabalho, observadas as características e limitações individuais. Para tanto, esse trabalho deve ser entendido em sua forma mais ampla, não apenas relacionado ao esforço físico, mas em todas as suas dimensões. Só assim serão plenamente atingidos os objetivos de potencializar os resultados desse trabalho e de minimizar o esforço, o desgaste e os possíveis danos à integridade da saúde humana proveniente dessa condição (BARBOSA FILHO, 2010, p. 69).

Dessa forma, dados antropométricos e os aspectos ergonômicos corroboram para entender e avaliar o ambiente de trabalho e sua influência no desempenho, na fadiga, entre outros danos físicos das pessoas.

Poderíamos definir ergonomia como o campo de conhecimento multidisciplinar que estuda as características, necessidades e habilidades dos seres humanos, analisando aspectos que afetam o design de produtos ou os processos de produção (REMESAL; LATONDA; MOLINA, et al., 1999, p. 13).

Nesses termos, a ação ergonômica se caracteriza por sua especificidade, parte de pressupostos já limitados pela organização, e gradualmente é desenvolvido o objeto de acordo com prioridades e adaptado às necessidades.

A amplitude de abordagens da ergonomia implica na diversidade de conceitos sobre o termo, que geralmente denota a interdisciplinaridade e o objeto de estudo na interface homem x trabalho. Apesar de a ergonomia estar associada à pesquisa de postos de trabalho, sua colaboração é importante para a adequação do ambiente e dos produtos às necessidades e características do ser humano, conforme a Tabela 8,

que mostra os requisitos necessários que um ergonomista deve considerar ao implantar um projeto (IIDA, 2005).

**Tabela 8.** Considerações para um projeto ergonômico.

Homem	Tamanho, força, idade, capacidade cognitiva, cultura, experiência e objetivos
Máquina	Instalações, mobiliário, equipamentos e ferramentas
Ambiente	Ruídos, temperaturas, vibrações, cores, luzes, etc.
Informação	Sistema de transmissão das informações
Organização	A gestão do sistema produtivo como expediente, equipes e turnos
Consequências do trabalho	Erros e acidentes de trabalho, estresse, fadiga, etc.

**Fonte:** Adaptação de Iida, 2005.

Vidal (2000) afirmou que há diversas formas de elencar os problemas ergonômicos. Tais formas são classificadas como:

- a abordagem: ergonomia de produto e ergonomia de produção;
- a perspectiva: ergonomia de concepção e ergonomia de intervenção;
- a finalidade: ergonomia de correção, ergonomia de enquadramento, ergonomia de remanejamento, ergonomia de modernização.

Diante de tais classificações, percebe-se a relevante função que o designer possui ao cumprir um desafio importante: propor estratégias inclusivas capazes de diminuir ou eliminar a segregação resultante de barreiras sociais e físicas. Ao possibilitar o uso de um simples produto ou serviço e o acesso a um ambiente sem limitações, o designer viabiliza a integração social nas ações cotidianas, fazendo a adequação às necessidades especiais.

A ergonomia difere de outras áreas do conhecimento pelo seu caráter interdisciplinar e pela sua natureza aplicada. O caráter interdisciplinar significa que a ergonomia se apoia em diversas áreas do conhecimento humano. Já o caráter aplicado configura-se na adaptação do posto de trabalho e do ambiente às características e necessidades do trabalhador (DUL; WEERDMEESTER, 2004, p. 2).

A adequação ergonômica também pode implicar na necessidade de alterações no projeto de produtos e processos industriais. Essa condição busca maior conforto e praticidade aos usuários, independente do gênero, idade, peso, e outros fatores ergonômicos relevantes ao projeto (DE LA GARZA; LABARTHE; GRAGLIA, 2012).

A característica interdisciplinar da ergonomia agrega-se ao design no intuito de efetivar os objetivos ergonômicos. Bürdek (2006), afirma que o design tem uma função relevante nesse elo, sobretudo na resolução de problemas específicos, avaliação de progressos tecnológicos, usabilidade, produção, consumo e reutilização de produtos, e serviços e comunicação acessíveis.

Sobre as ergonomias de concepção e de intervenção, Corrêa e Boletti (2015) afirmam que ambas se relacionam durante a ação ergonômica, antes e durante o projeto de produtos, ou seja, na concepção ou para a correção de um problema advindo de produtos já existentes. É nesse contexto que essa pesquisa também se fundamenta, ao propor alteração nos apoios para pés, acrescentando a eles um dispositivo eletrônico e agregando o movimento como redutor de um problema.

[...] a ergonomia de concepção possibilita projetar o ambiente de trabalho/produto com vistas à prevenção de problemas. Sua desvantagem é que, por mais bem-feitas que possam ser as simulações, dificilmente podem-se prever perfeitamente todas as influências e variáveis, que incluem, por exemplo, os aspectos psicológicos dos usuários. Dessa forma, o ideal é que se projete o ambiente/produto (concepção) e se façam as adaptações necessárias conforme a demanda do usuário (intervenção) (CORRÊA; BOLETTI, 2015, p. 14).

Entende-se que ergonomia de concepção pode ser definida como a elaboração de novos processos, produtos, métodos de trabalho ou sistemas informatizados. Para tanto, vai além da pesquisa de mudanças no posto de trabalho. Sua aplicação é útil na concepção de vestuário, mobiliário, softwares, dentre inúmeros produtos e serviços resultantes da interface homem x tarefa x máquina. Refere-se a uma disciplina científica com o propósito de garantir o bem-estar das pessoas em vários ambientes como trabalho, lazer e outros, que passam a ser adequados de forma mais segura e confortável para o desempenho de atividades laborais ou não, além de minimizar constrangimentos e custos humanos.

Norman (1998) afirmou que há quatro princípios de design para a usabilidade e inteligibilidade de produtos:

- Fornecer um bom modelo conceitual;
- Visibilizar informações ao maior número de indivíduos, inclusive àqueles com deficiências, sem que seja preciso a ajuda de outras pessoas;

- Utilizar o mapeamento dos produtos, com modelos mentais, para que facilitem a compreensão e o uso;
- Promover o *feedback*, o retorno do usuário para as tarefas executadas.

A ergonomia aplicada a projetos inclusivos colabora com a redução de erros, com a praticidade de uso e com o aumento do nível de confiabilidade nas decisões, em todas as etapas de um projeto, sobretudo no que concerne à acessibilidade, segurança, satisfação e bem-estar dos usuários.

Os principais problemas que os cadeirantes enfrentam em seu cotidiano são: obstáculos para locomoção em vias públicas e até mesmo em áreas como: empresas, restaurantes e etc.; falta de conforto ao sentar; falta de higiene dos membros durante a locomoção e o visual do objeto que é estigmatizado. [...] Outro fator a ser destacado é a associação da utilização de cadeiras de roda à invalidez, isolamento e incapacidade. O material e a estrutura dos produtos atuais são deficientes e a também existe a falta de um sistema de propulsão adequado (SANTOS, 2013, p. 123).

Compreende-se então que a aplicação dos conceitos ergonômicos deve integrar o projeto e seu desenvolvimento. Tal método é determinante para adequação do produto e seus usuários, por meio da interação com a prática ergonômica. Grande parte dos produtos traz dificuldades durante o uso. Essas dificuldades envolvem também pessoas sem capacidades reduzidas. Dados devem ser considerados, mensurados e incorporados ao projeto do produto. Ressalta-se a contribuição da ergonomia para a gestão do design, como requisito integrante para as decisões do projeto.

Portanto, diante de tais afirmações, cuja ergonomia pode prever a solução de problemas de design, é que esse estudo buscou utilizar os conceitos ergonômicos na pesquisa e desenvolvimento do equipamento proposto. O caráter interdisciplinar dessa pesquisa aborda diversas áreas, como ergonomia, saúde, engenharia e design. Além da antropometria, que avalia medidas físicas do corpo humano, como citado, há áreas distintas que se complementam no aprimoramento do protótipo, cuja parte motora pretende diminuir os problemas enfrentados pelos cadeirantes.

### **2.2.1 Design Ergonômico e a concepção de produtos para a reabilitação**

Vários métodos projetuais caracterizam o Design Ergonômico (ERGONOMI DESIGN GRUPPEN, 1997; SANDVIK, 1997; NORRIS; WILSON, 1997; MORAES; FRISONI, 2001; e PASCHOARELLI, 2003), em que as concepções baseiam-se na análise

ergonômica durante uma atividade e, conseqüentemente, na delimitação de critérios ergonômicos e de usabilidade para o desenvolvimento de produtos.

O design ergonômico, um segmento do design, apresenta métodos ergonômicos criados para aprimorar o desenvolvimento do projeto na interface homem x dispositivos tecnológicos. Tais recursos metodológicos são fatores determinantes, sobretudo na geração e avaliação de protótipos (STANTON e YOUNG, 1999).

Existem algumas metodologias de design ergonômico que podem ser consideradas mais completas, pois não são simples ferramentas complementares no desenvolvimento do produto, mas apresentam uma estrutura metodológica própria e com enfoque ergonômico mais preciso e fundamentado (PASCHOARELLI e SILVA, 2006, p. 206).

Nesse contexto, a relação entre antropometria, acessibilidade, design ergonômico e universal, ergonomia e usabilidade representam um processo trans e multidisciplinar, capaz de propor soluções adequadas às necessidades dos usuários quando utilizadas simultaneamente. No que concerne a esse estudo, os critérios do design inclusivo e/ou universal, usabilidade e design ergonômico, associados aos conceitos do equipamento proposto (tecnologia assistiva) e aos dados dos usuários, possibilitaram identificar os problemas e, conseqüentemente, responder a questão da pesquisa apontada sobre o sedentarismo enfrentado pelos cadeirantes.

Paschoarelli; Carriel e Ganança (2005) recomendam propostas e conceitos metodológicos básicos para o design ergonômico, sobretudo para a pesquisa e o desenvolvimento de produtos voltados à reabilitação e/ou prevenção. Afirmam que tais conceitos implicam em produtos confortáveis, seguros e eficientes. O requisito para a concepção de tais produtos, como as TAs, refere-se ao conhecimento prévio da condição patológica do usuário, para determinar as recomendações projetuais.

Desenhar produtos que sejam compatíveis com os padrões de uso humano, sem produzir lesões aos usuários, faz com que os produtos sejam mais efetivos, faz que os usuários desfrutem e frequentemente aumente a aprendizagem e as destrezas (habilidades) com o produto (FLORES et al., 2007, p. 90).

Para tanto, se faz necessária a aplicação da pesquisa direta com os usuários para a implementação do projeto, sobretudo durante o aprimoramento de soluções voltadas à usabilidade. Porém, a metodologia e o desenvolvimento do produto

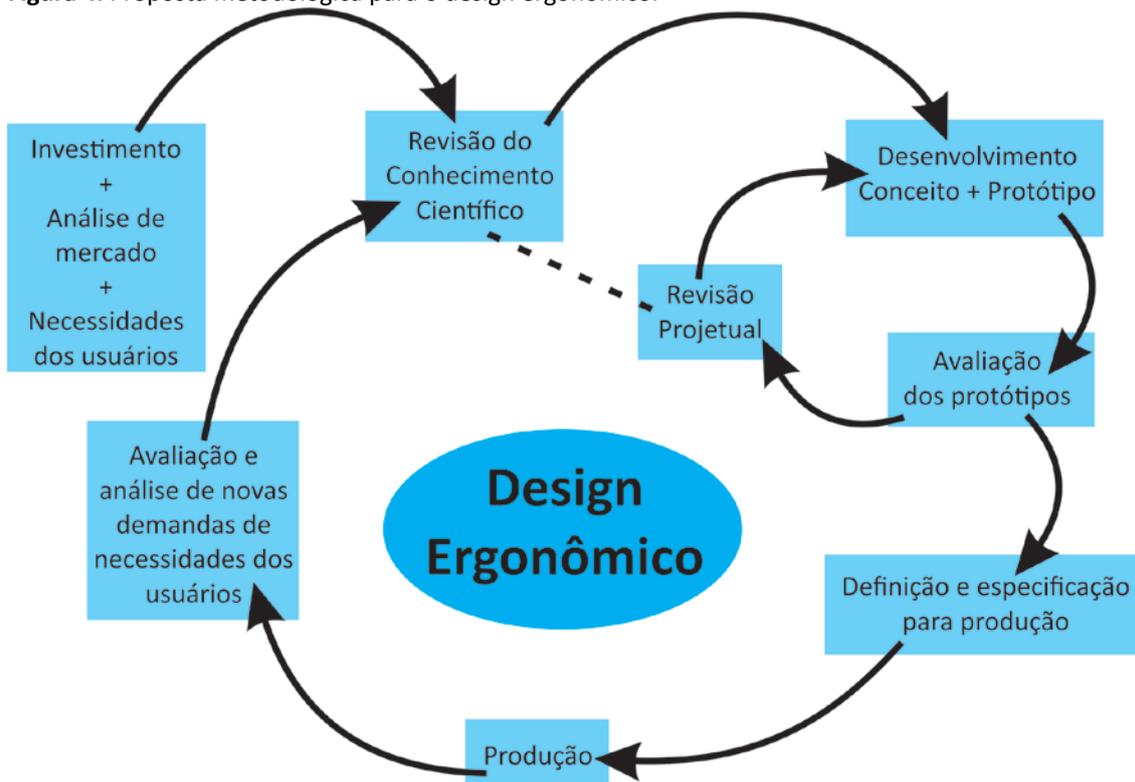
também exigem a aplicação do design ergonômico, esse procedimento permite avaliar e, possivelmente, garantir a usabilidade sem restrições. As metodologias de design ergonômico correspondem em: fundamentar-se em processo trans e multidisciplinar; embasar-se por, ao menos, conhecimentos perceptivo, fisiológico e psicológico na interface homem x tecnologia; utilizar-se de abordagens laboratoriais para detectar e avaliar problemas ergonômicos.

[...] o denominado design ergonômico, que pode ser caracterizado por um segmento do desenvolvimento do projeto do produto, cujo princípio é a aplicação do conhecimento ergonômico no projeto de dispositivos tecnológicos, com o objetivo de alcançar produtos e sistemas seguros, confortáveis, eficientes, efetivos e aceitáveis. (PASCHOARELLI, 2003). Seus princípios baseiam-se na inter-relação entre usabilidade, ergonomia e design; entretanto, são os seus procedimentos metodológicos os aspectos que mais se destacam, uma vez que são desenvolvidos para melhorar o desenvolvimento de produtos através da compreensão da interação entre todos os aspectos humanos e os mais variados e distintos dispositivos tecnológicos (PASCHOARELLI; SILVA, 2006, p. 200).

[...] observa-se que a interação entre as características perceptivas do produto, incluindo a sua aparência, suas funcionalidades, suas qualidades ergonômicas, bem como sua usabilidade representa uma demanda investigativa, cujos resultados podem contribuir com uma importante informação para o design ergonômico de diversos tipos de produtos, incluindo os instrumentos manuais, proporcionando condições de uso em que a tecnologia esteja plenamente adequada aos anseios e capacidades dos usuários (CAMPOS, 2014, p. 28).

A proposta metodológica design ergonômico de Paschoarelli e Silva (2006), (Figura 4), está embasada em questões epidemiológicas, incluindo conhecimentos fisiológicos, psicológicos e perceptivos na interação homem x tecnologia, avaliar e apontar problemas ergonômicos, e conseqüentemente, resolvê-los no intuito de melhorar a qualidade de vida do usuário.

**Figura 4.** Proposta metodológica para o design ergonômico.



**Fonte:** Adaptação de Paschoarelli e Silva, 2006, p. 211.

Observa-se também, na fase inicial do projeto, o investimento e a análise de mercado, geralmente baseados nas necessidades dos usuários e na possibilidade do redesenho, para agregar valores tecnológicos ao novo produto e adequar às variáveis ergonômicas e de usabilidade.

A definição e a preparação para a produção são etapas que antecedem o processo produtivo, possibilitando a comercialização e o uso do produto, e, conseqüentemente, uma série de avaliações (agora em condições reais de uso), o que deve gerar novos conhecimentos, novas necessidades e novas possibilidades de redesenho do produto. As seis etapas principais (revisão, desenvolvimento, avaliação, preparação, produção e reavaliação final) são desenvolvidas num sistema cíclico, permitindo uma evolução contínua no design ergonômico do produto (PASCHOARELLI; SILVA, 2006, p. 212).

Norris e Wilson (1997) demonstram uma proposta metodológica de design ergonômico embasada no *Product Safety and Testing Group*, da Universidade de Nottingham (Nottingham, UK), denominada “metodologia de produtos ergonômicos/seguros”. De acordo com a proposta, há variações de aplicação das recomendações ergonômicas para o desenvolvimento de um produto (metodologia do projeto).

Helander (2006) p. 10, afirma que tanto a ergonomia física e a biomecânica, quanto à ergonomia cognitiva, são relevantes para questões organizacionais, em áreas emergentes importantes da ergonomia em todo o mundo, como:

- Metodologia para mudar a organização e o design do trabalho;
- Distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho;
- Testes de usabilidade para bens eletrônicos de consumo;
- Interface homem-computador: software;
- Design organizacional e organização do trabalho psicossocial;
- Design ergonômico do ambiente de trabalho físico;
- Projeto de sala de controle de usinas nucleares;
- Treinamento de ergonomista;
- Design de interface com alta tecnologia;
- Pesquisa de confiabilidade humana;
- Medição da carga de trabalho mental;
- Cálculo do custo da força de trabalho;
- Responsabilidade do produto;
- Segurança rodoviária e design de automóveis;
- Transferência de tecnologia para países em desenvolvimento.

Em meio à amplitude de aplicações, percebe-se que o uso de metodologias do design ergonômico possui como princípio básico a concepção de produtos de reabilitação, conforme as necessidades dos usuários, trazendo eficiência, segurança, conforto e interação com o produto. Ou seja, disponibilizar recursos e serviços que permitam a acessibilidade, a usabilidade e a inclusão à sociedade, sem restrições e com qualidade de vida.

Além dos aspectos biomecânicos, fisiológicos e cognitivos, a ergonomia passou a estudar também os aspectos emocionais no relacionamento com os produtos. Hoje, esses fatores transformaram-se em importantes vantagens competitivas em todo o mundo. Do ponto de vista ergonômico, os produtos são considerados como meios para que o ser humano possa executar determinadas funções. Esses produtos, então, passam a fazer parte de sistemas humano-máquina-ambiente e podem estar conectados a sistemas mais amplos, como a rede mundial. O objetivo da ergonomia é estudar esses sistemas, para que as máquinas e ambientes possam funcionar harmoniosamente com o ser humano (IIDA, 2016, p. 256).

### 2.2.2 Design Inclusivo e/ou Universal: caminhos para a inclusão

O Design Universal é uma questão recente e ainda pouco explorada no Brasil, mesmo no meio acadêmico e nas empresas. A amplitude do tema, ao contrário, é irrestrita: design para a diversidade, projetar para todos, projetar para a longevidade, arquitetura inclusiva ou sem barreiras. Porém, os conceitos do desenho universal ou do projetar para todos buscam concentrar esforços e beneficiar não apenas uma parte da população, mas projetar para o maior número possível de pessoas (CAMBIAGHI, 2007).

Os primeiros estudos de Design Universal surgiram após a Revolução Industrial, por meio do questionamento dos processos produtivos em massa, sobretudo na área imobiliária. Essa situação fez com que, em 1961, Japão, Estados Unidos e nações europeias, se reunissem na Suécia para discutir sobre o homem e a massificação crescente, “para discutir como reestruturar e recriar o velho conceito que produz para o dito ‘homem padrão’, que nem sempre é o ‘homem real’” (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007, p. 8).

Esse cenário contribuiu para a criação da *Barrier Free Design*, em 1963, em Washington, uma comissão com o intuito de discutir sobre edifícios, áreas urbanas, equipamentos, dentre outros produtos e serviços destinados às pessoas com deficiências ou capacidades reduzidas. Posteriormente, o conceito foi aprofundado pelos Estados Unidos, passando a ser denominado Universal Design, com a proposta de atender a todas as pessoas (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

Foi em 1987, que o americano Ronald Mace, fundador do Centro de Design Universal da Universidade da Carolina do Norte, um arquiteto cadeirante que usava respirador artificial, criou da terminologia *Universal Design*. “Mace acreditava que esse era o surgimento não de uma nova ciência ou estilo, mas a percepção da necessidade de aproximarmos as coisas que projetamos e produzimos, tornando-as utilizáveis por todas as pessoas” (CARLETTO e CAMBIAGHI, 2007, p.10).

Mace utilizou seu conhecimento e experiência para se dedicar aos direitos das pessoas com deficiência. O Centro de Design Universal da Universidade da Carolina do Norte, instituído por meio de uma concessão do Instituto Nacional de Pesquisa em Deficiência e Reabilitação (NIDRR), tem como missão aprimorar ambientes e produtos para todos os usuários, incentivando políticas públicas, pesquisa, informação, assistência, formação e Design (CUD, 2016).

Apesar da semelhança entre os conceitos de Design Universal, Design Inclusivo e *Design for All*, as origens são diferentes. De acordo com o Decreto Federal 5.296 de 2004, em seu artigo 8º e inciso IX, o Desenho Universal é: “concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente todas as pessoas, com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade”.

O Design Inclusivo ou Universal inclui várias áreas da boa prática do design, como estética e ergonomia. “As características do design gerado podem incluir, por exemplo, alças confortáveis, sinalização de operação fácil, cores fortemente diferenciadas e controle por meio do toque ou do olhar” (MORRIS, 2010, p. 39).

Design Universal refere-se ao conceito de projetar produtos, ambientes e serviços de forma estética e utilizáveis para o maior número possível de usuários, independente da capacidade, idade, habilidade dentre outros requisitos, sem que haja a necessidade de adequação ou projeto especializado (CUD, 2016).

O design universal não quer dizer produção de produtos especializados para um grupo ou produção de produtos adaptativos. Está relacionado à criação de todos os produtos de forma a acomodar o espectro mais amplo possível de usuários, sem importar a idade. Por exemplo, a transformação de mitos do envelhecimento – senilidade, incapacidade, homogeneidade, pobreza, isolamento, dependência – de um novo e digno “mercado prateado” (MOZOTA; KLÖPSCH; COSTA, 2011, p. 46-47).

Em meio a tantas disparidades de conceitos, Aragall (2004) instituiu um mais convergente para definir Design Universal, *Design for all* e Design Inclusivo, afirmando que Design para Todos implica na qualidade vida aos cidadãos.

Em cada momento de nossas vidas diárias interagimos com produtos, serviços e ambientes construídos. As camas, roupas, ônibus, telefones, cartões de crédito e até mesmo brinquedos são projetados para atender as necessidades e aspirações humanas. Mas se realmente queremos ajustar às necessidades individuais, design de objetos reais ou virtuais devemos sempre reconhecer a diversidade humana. Essa diversidade humana inclui diferenças de idade, gênero, habilidades, marca, cultura, religião, orientação sexual e princípios pessoais. Todos totalizados constituem as características, habilidades e limitações dos indivíduos. O Design for All, também conhecido como Design Universal ou Design Inclusivo, é a resposta dos profissionais de design junto aos usuários finais, governos, fabricantes e prestadores de serviços, sentem a responsabilidade ética para fornecer cada um dos cidadãos ambientes, produtos e serviços que sejam úteis para todos e, assim, promover a inclusão e a igualdade social. Na Europa, nos últimos anos, eles têm

desenvolvidos várias iniciativas com o objetivo de conscientizar sobre a questão, além de colocar em prática ferramentas e estratégias para implementar o Design para Todos (ARAGALL, 2004, p.24).

A importância do design inclusivo, por meio de recursos e serviços para pessoas com deficiências permanentes ou temporárias, é essencial para assegurar a acessibilidade efetiva em vários ambientes da sociedade, que vão desde a mobilidade sem restrição à aquisição e utilização de um simples produto ou serviço.

O design tem grande relevância social, pode contribuir para a inclusão dos deficientes na sociedade.

A deficiência, vale lembrar, é marcada pela perda de uma das funções do ser humano, seja ela física, psicológica ou sensorial. O indivíduo pode, assim, ter uma deficiência, mas isso não significa necessariamente que ele seja incapaz; a incapacidade poderá ser minimizada quando o meio lhe possibilitar acessos (SCHIRMER; BROWNING; BERSCH, et al., 2007, p. 21).

O Design Inclusivo implica então na inserção social. Para tanto, deve proporcionar igualdade de uso, a qual exige da pesquisa e produção de produtos universais. A adaptação dos produtos aos usuários parte do princípio da diversidade humana e das variáveis sociais, cognitivas, físicas e culturais. Portanto, projetar produtos e serviços acessíveis é garantir a todas as pessoas o mesmo direito ao uso.

### **2.2.2.1 Os 7 princípios do Design Universal**

Ronald Mace, fundador do CUD - Centro de Design Universal, como citado, criou na década de 1990 um grupo multidisciplinar constituído por designers de produto, arquitetos e engenheiros. Com isso foram concebidos os 7 princípios do Design Universal, para aplicação e avaliação de projetos, condução do processo de design, aperfeiçoamento dos ambientes e produtos para melhor usabilidade (CUD, 2016).

Os requisitos de um projeto universalmente utilizável, conforme a prática do design implica em aspectos pertinentes à economia, cultura, engenharia, precauções ambientais, dentre outros. Tais princípios proporcionam aos designers recursos para atender as necessidades dos usuários.

Os 7 Princípios do Design Universal apresentam abordagens que deveriam ser consideradas em qualquer projeto. Esses princípios foram propostos pelos pesquisadores: Bettye Rose Connell, Mike Jones, Ron Mace, Jim Mueller, Abir Mullick, Elaine Ostroff, Jon Sanford, Ed Steinfeld, Molly Story, e Gregg Vanderheiden.

O projeto foi financiado pelo Instituto Nacional sobre Deficiência e Reabilitação de Investigação, Departamento de Educação dos Estados Unidos (CUD, 1997).

Os 7 Princípios do Design Universal são apresentados da seguinte forma: nome do princípio, definição do princípio; e alguns exemplos (CUD, 2014).

**1: Uso Equitativo:** o design é útil e acessível às pessoas com diversas habilidades (Figura 5).

**Figura 5.** Princípio 1 - Uso Equitativo



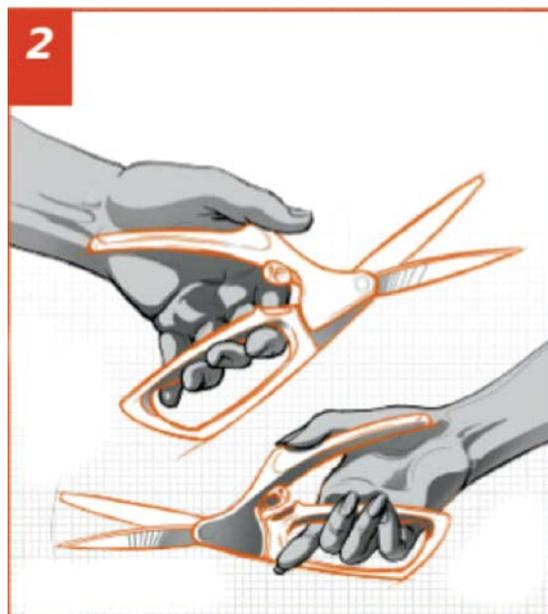
**Fonte:** CUD, 2014.

**Diretrizes:** fornecer as mesmas formas de uso para todos os usuários: idênticos sempre que possível; evitar a segmentação dos usuários; prover privacidade e segurança igualmente para todos os usuários; tornar o design atraente para todos os usuários.

**Exemplos:** portas com sensores nas entradas são convenientes para todos os usuários; integrar recintos desportivos e teatros com assentos adaptáveis.

**2: Flexibilidade no Uso:** O design envolve uma ampla série de preferências e habilidades individuais (Figura 6).

Figura 6. Princípio 2 - Flexibilidade no Uso.



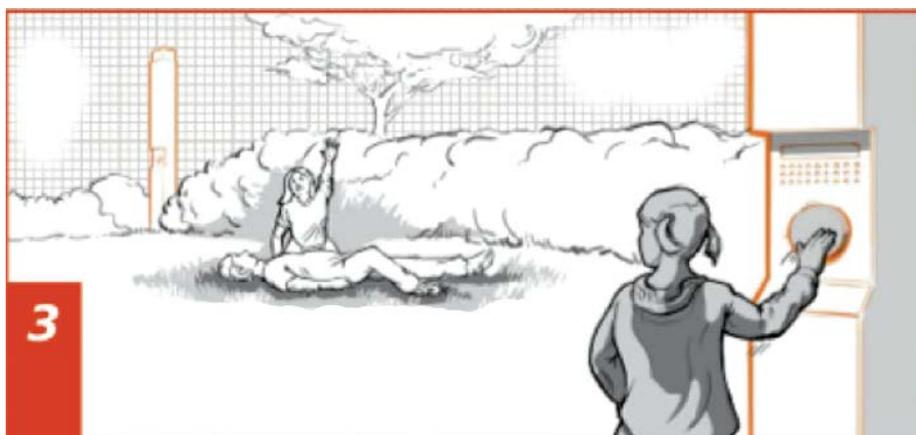
Fonte: CUD, 2014.

Diretrizes: fornecer escolha dos métodos de uso; adequar o uso para destro ou canhoto; facilitar o uso com exatidão e precisão; fornecer adaptação à capacidade do usuário.

Exemplos: tesoura projetada para usuários destros ou canhotos; caixa eletrônico com adaptação visual, tátil, e *feedback* audível, descanso de palma, etc.

**3: Simples e uso intuitivo**: O uso do design é fácil de entender, independentemente da experiência do usuário, o conhecimento, as competências linguísticas, ou nível de concentração atual. (Figura 7).

Figura 7. Princípio 3 - Simples e uso intuitivo.



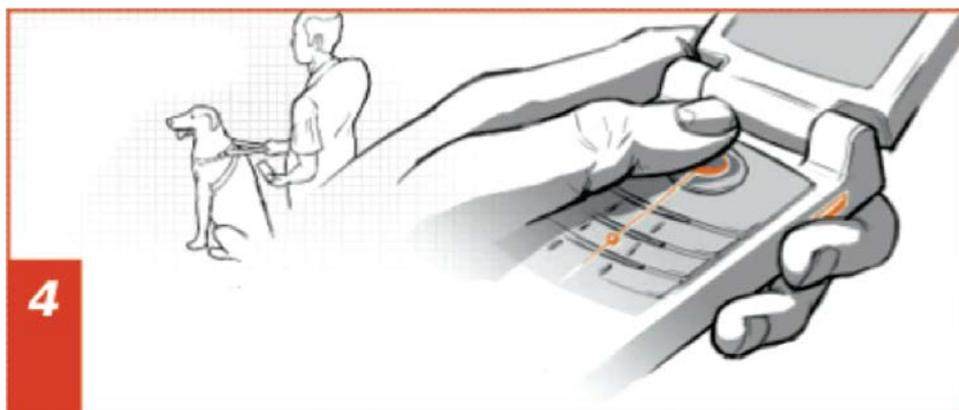
Fonte: CUD, 2014.

Diretrizes: eliminar a complexidade desnecessária; ser consistente com as expectativas e a intuição do usuário; disponibilizar um amplo conjunto de alfabetização e competências linguísticas; organizar informações de acordo com a importância; fornecer de forma eficaz sugestões e *feedback* durante e após a execução da tarefa.

Exemplos: Uma calçada ou escada rolante em um espaço público; um manual de instruções com desenhos e sem texto.

**4: Informação perceptível**: O design informa o usuário de maneira eficaz e necessária, independente de suas condições ambientais ou habilidades sensoriais. (Figura 8).

Figura 8. Princípio 4 - Informação perceptível.



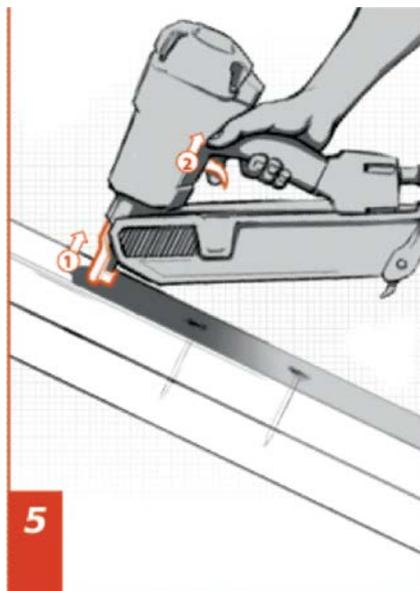
Fonte: CUD, 2014.

Diretrizes: utilizar diferentes modos (pictórico, verbal, tátil) para a apresentação da informação essencial; fornecer contraste adequado entre informações essenciais e secundárias; ampliar a legibilidade da informação essencial; diferenciar elementos para melhor instrução; garantir a compatibilidade de técnicas ou dispositivos utilizados por pessoas com limitações sensoriais.

Exemplos: instruções tátil, visual e sonora em um termostato; deixar a informação redundante (por exemplo, comunicações de voz e sinalização) nos aeroportos, estações de trem e metrô.

**5: Tolerância de erro**: O design minimiza perigos e as consequências de ações acidentais ou não intencionais. (Figura 9).

**Figura 9.** Princípio 5 - Tolerância de erro.



Fonte: CUD, 2014.

Diretrizes: organizar os meios para minimizar perigos e erros: meios mais utilizados, mais acessíveis; meios perigosos que devem ser eliminados, isolados ou blindados; fornecer avisos de perigos e erros; fornecer características seguras em relação às falhas; impedir ações inconscientes em tarefas que exigem vigilância.

Exemplos: Um duplo-corte na chave do carro para ser facilmente inserida no buraco da fechadura das duas maneiras; Um recurso de "desfazer" no software de computador que permite ao usuário corrigir erros sem prejuízos.

**6: Baixo Esforço Físico**: O design pode ser usado de forma confortável e eficiente, com um mínimo de fadiga. (Figura 10).

**Figura 10.** Princípio 6 - Baixo Esforço Físico.



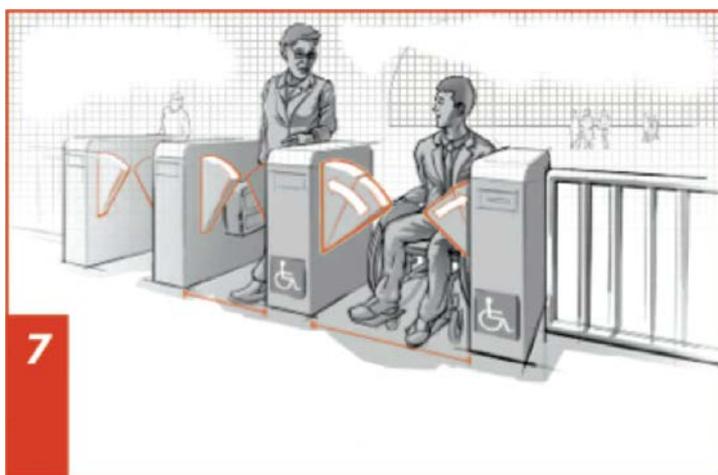
Fonte: CUD, 2014.

Diretrizes: permitir que o usuário mantenha uma posição corporal neutra; fazer uma operação com forças razoáveis; minimizar ações repetitivas; minimizar o esforço físico demorado.

Exemplos: Presilha nas alças de portas e torneiras; lâmpadas que ligam sem toque.

**7: Tamanho e espaço para o acesso e uso**: O design que proporciona tamanho e espaço apropriados para acesso, alcance, manipulação e uso, independentemente do usuário, tamanho do corpo, postura ou mobilidade. (Figura 11).

**Figura 11.** Princípio 7 - Tamanho e espaço para o acesso e uso.



Fonte: CUD, 2014.

Diretrizes: fornecer uma linha de visão clara dos elementos importantes para qualquer usuário sentado ou em pé; trazer ao alcance de todos componentes confortáveis para qualquer usuário sentado ou em pé; acomodar variações do tamanho da mão e aderência; proporcionar um espaço adequado para o uso de dispositivos de assistência ou ajuda pessoal.

Exemplos: Controles no espaço frontal e em torno de aparelhos, caixas de correio, lixeiras e outros elementos; portões largos em estações de metrô, que possam acomodar todos os usuários.

Tais princípios denotam o propósito do Design Universal, que visa garantir a acessibilidade integrada, independente das limitações. Para Cambiaghi (2007) o termo acessibilidade não é um eufemismo, mas um objetivo de inclusão, que deve ser obtido. Esse objetivo pode ser alcançado por três formas: pela concepção de

produtos e serviços utilizáveis pela maioria dos usuários sem modificações; pela concepção de produtos adaptáveis aos diversos usuários; pela normalização das interfaces dos produtos, tornando-os compatíveis com equipamentos específicos.

Durante a nossa vida apresentamos diferentes características e aptidões cognitivas e físicas, o que sugere que os objetos sejam operáveis por pessoas com diversos níveis de capacidades físicas e mentais. [...] O design de um produto deve, em muitas circunstâncias, ter em conta as mudanças físicas e cognitivas inevitáveis durante a nossa vida, permitindo o seu emprego pelo maior leque possível de pessoas. Esta abordagem é habitualmente intitulada de design universal, e pode ser definida como o desenvolvimento de produtos e ambientes que permitam a sua utilização pelo maior número de pessoas possíveis, tendo elas diferentes capacidades, idades ou gênero. Para além da natural e progressiva variabilidade de capacidades ao longo da vida de um ser humano, estas podem ser reduzidas drástica e abruptamente por circunstâncias como acidentes ou doenças, as quais infelizmente atingem uma parte muito significativa da população mundial (CRUZ, 2010, p. 4).

Nesse contexto, torna-se evidente a relevância de se colocar o usuário como fonte de pesquisa, para criar e aprimorar produtos e serviços, por meio, principalmente, das suas experiências, necessidades e anseios. Para Krippendorff (2000) os princípios do Design Centrado no Ser Humano, precisam estar agregados ao processo de industrialização.

Em uma análise comparativa, é possível citar a produção na sociedade em três momentos: na Revolução Industrial, cuja importância era a produção em série; no Design Centrado no Objeto, que prioriza projetos que possam ser generalizados e avaliados sem a presença do usuário; e no Centrado no Ser Humano, cujo envolvimento humano é a base para a produção. Esses dados denotam importância da Ergonomia e da Usabilidade, ao agirem simultaneamente no processo de desenvolvimento de produtos e no Projeto Centrado no Usuário.

O Modelo HCD *Human Centered Design*, idealizado pela IDEO - *Design and Innovation Consulting Firm* (2009) “eye-dee-oh”, desenvolveu o Guia de Campo para o Projeto Centrado no Usuário. Trata-se de um projeto que ajuda na resolução de problemas de design, financiado pela Fundação Bill & Melinda Gates. A BMGF - *Bill and Melinda Gates Foundation* associou quatro organizações — IDEO, IDE, *Heifer International*, e ICRW - *International Center for Research on Women* — para a criação de um método de inovação e design destinado às pessoas que vivem com menos de dois dólares por dia, em comunidades carentes na África, Ásia e América Latina. O

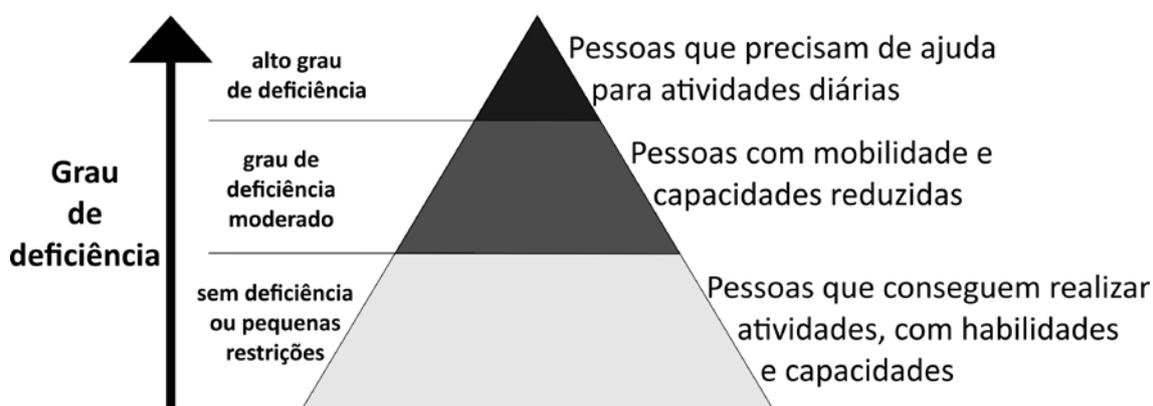
guia de campo para design centrado no ser humano volta-se ao setor social, com métodos de projeto para a utilização por profissionais e estudos de design centrado no ser humano em ação.

### 2.2.2.2 O Método do Cubo Inclusivo (CI)

Como foi demonstrado, o Design Universal consiste, por meio dos 7 Princípios, em desenvolver produtos ou serviços acessíveis e utilizáveis pelo maior número de pessoas possíveis, e não para todos (STORY, 1988), pois há grande diversidade de pessoas com necessidades, anseios e costumes diferentes. Porém, um dos problemas em projetar produtos acessíveis é entender como o usuário utilizará o produto em pesquisa e/ou desenvolvimento, buscando compreender seu comportamento e habilidades simulando situações.

Bentzon (1993) nos mostra uma abordagem denominada *User Pyramid* (Figura 12), para representar os usuários com necessidades especiais, causadas pela idade avançada, por má formação congênita ou por acidente. A *User Pyramid* divide os usuários em três grupos: a base é formada por aqueles sem deficiência ou com pequenas necessidades, como idosos com redução da capacidade e/ou mobilidade; ao centro da pirâmide, aqueles com comprometimento da capacidade e/ou mobilidade, advindo de doenças ou pela da idade avançada; e, no topo, os usuários com alto grau de deficiência, que dependem de outras pessoas para realizar atividades diárias (BENTZON, 1993).

Figura 12. *User Pyramid*.



Fonte: Adaptação de Bentzon, 1993.

A abordagem de Bentzon (1993) segmenta as capacidades dos usuários, porém nos três agrupamentos pode ser que haja incoerências, pois as habilidades variam. Contudo, a *User Pyramid* é importante para contribuir com a concepção do projeto inclusivo, pois o processo de pesquisa e desenvolvimento considera as capacidades do usuário. Há várias abordagens para que produtos e ambientes sejam inclusivos. Porém, o desenvolvimento do projeto acaba direcionando para grupos específicos de usuários, como o *Transgenerational Design*, voltado às pessoas idosas. Além disso, tais abordagens também podem ser voltadas para culturas específicas, como o *Universal Design* predominante nos Estados Unidos e Japão; e nos países europeus o *Design for All* e a *User Pyramid*.

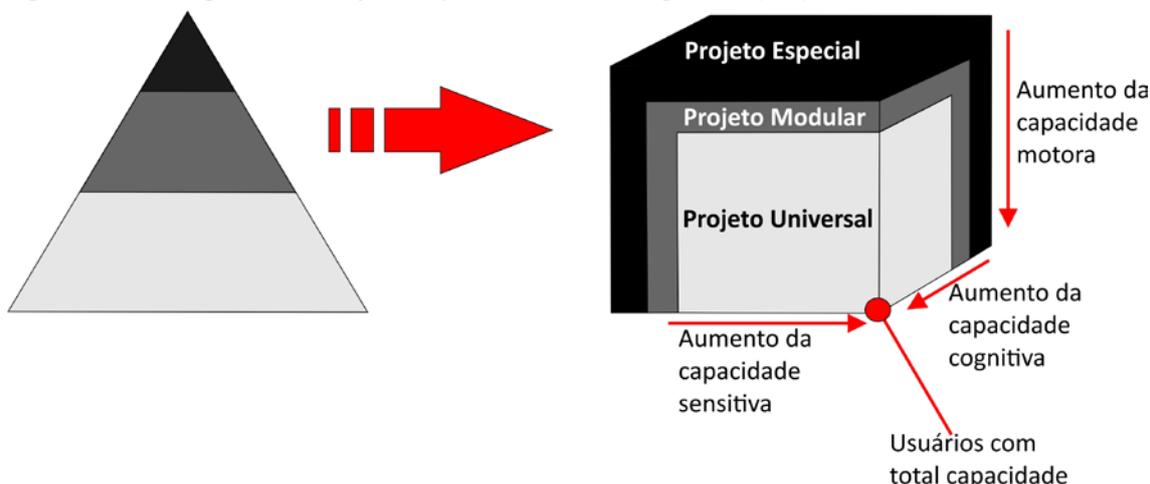
Keates e Clarkson (1999) apresentaram a abordagem bi-dimensional da *User Pyramid*, por meio de um modelo tri-dimensional, denominado *Inclusive Design Cube* (IDC) (Figura 11), com o objetivo de incluir conceitos para atender pessoas com diferentes capacidades. Cada aresta do cubo representa as capacidades sensorial, cognitiva e motora. O sentido das setas aponta o aumento da capacidade dos usuários

Dessa forma, as abordagens que buscam projetar para todos ou projetar para o maior número de usuários, podem ser reunidas em três categorias, de acordo com Alvarenga (2006):

- Projeto Universal: busca ampliar a funcionalidade do projeto dos produtos, incluindo o maior número de pessoas possível;
- Projeto Modular: projeto que possui módulos destinados às necessidades específicas.
- Projeto Especial: projeto específico para usuários com necessidades específicas.

Tais categorias complementam o modelo da abordagem *User Pyramid* (Figura 13) mostrado. Porém, além da pirâmide, existem outras formas de representar a população e implementar um projeto inclusivo.

**Figura 13.** Abordagem da *User Pyramid* para o *Inclusive Design Cube* (IDC).



**Fonte:** Adaptação de Keates; Clarkson, Harrison, 1999.

Os volumes do cubo dividem os projetos Especial, Modular e Universal, delimitando a abordagem do projeto para cada população. Os usuários com total capacidade se encontram no vértice frontal inferior do cubo e os que apresentam maior dificuldade para realizar atividades, no vértice superior atrás do cubo (KEATES; CLARKSON; HARRISON, 1999).

O Inclusive Design Cube mostra que a cada aresta qualitativa representa da capacidade total a nenhuma capacidade. As arestas referem-se às capacidades: sensorial: visuais e auditivas; motora: força e coordenação; e cognitiva (capacidade intelectual). Conforme as incapacidades aumentam, e consequentemente, as necessidades específicas, os projetos especiais devem conceber produtos específicos, os quais não são pesquisados e desenvolvidos para todos os indivíduos. Já o projeto modular admite variações no produto para adequar às habilidades dos usuários. E o projeto universal que prima pelo entendimento das necessidades e anseios dos usuários, procura aumentar o acesso do maior número de usuários a um produto.

O CI também pode ser aplicado para mapear produtos individuais, conforme a população que será abrangida. O IDC é um recurso importante para as abordagens de um projeto, as quais podem ser utilizadas no desenvolvimento de produtos adequados à quantidade de pessoas com necessidades especiais (KEATES; CLARKSON; ROBINSON, 1998).

### 2.2.3 O design centrado no usuário cadeirante

lida (2016) aborda sobre a questão de projetar para minorias populacionais como idosos, obesos, crianças e pessoas com deficiência, ressaltando a importância de buscar os conhecimentos para resolver problemas ergonômicos desse público-alvo.

[...] a ergonomia, nos últimos anos, tem se preocupado cada vez mais com certas minorias populacionais, visando melhorar as condições de trabalho e de vida delas. Para isso, cada um desses segmentos de minorias deve ser cuidadosamente estudado, pois apresentam características próprias e exigências especiais para o projeto. Ainda existem muitas oportunidades para se realizar pesquisas e desenvolvimento de produtos, postos de trabalho e ambientes diferenciados para as características masculina e feminina, para os idosos, obesos e pessoas com deficiência. Outro segmento diferenciado, ainda carente de estudos, são as crianças e adolescentes, que respondem hoje por uma faixa significativa de bens de consumo, como materiais escolares, roupas, brinquedos e móveis. Entre essas minorias populacionais, pode-se incluir também aqueles temporariamente afetados, como os enfermos, acidentados, e mulheres grávidas. Estes podem sofrer mudanças temporárias na capacidade de realizar movimentos e esforços e, portanto, de realizar trabalho. Com esses estudos, a ergonomia contribui para que os instrumentos de trabalho e os utensílios do dia a dia sejam adaptados às necessidades dessas minorias, integrando-as ao sistema produtivo e à sociedade (IIDA, 2016, p. 685).

O tema Design Centrado no Usuário tem conceitos e semelhanças com a Usabilidade, que para lida (2005) constitui um agente facilitador no uso dos produtos, independente do ambiente.

O termo Usabilidade demonstrou ao longo do tempo uma tendência de proximidade à informática. Nielsen (1994) propôs 10 heurísticas de usabilidade. Tal abordagem considerou as interfaces advindas da informática, cuja tecnologia permitiu agrupar produtos e a interação com sistemas informatizados.

Jordan (1998), ao propor os princípios de usabilidade aplicados na avaliação de produtos, equipamentos e sistemas com usuários, apresentou 10 princípios básicos:

1. Consistência: operações parecidas devem ser realizadas de forma parecida;
2. Compatibilidade: quando as expectativas do usuário são atendidas conforme suas experiências;
3. Capacidade: quando as capacidades individuais são respeitadas de acordo com a função;

4. Feedback: o retorno do produto aos usuários;
5. Prevenção e correção de erros: os produtos devem evitar a execução errada de tarefas e possibilitar correção de forma rápida e prática;
6. Controle: aumentar o controle do usuário na interface com o produto;
7. Evidência: o produto deve mostrar de forma evidente sua funcionalidade;
8. Funcionalidade e informação: o produto deve ser acessível e prático;
9. Transferência de tecnologia: o uso adequado de tecnologias para ampliar a usabilidade do produto;
10. Clareza: a função e o método de operação devem ser explícitos.

“Na sociedade industrial altamente desenvolvida, o objetivo de quase toda atividade é a elevação do crescimento econômico [...] a satisfação de necessidades e aspirações tem um papel substancial, motivando a criação e o aperfeiçoamento de objetos” (LÖBACH, 2001, p. 29). Com base nessa afirmação, entende-se que as pesquisas e o desenvolvimento de produtos e serviços estão em constante aprimoramento e tentado fazer com que o maior número de usuários tenha acesso sem dificuldade. O Design Inclusivo, com o desenvolvimento de produtos ou serviços, permitiu a utilização por pessoas, independente de suas limitações, diminuindo a discriminação e ampliando a inclusão social (FALCATO; BISPO, 2006).

Preece; Rogers e Sharp (2005) afirmam que o Design Centrado no Usuário é baseado em três princípios: 1º) Observar o usuário durante a realização de tarefas, desde o princípio. Para tanto, é necessário estudar a natureza de tais tarefas e envolvê-los no processo de design; 2º) Avaliação empírica: observar, registrar e analisar as experiências dos usuários, suas reações e o desempenho em simulações com protótipos; 3º) Design interativo: refere-se ao processo de design composto por etapas design-teste-avaliação-redesign (reprojetar), que são repetidos várias vezes, de acordo com a necessidade.

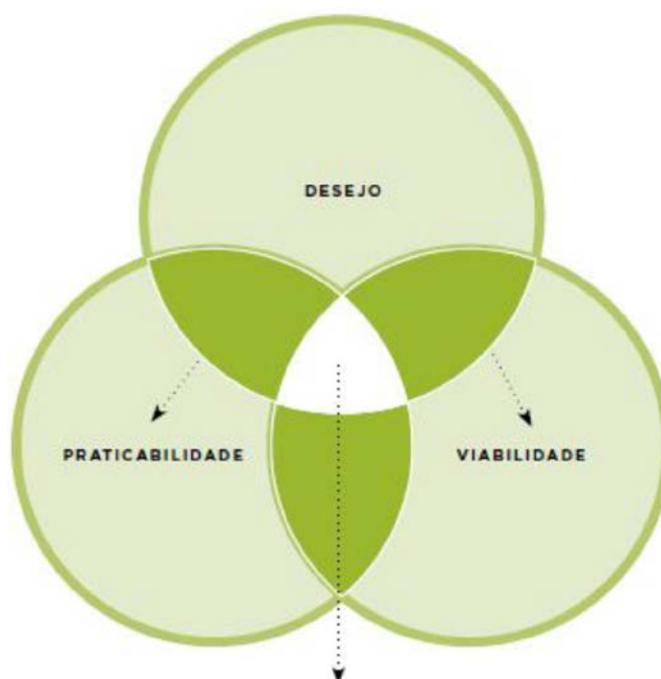
Schifferstein e Hekkert (2008) afirmam que a experiência do usuário é a:

[...] área de pesquisa que desenvolve e entende as percepções subjetivas das pessoas que resultam na interação com produtos [...] a experiência com produtos é a consciência dos efeitos psicológicos suscitados pela interação com o produto, incluindo o grau com o qual todos os nossos sentidos são estimulados, os significados e os valores anexados ao produto, e os sentimentos e emoções que são suscitados (SCHIFFERSTEIN; HEKKERT, 2008, p.1-2).

A necessidade de avaliação da usabilidade deve ir além da interface homem x computador. Os métodos também devem incluir, como maior frequência, o design de produtos industriais. Tal necessidade de investigação remete a três fatores importantes: ergonomia-usabilidade-experiência do usuário (UX) abreviatura de *User experience* (experiência do usuário). Tais fatores representam os elementos que interferem na experiência do usuário, sua percepção e comportamento.

O motivo pelo qual se denomina HCD - Centrado no Ser Humano é que ele se inicia pelos indivíduos aos quais se está criando a solução. O processo começa por examinar as necessidades, desejos e comportamentos das pessoas que precisam de soluções. As soluções que surgem do HCD precisam estar contidas na interseção dessas três lentes, como mostra a Figura 14, e devem ser Desejáveis, Praticáveis e Viáveis (IDEO, 2009).

**Figura 14.** Soluções que surgem do HCD.

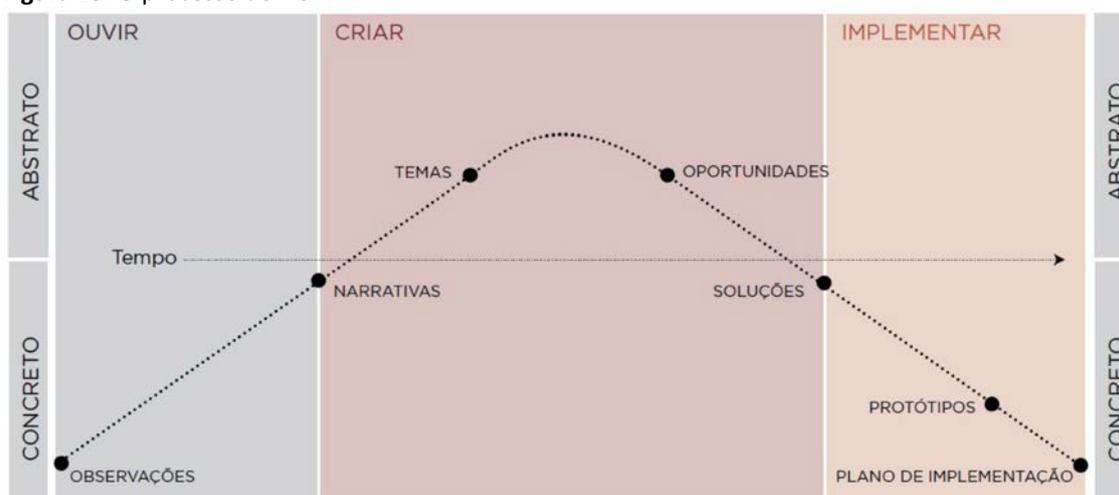


**Fonte:** IDEO, 2009, p. 6.

Procuramos ouvir e entender o que querem, a chamada “lente do Desejo”. Enxergamos o mundo através desta lente durante as várias etapas do processo de design. Uma vez identificado qual é o Desejo do usuário, começamos a examinar nossas soluções através das lentes da Praticabilidade e da Viabilidade. Utilizamos com cuidado essas lentes nas fases finais do processo (IDEO, 2009, p. 5).

O processo de HCD se inicia com um desafio específico, constituído por três fases principais, como mostra a Figura 15: Ouvir (*Hear*), Criar (*Create*) e Implementar (*Deliver*), que se delimitam entre o concreto e o abstrato. Estratégias que colaboram inicialmente, com a identificação de temas e oportunidades e, posteriormente, com soluções e protótipos. Ouvir (*hear*) para coletar histórias e conduzir pesquisas de campo. Criar (*create*), trabalhar em forma de seminários em busca de oportunidades, soluções e protótipos. É a fase que permite identificar temas e oportunidades para a criação de soluções e protótipos. Implementar (*deliver*), refere-se ao início da implementação de soluções através de um sistema de custos e receitas, capacitação e planejamento de implementação (IDEO, 2009).

**Figura 15.** O processo de HCD.



**Fonte:** IDEO, 2009, p. 7.

O Design Inclusivo, de acordo com o *Norwegian Design Council* (2010) fundamenta-se em um projeto centrado em usuários líderes, que por meio das diversidades, representam uma amostra de indivíduos como: pessoas com deficiência, idosos, obesos, entre outros. Acredita-se que, projetando para os extremos, as soluções propostas são mais abrangentes, atendendo a diversidade de usuários segmentados.

Desmet e Hekkert (2007) explicam no estudo “Estrutura da experiência com o produto”, do Departamento de Desenho Industrial da Universidade de Tecnologia de Delft, na Holanda, que uma estrutura geral de experiência com o produto se aplica a todas as respostas afetivas que podem ser experimentadas na interação humano x

produto. Três componentes ou níveis de experiências de produtos: a experiência estética, experiência de significado e a experiência emocional. O nível estético envolve a capacidade de um produto de encantar uma ou mais das modalidades sensoriais. O nível de significado refere-se à capacidade de atribuir personalidade ou outras características para avaliar o significado pessoal ou simbólico de produtos. O nível emocional às experiências geralmente consideradas na emoção psicológica e em todas as manifestações de emoção, como amor e raiva. A estrutura indica os padrões das experiências emocionais diante de diversos tipos de produtos.

A experiência com o produto é um fenômeno multifacetado que envolve manifestações, tais como sentimentos subjetivos, reações comportamentais, reações expressivas e reações fisiológicas. O sentimento subjetivo da experiência é uma percepção consciente da mudança de afetar o meio. Quando estamos irritados com um pacote que é difícil de abrir, também nos sentimos irritados. Manifestações fisiológicas, como a dilatação da pupila e a produção de suor, são causadas pelas mudanças de atividade no sistema nervoso autonômico, sistema que guia experiências afetivas. Reações expressivas (por exemplo, sorrir ou franzir a testa) são o facial, vocal, e expressões posturais que acompanham experiências afetivas. Podemos dizer que pela expressão facial e corporal, se uma pessoa está triste, mal-humorada ou alegre. Reações comportamentais (por exemplo, correr ou buscar contato) são as ações desencadeadas quando uma mudança é experimentada no meio do afeto. Experiências afetivas iniciam tendências comportamentais, abordagens como, inação, esquiva e ataque (DESMET; HEKKERT, 2007, p.3).

Tal fundamento é essencial em pesquisas que abordam a experiência do usuário, sobretudo quando este é cadeirante. Schifferstein e Hekkert (2008) colocam que a experiência com o produto existe na aquisição, no uso e no pós-compra. Definem que, “subjetivamente a experiência com produtos é a consciência dos efeitos psicológicos suscitados pela interação com o produto, incluindo o grau com o qual todos os nossos sentidos são estimulados, os significados e os valores anexados ao produto, e os sentimentos e emoções que são suscitados” (SCHIFFERSTEIN; HEKKERT, 2008, p.2).

Análise da experiência determina em projetar uma experiência enfatizada no usuário, no produto e na interação entre ambos. Para tanto, deve-se estudar os sentidos e sentimentos para gerar uma interação com um produto, como o sistema motor, sensorial e cognitivo, os quais darão suporte à pesquisa com propriedades materiais e estruturais, adequando às necessidades e possibilitando a funcionalidade. Esse requisito é permitido quando há a experiência de usuário e a interação,

principalmente quando esse usuário, como nesse estudo, apresenta comprometimento no sistema motor.

Watkinson (2013) destaca a experiência social como requisito para a boa experiência entre usuário e produto. Ressalta a importância em gerar emoções positivas para o usuário durante a aquisição e a usabilidade do produto, e conseqüentemente, da interação social em decorrência dessa experiência. Essa interação deve evitar que problemas com o produto ou a tarefa do usuário tenha um caráter negativo, trazendo constrangimento e/ou desistência.

As experiências do usuário ampliam as abordagens da interface com o produto, dentre elas o Design Emocional. Norman (2008) avalia o design voltado à questão da emoção, discute a interação e quais resultados as experiências agradáveis ou desagradáveis de um objeto podem proporcionar, afirmando que “uma das maneiras pelas quais as emoções trabalham é por meio de substâncias químicas neuroativas que penetram determinados centros cerebrais e modificam a percepção, a tomada de decisão e o comportamento” (NORMAN, 2008, p.30). Ainda, para o autor, sobre os sentidos, ele os correlaciona às emoções, “coisas desagradáveis fazem os músculos ficarem tensos como preparação para uma resposta. Um gosto ruim faz a boca se franzir, a comida ser cuspidada, e os músculos do estômago se contraírem” (NORMAN, 2008, p.33).

Os aspectos da emoção trazem proximidade com as qualidades afetivas na relação com os objetos. Mont’Alvão e Damazio (2008) discutem a Ergonomia denominada Afetiva, afirmando ser segmentos que se complementam no desenvolvimento de um projeto. Ressaltam que além dos fatores humanos (físicos/cognitivos), já considerados pela ergonomia, é necessário agregar ao processo projetual outras dimensões humanas, dentre elas o afeto, o prazer e a percepção do usuário. Nesse contexto, a ergonomia é um requisito na integração do produto.

A ergonomia é enfatizada em dois aspectos nesta tese. A primeira é a ergonomia física, que estuda os aspectos físicos do corpo humano para adequar ao dimensionamento do produto. A ergonomia física tem por objetivo adaptar aos limites e capacidades do corpo, para melhorar a relação homem-máquina. Tal estudo exige medições antropométricas, testes biomecânicos, prototipagem e pesquisa com

usuários. Quando o usuário tem limitações, como a deficiência física, a coleta de dados prevê a avaliação dos sentidos e do senso sinestésico, das funções neuromusculares e metabólicas (ABERGO, 2016).

A ergonomia cognitiva prevê também a resposta motora, por meio de questionários e avaliação de sistemas mentais e cognitivos dos usuários com produtos. Dessa forma, pode-se coletar dados que orientam a produção de produtos, adequando-os de forma mais eficaz ao usuário. A ergonomia e a usabilidade possibilitam que um produto atenda às necessidades dos usuários, satisfazendo seus objetivos e expectativas (ABERGO, 2016).

A ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia define as ergonômias física e cognitiva utilizadas nesse estudo. A aplicação da pesquisa, a experiência do usuário e os domínios de especialização da ergonomia servem de base para a elaboração de diretrizes quando se trata de um projeto de produto inclusivo voltado aos cadeirantes.

\* Ergonomia física | está relacionada com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação à atividade física. Os tópicos relevantes incluem o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde.

\* Ergonomia cognitiva | refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem o estudo da carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem computador, stress e treinamento conforme esses se relacionem a projetos envolvendo seres humanos e sistemas (ABERGO, 2016).

### **2.3 CONCEITOS DE TA – TECNOLOGIA ASSISTIVA**

Com a evolução tecnológica dos objetos, passou-se a produzir de acordo com novos paradigmas e a crescente diversidade de usuários, que exigiu o fomento de pesquisas no desenvolvimento de produtos e serviços.

Geralmente, a concepção de tecnologia é limitada aos recursos midiáticos, tecnologias digitais, computadores, entre outras interfaces. Para Kenski (2007), as tecnologias provêm do conhecimento humano sobre a natureza. Por esse viés, pode-se afirmar então que tecnologia vai além de máquinas, computadores e equipamentos, representa o produto desenvolvido ou inovado, de acordo com a

necessidade de um usuário, embasada em pesquisa, materiais, métodos e produção de objetos.

O termo *Assistive Technology*, no Brasil Tecnologia Assistiva, foi criado em 1988 e denominado como *Public Law 100-407*, modificado em 1998 como *Assistive Technology Act* (P.L. 105-394, S.2432), um importante direito provido pela legislação norte-americana, o qual passou a compor o ADA - *American with Disabilities Act*, um conjunto de leis que regulamentam e garantem os direitos das pessoas com deficiência nos Estados Unidos, por meio de serviços especializados e recursos.

A TA deve ser entendida como um auxílio que promoverá a ampliação de uma habilidade funcional deficitária ou possibilitará a realização da função desejada e que se encontra impedida por circunstância de deficiência ou pelo envelhecimento (BERSCH, 2013, p. 2).

Diante de tais definições, a TA vai além de dispositivos, equipamentos ou ferramentas, implica em estratégias, metodologias e processos, como institui a legislação norte-americana, por meio da *Public Law 108-364* (2004) a qual descreve que os serviços de TA representa qualquer serviço que auxilia diretamente uma pessoa com deficiência na seleção, aquisição ou uso de um dispositivo de tecnologia assistiva, incluindo:

- (A) A avaliação das necessidades de uma TA do indivíduo com uma deficiência, incluindo a avaliação funcional do impacto da provisão de uma TA apropriada e de serviços apropriados para o indivíduo no seu contexto comum;
- (B) Um serviço que consiste na compra, leasing ou de outra forma provê a aquisição de recursos de TA para pessoas com deficiência;
- (C) Um serviço que consiste na seleção, desenvolvimento, experimentação, customização, adaptação, aplicação, manutenção, reparo, substituição ou doação de recursos de TA;
- (D) Coordenação e uso das terapias necessárias, intervenções e serviços associados com educação, planos e programas de reabilitação;
- (E) Treinamento ou assistência técnica para um indivíduo com uma deficiência ou, quando apropriado, aos membros da família, cuidadores, responsáveis ou representantes autorizados de tal indivíduo;
- (F) Treinamento ou assistência técnica para profissionais (incluindo indivíduos que proveem serviços de educação e reabilitação e entidades que fabricam ou vendem recursos de TA), empregadores, serviços provedores de emprego e treinamento, ou outros indivíduos que proveem serviços para empregar, ou estão de outra forma, substancialmente envolvidos nas principais funções de vida de indivíduos com deficiência;
- (G) Um serviço que consiste na expansão da disponibilidade de acesso à tecnologia, incluindo tecnologia eletrônica e de informação para indivíduos com deficiências (PUBLIC LAW 108-364, 2004, p. 1711-1712).

O Departamento de Justiça dos Estados Unidos publicou em 2010 a revisão dos regulamentos revistos para títulos II e III do *Americans with Disabilities Act* de 1990 "ADA". Esses regulamentos adotaram uma revisão e padrões de acessibilidade executáveis da *ADA Standards for Accessible Design*, que estabelecem ambientes para instalações recém-criadas, construídas ou alteradas pelo governo, acomodações públicas e instalações comerciais acessíveis e utilizáveis por pessoas com deficiência (ADA, 2010).

Os recursos podem variar de um simples artefato ou equipamento, a um complexo sistema computadorizado. Estão incluídos brinquedos e roupas adaptadas, computadores, softwares e hardwares especiais, que contemplam questões de acessibilidade, dispositivos para adequação da postura sentada, recursos para mobilidade manual e elétrica, equipamentos de comunicação alternativa, chaves e acionadores especiais, aparelhos de escuta assistida, auxílios visuais, materiais protéticos e milhares de outros itens confeccionados ou disponíveis comercialmente.

Os serviços incluem aqueles prestados profissionalmente à pessoa com deficiência visando selecionar, obter ou usar um instrumento de tecnologia assistiva. Como exemplo, podemos citar avaliações, experimentação e treinamento de novos equipamentos. Os serviços de tecnologia assistiva são normalmente transdisciplinares envolvendo profissionais de diversas áreas, tais como: fisioterapia, terapia ocupacional, fonoaudiologia, educação, psicologia, enfermagem, medicina, engenharia, arquitetura, design e técnicos de muitas outras especialidades (ALVES, 2012, p. 20).

COOK e POLGAR (2015, p. 10-11) citam o modelo HAAT - *Human Activity Assistive Technology* (Atividade Humana Tecnologias de Apoio) de deficiência para discutir a eficiência dos projetos de tecnologia assistiva, por meio de quatro componentes contextuais: (1) **contexto físico**, incluindo ambientes construídos e parâmetros físicos naturais; (2) **contexto social** (com conhecidos e com estranhos); (3) **contexto cultural**; e (4) o **contexto institucional**, incluindo, atos legislativos formais legais e regulamentações; políticas, práticas e procedimentos em vários níveis institucionais, como educação, trabalho, organizacional e ambientes comunitários; e instituições socioculturais, tais como instituições religiosas.

O modelo HAAT da tecnologia de apoio é visto como um facilitador para um ser humano realizar uma atividade. Este componente tem quatro aspectos: a Interface Homem-Tecnologia (HTI), o processador, a interface do ambiente, e a atividade final. A interação da HTI com o ser humano configura o limite entre o

humano e a TA. Uma interação bidirecional do ser humano com a tecnologia e vice-versa.

Em 16 de novembro de 2006 foi estabelecido, por meio da Portaria nº 142, o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), através do Decreto nº 5.296/2004 da Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República, com o objetivo de aprimorar, dar legitimidade e transparência ao desenvolvimento da Tecnologia Assistiva no Brasil. O termo Ajudas Técnicas era anteriormente utilizado para se referir à Tecnologia Assistiva. O CAT define Tecnologia Assistiva como:

[...] uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (CAT, 2007).

Existem várias categorias de Tecnologia Assistiva. Esse estudo aborda a tecnologia assistiva destinada aos portadores de deficiências físicas. Apesar de o termo ser recente, o uso de recursos assistivos sempre foi constante na história da humanidade.

No cenário europeu, dentre os modelos existentes para classificar as Tecnologias de Apoio, há o Consórcio EUSTAT - *Empowering Users Through Assistive Technology*, voltado à área de educação e apropriado para a formação dos usuários finais, baseado no modelo HEART e pelo Programa TIDE da União Europeia.

O Consórcio EUSTAT (1999) sugere que se utilize outras classificações, que não sejam necessariamente voltadas para produtos ou serviços, como:

Classificação HEART: voltada para os conhecimentos sobre TA, como componentes técnicos, humanos e sociais.

Classificação MPT (*Matching Persons and Technology*): menos metódica, voltada para a atividade, como atividades domésticas, saúde, lazer, cuidados pessoais, trabalho, comunicação, mobilidade, cognição, visão, audição, leitura/escrita e aprendizagem.

Classificação orientada para a aplicação: quando a TA serve para substituir uma função (prótese), para apoiar uma função (órtese), ampliar capacidades de Atividades de Vida Diária (AVD), aumentar acessibilidade ambiental, ou facilitar a tarefa dos assistentes pessoais (EUSTAT, 1999).

Ainda no âmbito europeu, foi criado, entre 2004 e 2005, o Consórcio EASTIN - Rede Europeia de Informação de Tecnologias de Apoio, com o objetivo de instituir uma rede internacional de informações sobre Ajudas Técnicas, destinada aos países europeus capazes de responder às seguintes questões: “Quantos produtos e serviços de Tecnologia de Apoio existem na Europa? Quais são as especificações técnicas desses produtos? Como posso ter acesso a eles? Quais são as normas legais, de cada país, sobre o financiamento público e distribuição desses produtos? Como podemos ajudar o usuário final a fazer a escolha adequada dos produtos?” (EASTIN, 2005).

O Consórcio EASTIN conta com mais de 20 mil produtos cadastrados de Tecnologia de Apoio na Europa, como órteses e próteses, dispositivos tecnológicos para apoio terapêutico, dentre outros, que custam em torno de 30 bilhões de Euros, de acordo com a *Dirección de Empleo y Asuntos Sociales de la Comisión Europea* (EASTIN, 2005a). Os conteúdos do EASTIN incluem também o trabalho da *Asociación para el Avance de la Tecnología de Apoyo en Europa - AAATE*, uma associação interdisciplinar criada em 1995, cuja missão é “estimular o desenvolvimento das Tecnologias de Apoio em benefício das pessoas com deficiência e idosos” (EASTIN, 2005b).

Analisando objetivo principal das tecnologias assistivas, cuja função é reduzir as limitações funcionais das pessoas, é importante identificar não apenas os aspectos tecnológicos, mas também os aspectos humanos, sociais e econômicos. O modo como as tecnologias assistivas são usadas é influenciado e influencia, tanto nas necessidades dos usuários, como do meio em que este usuário convive. A Tecnologia Assistiva apresenta várias categorias que ajudam no desempenho de habilidades funcionais. Materiais e produtos que auxiliam a vida diária e prática, favorecendo uma rotina mais autônoma. Bersch (2013) explica as categorias de Tecnologia Assistiva com vários exemplos, como mostra a Tabela 9.

**Tabela 9.** Categorias de Tecnologia Assistiva.

CATEGORIA	EXEMPLOS
<p><b>Auxílios para a vida diária e vida prática</b> (materiais e produtos que auxiliam o desempenho independente em tarefas cotidianas e facilitam o cuidado das pessoas com capacidades reduzidas, em atividades como se alimentar, cozinhar, vestir-se, tomar banho, e outras).</p>	<p>Talheres adaptados, suportes para utensílios domésticos, roupas desenhadas para facilitar o vestir e despir, abotoadores, fixadores de tecidos, recursos para transferência, barras de apoio, equipamentos que possibilitam tarefas como consultar o relógio, usar calculadora, verificar a temperatura do corpo, identificar se as luzes estão acesas ou apagadas, cozinhar, identificar cores e peças do vestuário, verificar pressão arterial, identificar chamadas telefônicas, escrever, etc.</p>
<p><b>CAA - Comunicação Aumentativa e Alternativa</b> (destinada para pessoas sem fala ou escrita funcional ou com dificuldade de comunicação em falar e/ou escrever)</p>	<p>Pranchas de comunicação, construídas com simbologia gráfica (BLISS, PCS e outros), prancha de comunicação impressa; vocalizadores de mensagens gravadas; prancha de comunicação gerada com o software Boardmaker SDP no equipamento EyeMax e pranchas dinâmicas de comunicação para tablet.</p>
<p><b>Recursos de acessibilidade para computador</b> (hardwares e softwares idealizados para tornar o computador acessível às pessoas com dificuldades sensoriais (visuais e auditivas)</p>	<p>teclados modificados, os teclados virtuais com varredura, mouses especiais e acionadores diversos, software de reconhecimento de voz, dispositivos de acessibilidade por meio o movimento de cabeça, de olhos e de ondas cerebrais (pensamento), órteses e ponteiras para digitação, softwares leitores de tela, software para ajustes de cores e ampliação das informações (efeito lupa), os softwares leitores de texto impresso (OCR), impressoras braile e linha braile, impressão em relevo, entre outros.</p>
<p><b>Sistemas de controle de ambiente</b> (o controle remoto permite as pessoas com limitações motoras a possibilidade de ligar, desligar e ajustar aparelhos eletroeletrônicos como a luz, o som, televisores, ventiladores, abertura e fechamento de portas e janelas, receber e fazer chamadas telefônicas, acionar sistemas de segurança, entre outras funções. O controle remoto ainda permite ser acionado de forma e forma direta ou indireta, através, por exemplo, de tração, de sopro, de piscar de olhos, por comando de voz, etc.)</p>	<p>casas inteligentes com controle de ambientes, controle de ambiente a partir do controle remoto.</p>
<p><b>Projetos arquitetônicos para acessibilidade</b> (permitem acesso, funcionalidade e mobilidade das pessoas, independente da habilidade física e cognitiva. Reduzem as barreiras físicas em ambientes internos e externos)</p>	<p>projeto de adaptações estruturais e em casas e/ou ambiente de trabalho rampas, elevadores, adaptações em banheiros e mobiliário.</p>
<p><b>Órteses e próteses</b> (peças artificiais que substituem partes ausentes do corpo. Órteses são extensões da parte do corpo para melhor posicionamento e função)</p>	<p>Próteses de membros superiores e órtese de membro inferior. Objetos desenvolvidos sob medida para facilitar a escrita, digitação, utilização de talheres, manejo de objetos para higiene pessoal, correção postural, entre outros.</p>

CATEGORIA	EXEMPLOS
<b>Adequação Postural</b> (a postura adequada traz conforto e possibilita o bom desempenho funcional. Recursos que garantam posturas alinhadas, estáveis e com boa distribuição do peso corporal)	sistemas especiais de assentos e encostos em cadeiras de rodas, recursos que auxiliam e estabilizam a postura deitada e de pé como as almofadas no leito ou os estabilizadores ortostáticos, entre outros.
<b>Auxílios de mobilidade</b> (recursos e equipamentos que permitem a melhoria da mobilidade pessoal)	bengalas, muletas, andadores, carrinhos, cadeiras de rodas manuais ou elétricas, <i>scooters</i> , etc.
<b>Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas</b>	auxílios ópticos, lentes, lupas manuais e lupas eletrônicas; os softwares ampliadores de tela, material gráfico com texturas e relevos, mapas e gráficos táteis, software OCR em celulares para identificação de texto informativo, lupas manuais, lupa eletrônica, aplicativos para celulares com retorno de voz, leitor autônomo, etc.
<b>Auxílios para pessoas com surdez ou com déficit auditivo</b> (vários equipamentos que permitem a comunicação das pessoas com problemas de surdez)	equipamentos (infravermelho, FM), aparelhos para surdez, telefones com teclado-teletipo (TTY), sistemas com alerta tátil-visual, celular com mensagens escritas e chamadas por vibração, software que favorece a comunicação ao telefone celular transformando em voz o texto digitado no celular e em texto a mensagem falada, livros, textos e dicionários digitais em língua de sinais. Sistema de legendas ( <i>close-caption/subtitles</i> ), aparelho auditivo; celular com mensagens escritas e chamadas por vibração, aplicativo que traduz em língua de sinais mensagens de texto, voz e texto fotografado.
<b>Mobilidade em veículos</b> (acessórios que possibilitam uma pessoa com deficiência física dirigir, embarcar e desembarcar, acessar transporte público)	carros adaptados, elevadores para cadeiras de rodas, elevador para cadeiras de rodas, rampas.
<b>Esporte e Lazer</b> (recursos que favorecem a prática de esporte e participação em atividades de lazer)	Cadeira de rodas/basquete, bola sonora, auxílio para segurar cartas e prótese para escalada no gelo, e outros.

Fonte: BERSCH, 2013, p. 5-11.

A PNTA - Pesquisa Nacional de Tecnologia Assistiva é um projeto desenvolvido pela Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social (SECIS), do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), junto ao Instituto de Tecnologia Social (ITS BRASIL, 2012). Baseia-se na identificação de instituições que produzem Tecnologia Assistiva (Ajudas Técnicas ou Produtos de Apoio) para a inclusão social de pessoas com deficiência e/ou idosos. Tais instituições são empresas e entidades do terceiro setor e de ensino superior, que desenvolvem projetos de inovação tecnológica (pesquisas, produtos e serviços).

Dessa maneira, a concepção sobre deficiência deve estar embasada em um modelo inclusivo, que avalia as limitações enfrentadas pelo indivíduo, sua

funcionalidade e participação, em seu cotidiano e as barreiras do meio em que vive. Portanto, a pesquisa e desenvolvimento de Tecnologia Assistiva ou de Apoio, deve levar em consideração essa realidade, e estudar soluções, dispositivos, metodologias, etc., que compensem ou reduzam as limitações não só do indivíduo, mas também do seu ambiente físico e social (GALVÃO FILHO, 2009).

A PNTA de 2012 abrange, de maneira ampla, a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico de produtos novos (bens e serviços) ou adaptados, e a inovação de processo, tendo como objetivos:

- Realizar levantamento sobre a inovação na área da Tecnologia Assistiva no Brasil;
- Mapear e caracterizar instituições no Brasil que produziram pesquisas, serviços e produtos na área da Tecnologia Assistiva;
- Conhecer as competências no Brasil na área da Tecnologia Assistiva;
- Favorecer intercâmbio de informações entre instituições, empresas, pesquisadores e usuários de Tecnologia Assistiva;
- Propiciar canal de informação para que as pessoas com deficiência e/ou idosos possam se beneficiar e obter melhores conhecimentos a respeito das pesquisas, serviços e produtos sobre Tecnologia Assistiva;
- Possibilitar, com maior precisão, a elaboração de políticas no âmbito da Ciência, Tecnologia e Inovação, que busquem soluções para a melhoria da qualidade de vida e a inclusão social das pessoas com deficiência e/ou idosos (ITS, 2016, 28-29).

Através do incentivo às políticas públicas e à inovação, a PNTA promove a integração científica, com caráter interdisciplinar, através da junção entre a metodologia científica e a metodologia proveniente da teoria da política pública. Com isso, não restringe a pesquisa da inovação em TA somente às empresas ou ao cenário acadêmico, mas envolve setor das organizações da sociedade civil.

Classificação de TA desta pesquisa aborda quatro relevantes referências:

- ISO 9999
- Classificação Nacional de Tecnologia Assistiva dos Estados Unidos.
- Classificação HEART - *Horizontal European Activities in Rehabilitation Technology*.
- Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva do Brasil

### **2.3.1 Determinações da ISO 9999 de 2002 - 2016**

A ISO - *International Organization for Standardization*, é uma organização internacional independente, não-governamental, com a adesão de 162 organismos de normalização, membros e especialistas que compartilham conhecimentos

baseados nas normas de mercados internacionais, apoia a inovação e fornece soluções para os desafios globais.

A classificação da ISO 9999 é empregada por vários países, sobretudo em catálogos e bases de dados e recursos que são agrupados em classes que se estendem em componentes de produtos. A função da ISO é preparar as normas internacionais pelos comitês técnicos, conduzidos também por organizações internacionais, governamentais e não-governamentais.

Em 2005, Portugal disponibilizou a primeira versão do Catálogo Nacional de Ajudas Técnicas (CNAT), em parceria com o Secretariado Nacional para a Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência (SNRIPC), do Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social (MTSS), dentre outras instituições portuguesas, e embasado na classificação da Norma Internacional ISO 9999: 2002, a qual classificou as Ajudas Técnicas em 11 (Tabela 10) classes que foram divididas em subclasses, e essas subclasses divididas em seções para qualquer produto, instrumento, equipamento ou sistema tecnológico, de produção especializada, utilizado por pessoa com deficiência para prevenir, compensar, atenuar ou eliminar uma deficiência, incapacidade ou desvantagem (ISO 9999: 2002).

**Tabela 10.** Classificação as Ajudas Técnicas.

Classe 03	Ajudas para tratamento clínico individual
Classe 05	Ajuda para treino de capacidades
Classe 06	Órteses e próteses
Classe 09	Ajudas para cuidados pessoais e de proteção
Classe 12	Ajudas para mobilidade pessoal
Classe 15	Ajudas para cuidados domésticos
Classe 18	Mobiliário e adaptações para habitação e outros locais
Classe 21	Ajudas para a comunicação, informação e sinalização
Classe 24	Ajudas para o manejo de produtos e mercadorias
Classe 27	Ajudas e equipamentos para melhorar o ambiente, ferramentas e máquinas
Classe 30	Ajudas para a Recreação

Fonte: ISO 9999: 2002.

A ISO 9999:2007 dispõe que qualquer produto de tecnologia assistiva para pessoas com deficiência representa “recursos, instrumentos, equipamentos e tecnologia, desenvolvidos para prevenir, compensar, monitorar, aliviar ou neutralizar deficiências, limitações na atividade e restrições na participação” (CAT, 2009, p. 15). Nesse documento, os produtos assistivos são classificados por função, e compostos

por três níveis, que incluem códigos, títulos, notas explicativas, inclusões, exclusões e referências cruzadas (CAT, 2009).

A ISO 9999:2007 representa a 4ª edição da norma, cujo título “Ajudas técnicas para pessoas com deficiência” passou a ser “Produtos Assistivos para pessoas com deficiência”. Em 2003, a ISO 9999:2007 foi associada à OMS - Organização Mundial de Saúde (OMS).

O intuito da ISO 9999:2007 é constituir uma classificação de produtos assistivos, sobretudo produzidos para pessoas com deficiência. “Também estão incluídos nesta classificação aqueles produtos assistivos que requerem o auxílio de outra pessoa para sua operação. Esta classificação fundamenta-se na função do produto classificado” (CAT, 2009, p. 17).

A classificação dos produtos assistivos, conforme a ISO 9999:2007, apresenta três níveis diferentes: classe, subclasse e definição da classificação, com explicações e referências. A Tabela 11 traz o nome de cada categoria.

**Tabela 11.** Classificação dos Produtos Assistivos.

04	Tratamento médico pessoal
05	Treinamento de habilidades
06	Órteses e próteses
09	Proteção e cuidados pessoais
12	Mobilidade pessoal
15	Cuidados com o lar
18	Mobiliário e adaptações para residenciais e outras edificações
22	Comunicação e informação
24	Manuseio de objetos e equipamentos
27	Melhorias ambientais, ferramentas e máquinas
30	Lazer

Fonte: ISO 9999: 2007.

A ISO 9999:2011 é a 5ª edição; estabelece uma classificação dos produtos de apoio, especialmente produzidos ou geralmente disponíveis, para pessoas com deficiência. Os produtos utilizados por uma pessoa com deficiência, mas que requerem a ajuda de outra pessoa para o seu funcionamento, também estão incluídos na classificação.

Os seguintes itens estão especificamente excluídos da ISO 9999:2011: itens usados para a instalação de produtos de assistência; soluções obtidas por meio de combinações de produtos de apoio que são classificados individualmente em ISO 9999: 2011; medicamentos; produtos e instrumentos de apoio utilizados

exclusivamente por profissionais de saúde; soluções não-técnicas, tais como assistência pessoal, os cães-guia ou a leitura labial; dispositivos implantados; e apoio financeiro.

A ISO 9999: 2016 dispõe sobre produtos auxiliares para pessoas com deficiência, de acordo com a classificação e a terminologia de produtos adaptados, especialmente produzidos ou geralmente disponíveis, para pessoas com deficiência. Os produtos adaptados utilizados por uma pessoa com deficiência, mas que exigem o apoio de outra pessoa, também estão incluídos nesta classificação. Os seguintes itens foram excluídos deste Padrão Internacional: itens utilizados para a instalação de produtos auxiliares; soluções obtidas por combinações de produtos auxiliares classificados individualmente neste Padrão Internacional; medicamentos; produtos e instrumentos de apoio utilizados exclusivamente por profissionais de saúde; soluções não técnicas, como assistência pessoal, cães-guia ou leitura de lábios; dispositivos implantados; e ajuda financeira (ISO 9999: 2016).

### **2.3.2 Classificação Nacional de Tecnologia Assistiva dos Estados Unidos.**

O Departamento de Educação assumiu o compromisso de apoiar a sua obrigação nos termos das seções 504 e 508 da Lei de Reabilitação de 1973, para garantir a acessibilidade das pessoas com deficiência, por meio de programas e atividades. O Programa de Tecnologia Assistiva fornece soluções de tecnologia de assistência a funcionários deficientes no Departamento de Educação (ED), além de garantir que sistemas eletrônicos e de informação da agência sejam acessíveis aos funcionários e público com deficiência (US, *Department of Education*, 2013).

A Classificação Nacional de Tecnologia Assistiva do Departamento de Educação dos Estados Unidos foi instituída com base na Tecnologia Assistiva da legislação norte-americana, que inclui recursos e serviços. A classificação possui 10 itens catalogados de componentes de recursos, de acordo com a área de aplicação, e ainda oferece um grupo de serviços que “possibilita o apoio à avaliação do usuário, o desenvolvimento e customização de recursos, a integração da TA com ação e objetivos educacionais e de reabilitação e os apoios legais de concessão” (CAT, 2009, p. 23).

A Tabela 12 traz o Sistema de Classificação para os Recursos e Serviços de Tecnologia Assistiva do *U.S. Department of Health and Human Services* (2003), suas classificações e recursos.

**Tabela 12.** Classificação de Tecnologia Assistiva do *U.S. Department of Health and Human Services*.

<b>Interruptores adaptados</b>	interruptores modificados para que os idosos possam usar para ajustar condicionadores de ar, computadores, máquinas de atendimento automático, cadeiras de rodas eléctricas, e outros tipos de equipamentos. A mensagem de voz pode ativar essas opções.
<b>Equipamento de comunicação</b>	qualquer recurso que permite a uma pessoa para enviar e receber mensagens, como um amplificador de telefone.
<b>Acesso ao computador</b>	software especial que permite o acesso à Internet, teclado ou mouse modificado.
<b>Educação</b>	livros com áudio ou Braille para os cegos, recursos que permitam às pessoas obter formação profissional adicional.
<b>Modificações iniciais</b>	construção ou remodelação do trabalho, como a construção de uma rampa para o acesso de cadeira de rodas, permitindo a superação de barreiras e melhorando a qualidade de vida.
<b>Ferramentas para uma vida independente</b>	qualquer recurso que possibilite uma vida independente, atividades da vida diária sem dependência de outras pessoas, como o banheiro com barras de apoio.
<b>Itens relacionados com o trabalho</b>	qualquer dispositivo ou processo necessário para uma pessoa realizar o seu trabalho de forma mais prática, como cadeira especial ou almofada.
<b>Apoio à mobilidade</b>	qualquer peça de equipamento que ajuda na locomoção com mais facilidade, tais como uma cadeira de rodas eléctrica, elevador de cadeira de rodas, etc.
<b>Ortopédicos ou equipamento protético</b>	dispositivos que suprem a falta de parte do corpo dos deficientes, como palmilhas ortopédicas, braço artificial para amputado, entre outros.
<b>Auxílio para entretenimento</b>	Novos métodos e ferramentas para permitir que as pessoas que têm deficiência possam desfrutar de atividades como aulas de natação.
<b>Assentos auxiliares</b>	qualquer modificação em cadeiras, <i>scooters</i> , cadeiras de rodas ou qualquer equipamento que ajude uma pessoa ficar em pé ou levantar-se sem ajuda de outros.
<b>Melhorias sensoriais</b>	qualquer recurso que torna mais fácil a vida das pessoas que estão parcial ou totalmente cegas ou surdas, como o decodificador <i>telecaption</i> .
<b>Terapia</b>	equipamentos ou processos que ajudam alguém recuperar o máximo possível de uma doença ou lesão. A terapia pode envolver a combinação de serviços e tecnologias.
<b>Ajuda com transporte</b>	dispositivos que tornam mais fácil para entrar e sair de carros ou caminhões e dirigir com mais segurança, tais como espelhos ajustáveis, assentos e volante adaptados. Serviços que ajudam a manter e registar veículos, tais como uma janela de <i>drive-up</i> , se enquadraram nessa categoria.

Fonte: *U.S. Department of Health and Human Services*, 2003.

### 2.3.3 Classificação HEART

O modelo de classificação HEART - *Horizontal European Activities in Rehabilitation Technology*, como mencionado, surgiu com base no TIDE - *Program*

*Technology Initiative for Disabled and Elderly People*, da União Europeia, com foco nos conhecimentos e utilização da Tecnologia Assistiva, e considerando três grandes áreas: componentes técnicos, humanos e socioeconômicos (EUSTAT, 1999).

A maior parte dos tópicos relacionados com as tecnologias de apoio inserem-se num destes temas (ex: a mobilidade através da cadeira de rodas eléctrica insere-se sem dúvida na área da mobilidade). No entanto, existem alguns tópicos cuja inclusão numa ou noutra área pode ser um tanto ou quanto arbitrária. Assim é o caso, por exemplo, do tópico “posicionamento” que está classificado dentro da área da mobilidade, dada a sua clara importância como pré-requisito no estudo das ajudas para a mobilidade. O conhecimento sobre este assunto, está muitas vezes ligado a aspectos puros da mobilidade. No entanto o “posicionamento” é também um pré-requisito para muitas actividades de comunicação, tais como o acesso a computadores ou a tarefas de manipulação como por exemplo, as actividades da vida diária. Nestes casos temos uma abordagem pragmática: esses tópicos são classificados dentro dos temas onde habitualmente são analisados com maior profundidade (EUSTAT, 1999, p. 53).

A classificação do modelo HEART adota três áreas, que foram subdivididas da seguinte maneira (EUSTAT, 1999):

(1) **Componentes Técnicos** – consideram os recursos técnicos para a execução de diferentes actividades:

- a) Comunicação
- b) Mobilidade
- c) Manipulação
- d) Orientação

(2) **Componentes Humanos** – consideram as consequências da deficiência causadas no ser humano:

- a) Tópicos sobre a deficiência
- b) Aceitação da Ajuda Técnica
- c) Seleção da Ajuda Técnica
- d) Aconselhamento sobre as Ajudas Técnicas
- e) Assistência Pessoal

(3) **Componentes Socioeconômicos** – consideram as relações, interações e impactos que podem ser estabelecidos entre o usuário final da TA e convivência com o meio:

- a) Noções básicas de Ajudas Técnicas
- b) Noções básicas do Desenho Universal
- c) Emprego

- d) Prestação de Serviços
- e) Normalização/Qualidade
- f) Legislação/Economia
- g) Recursos de Informação

### (1) Componentes Técnicos

**Comunicação:** a capacidade de criar, enviar, receber e compreender mensagens, com os indivíduos interagindo de forma presencial ou à distância em um meio social, cujos indivíduos transferem informações e influenciam e são influenciados por comportamentos.

As competências comunicativas se sustentam nas relações sociais e aprendizagem com o intuito de satisfazer as necessidades humanas. Para tanto, a comunicação precisa ser um processo contínuo nas atividades diárias. Muitos têm dificuldade de comunicação, por não ter acesso às ferramentas ou por não conseguirem de forma natural, por apresentar alguma falta de capacidade. A Tabela 13 mostra tecnologias de apoio que permitem e estimulam a comunicação efetiva entre as pessoas, possibilitando uma interação eficiente e funcional.

**Tabela 13.** Componente Técnico da Classificação do modelo HEART - Comunicação

<b>COMUNICAÇÃO</b>	
<b>COMPONENTES</b>	<b>TOPICOS</b>
<b>Comunicação interpessoal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sistemas de comunicação com e sem ajuda</li> <li>- dispositivos de baixa tecnologia, tais como quadros de comunicação</li> <li>- quadros de comunicação dinâmicos, alta tecnologia</li> <li>- saída de voz: fala gravada e fala sintetizada</li> <li>- técnicas de seleção: direta, varrimento e codificada</li> <li>- técnicas de aumento de velocidade de comunicação e de predição</li> <li>- técnicas de leitura e de escrita</li> <li>- próteses auditivas</li> <li>- amplificadores de voz</li> <li>- auxiliares ópticos</li> </ul>
<b>Acesso a computador/interfaces do utilizador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interfaces de controle (manípulos, joystick, <i>track ball</i>)</li> <li>- teclados alternativos (expandidos, reduzidos)</li> <li>- teclados e emuladores de teclados</li> <li>- mouse e emuladores de mouse</li> <li>- écrans tácteis</li> <li>- ponteiros de cabeça e de boca</li> </ul>
<b>Telecomunicações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rádios, telefones (portátil, texto, vídeo), <i>beepers</i></li> <li>- sistemas de e-mail</li> <li>- Internet e WWW</li> </ul>

COMUNICAÇÃO	
<b>Leitura/Escrita</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- livros adaptados (com símbolos gráficos, em CD ou em cassete)</li> <li>- computadores com leitores de écran e fala sintetizada</li> <li>- dispositivos com saída em Braille</li> <li>- software específico</li> <li>- dispositivos de amplificação óptica</li> <li>- máquinas de leitura por reconhecimento de caracteres</li> <li>- displays tácteis</li> <li>- máquinas e impressoras Braille</li> </ul>

Fonte: EUSTAT, 1999, p. 54-55.

Mobilidade: quando o indivíduo consegue executar diversas atividades ligadas ao seu deslocamento em um ambiente. Tal atividade possibilita melhor qualidade de vida a cada indivíduo, pois ele consegue realizar tarefas como cuidados pessoais, estudar, trabalhar e ter lazer. Dessa forma, por meio da mobilidade funcional e pelo uso das Tecnologias de Apoio (Tabela 14), as barreiras são diminuídas e até ultrapassadas.

**Tabela 14.** Componente Técnico da Classificação do modelo HEART - Mobilidade.

MOBILIDADE	
COMPONENTES	TÓPICOS
<b>Mobilidade manual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cadeiras de rodas manuais</li> <li>- bengalas, canadianas, andarilhos</li> <li>- bicicletas e triciclos</li> <li>- cadeiras de transporte</li> <li>- elevadores manuais e ajudas de transferência</li> </ul>
<b>Mobilidade eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cadeiras de rodas eléctricas</li> <li>- ajudas eléctricas de transferência</li> <li>- interfaces de controle para cadeira de rodas</li> <li>- braços de robot para cadeira de rodas</li> </ul>
<b>Acessibilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ajudas para acessibilidade interior e exterior</li> <li>- adaptações de casas</li> </ul>
<b>Transportes privados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- controles especiais para condução</li> <li>- assentos especiais</li> <li>- rampas e plataformas</li> </ul>
<b>Transportes públicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- adaptação de veículos públicos</li> <li>- rampas e plataformas</li> <li>- elevadores</li> </ul>
<b>Próteses e órteses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- órteses do membro inferior</li> <li>- próteses do membro inferior</li> <li>- calçado ortopédico</li> <li>- estimulação eletro-funcional</li> </ul>
<b>Posicionamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dispositivos de controlo postural</li> <li>- componentes dos sistemas de posicionamento</li> <li>- almofadas anti-escaras</li> </ul>

Fonte: EUSTAT, 1999, p. 55.

**Manipulação:** capacidade do indivíduo de controlar o ambiente físico à sua volta ao executar uma atividade, com a habilidade de usar mecanismos de controle e ferramentas. A manipulação é um dos resultados das atividades executadas pelas pessoas com deficiência, geralmente efetuada pelos membros superiores como os dedos das mãos (COOK e HUSSEY, 1995). A Tabela 15 mostra alguns tópicos relacionados à manipulação.

**Tabela 15.** Componente Técnico da Classificação do modelo HEART - Manipulação.

<b>MANIPULAÇÃO</b>	
<b>COMPONENTES</b>	<b>TÓPICOS</b>
<b>Controle de ambiente</b>	- unidades de controle de ambiente (UCA) - interfaces de controle do utilizador (reconhecimento de voz, ultrassom, manípulos)
<b>Atividades da vida diária</b>	- cuidados pessoais (higiene; incontinência; sexualidade; vestuário) - trabalhos de casa (cozinhar; limpar) - segurança, dispositivos de alarme e de sinalização
<b>Robótica</b>	- manipuladores e braços de controle - robots para atividades de escritório - virador de páginas - robots de alimentação
<b>Próteses e órteses</b>	- órteses do membro superior - próteses do membro superior - estimulação eletro-funcional do membro superior
<b>Recreio e desporto</b>	- ajudas para jogos, ginástica, desporto, fotografia, caçar e pescar - brinquedos adaptados - instrumentos musicais - ferramentas para trabalhos manuais, desporto e lazer

Fonte: EUSTAT, 1999, p. 56.

**Orientação:** a capacidade do indivíduo de se localizar no tempo e no espaço por meio dos estímulos sensoriais (visão, audição, olfato, tato), como mostra a Tabela 16.

**Tabela 16.** Componente Técnico da Classificação do modelo HEART - Orientação.

<b>ORIENTAÇÃO</b>	
<b>COMPONENTES</b>	<b>TÓPICOS</b>
<b>Sistemas de navegação &amp; orientação</b>	- bengalas - ajudas para a orientação e mobilidade - guias sonoros - adaptações do ambiente
<b>Cognição</b>	- ajudas de compensação de memória - ajudas de suporte a noções de espaço e tempo

Fonte: EUSTAT, 1999, p. 57.

## (2) Componentes Humanos

Refere-se ao grupo de componentes voltados às consequências da deficiência no ser humano. Os componentes humanos incluem as ciências biológicas, sociais e a psicologia para colaborar com a compreensão advinda pelas transformações da pessoa com deficiência, como ela convive em seu meio e, principalmente, como as tecnologias de apoio podem contribuir para uma vida mais independente e com qualidade, como mostrado na Tabela 17.

**Tabela 17.** Componentes Humanos da Classificação do modelo HEART.

HUMANOS	
COMPONENTES	TÓPICOS
tópicos sobre a deficiência	<ul style="list-style-type: none"> <li>- patologias</li> <li>- incapacidade / deficiência / desvantagem e ICDH-2</li> <li>- reabilitação e integração social</li> <li>- autonomia e capacitação</li> </ul>
aceitação de AT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- imagem social da deficiência</li> <li>- imagem social das Tecnologias de Apoio</li> <li>- compreensão da diversidade e das culturas</li> </ul>
seleção de AT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- análise de necessidades e definição de objetivos</li> <li>- adequação da pessoa à tecnologia</li> <li>- o processo de seleção</li> <li>- fatores que levam ao sucesso ou fracasso da AT</li> </ul>
aconselhamento de AT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- conceitos básicos de aconselhamento e de supervisão entre pares</li> <li>- desenvolvimento de atitudes de aconselhamento entre pares</li> <li>- desenvolvimento de qualidades de chefia</li> </ul>
assistência pessoal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gestão de relações com os assistentes pessoais</li> </ul>

Fonte: EUSTAT, 1999, p. 58.

## (3) Componentes Socioeconômicos

Esse grupo de componentes foi concebido para confirmar os benefícios das tecnologias de apoio, melhorando as interações em um contexto social e abrangendo os usuários e suas famílias, amigos, ajudantes, etc. Refere-se às vantagens e desvantagens dos diversos serviços, como é mostrado na Tabela 18.

**Tabela 18.** Componentes Socioeconômicos da Classificação do modelo HEART.

<b>SOCIOECONÔMICOS</b>	
<b>COMPONENTES</b>	<b>TÓPICOS</b>
<b>Noções básicas de AT</b>	- definição e classificação de TA - a classificação ISO 9999 - outros modelos de classificação (HEART, HAAT, MPT...)
<b>Noções básicas do desenho universal</b>	- desenho para todos vs. desenho para alguns - conceitos de acessibilidade e usabilidade
<b>Emprego</b>	- o mercado de trabalho e respectiva legislação - adaptações do posto de trabalho - perspectivas do trabalho na sociedade de (tele-trabalho, etc.)
<b>Prestação de serviços</b>	- legislação relacionada com o fornecimento de TA - procedimentos para obtenção ou financiamento de TA - processos de negociação de TA com fabricantes e fornecedores - procedimentos de manutenção
<b>Normalização/qualidade</b>	- avaliação tecnológica para TA - investigação e desenvolvimento em TA - normas de acessibilidade - normas de TA
<b>Legislação/economia</b>	- legislação nacional relacionada com a deficiência - evolução dos processos de TA a nível internacional - análise de custo para TA - tendências de mercado
<b>Recursos de informação</b>	- base de dados em TA - recursos de Internet em TA - catálogos, revistas e outras publicações - exposições e informação de eventos - centros de informação - suporte de profissionais para a seleção de TA

Fonte: EUSTAT, 1999, p. 58.

### **2.3.4 O Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva e o incentivo ao Design Inclusivo**

O Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva é uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, desenvolvido pelo Departamento de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social (MCT / SECIS) em parceria com o Instituto de Tecnologia Social (ITS, BRASIL, 2012).

Trata-se de um serviço que possibilita às pessoas com necessidades especiais o acesso às informações sobre o produto de tecnologia assistiva, conforme o Plano Nacional dos Direitos das Pessoas com Deficiência Viver sem Limite. Através do catálogo, o usuário pode pesquisar produtos assistivos fabricados e/ou distribuídos no Brasil, de acordo com as categorias da ISO 9999-2007. Uma ferramenta online que leva informação, aumentando a usabilidade, a reabilitação e trazendo mais qualidade de vida às pessoas.

Para preparar o catálogo, a equipe ITS Brasil (2012) realizou uma pesquisa para melhor entender do mercado brasileiro, participou de eventos e feiras, no

intuito de saber como trabalham seus pesquisadores e empresas e que tipos de tecnologia assistiva oferecem. A equipe ainda visitou o *Centro Estadual de Referência de Técnicas de Autonomia Pessoal y Ayudas* (CEPAT) em Madrid (Espanha), precursor no desenvolvimento de um Catálogo de Assistência Técnica.

Cook e Hussey (2002) explicam o conceito de tecnologia de apoio através da reabilitação Engering ou processos e serviços de engenharia, afirmando que, de acordo com os aspectos psicossociais, indivíduo é um ser concreto com direitos de interação social ativa, independentemente da sua capacidade, ou seja, de ser portador de uma deficiência ou restrição na vida diária.

Johnson (2006) refere-se à reabilitação afirmando que a utilização de robôs, sistemas de realidade virtual e muitas novas tecnologias têm sido amplamente considerados em estudos de reabilitação e aplicações. Pela combinação destas tecnologias e novos sistemas de comunicação, um novo subcampo da reabilitação conhecido como tele-reabilitação surgiu e está se desenvolvendo amplamente no mundo moderno. Este novo conceito alega que o uso de máquinas de reabilitação robóticas, associado à fisioterapia permitem a reabilitação mais rápida, comparando-se aos pacientes que não usam esses procedimentos.

O desenvolvimento do Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva apresenta uma série de produtos de apoio cadastrados voltados às pessoas com deficiência auditiva, intelectual, visual, física, deficiências múltiplas e também para idosos. Os produtos registrados no catálogo são mostrados na Tabela 19.

**Tabela 19.** Categorias de produtos registrados pelo Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva .

CATEGORIA	QUANTIDADE
Os produtos de apoio ao tratamento médico	198
Os produtos de apoio à formação de competências	78
Órteses e próteses	240
Produtos de apoio para cuidados pessoais e proteção	170
Os produtos de apoio à mobilidade pessoal	138
Produtos de suporte para as atividades domésticas	25
Móveis e adaptações para habitação e outros edifícios	91
Os produtos de apoio à comunicação e informação	362
Produtos de suporte para manipulação de objetos e dispositivos	31
Os produtos de apoio à melhoria ambiental, máquinas e ferramentas	26
Produtos Suporte atividades recreativas	113

**Fonte:** BRASIL, Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva, 2014.

O acesso ao catálogo é livre tanto para usuários, como para empresas que queiram registrar produtos. Desde 2008, o Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva uniu-se a *International Alliance of Assistive Technology Information Providers*, que abrange onze países: Estados Unidos, Itália, Alemanha, Bélgica, Inglaterra, Dinamarca, Austrália, Irlanda, Brasil, Espanha e França, fundada em Dublin em setembro de 2003 com os seguintes objetivos: intercâmbio de experiências; melhorar e harmonizar o acesso à informação; harmonização da infraestrutura de informações; prever o acesso mundial à informação; e avançar o padrão de serviço para os usuários do sistema.

O catálogo é um recurso online que ajuda também designers e fabricantes na concepção de uma informação eficaz, promovendo a compra segura e confortável, em meio a um número relevante de tecnologias assistivas disponíveis, importantes para diminuir as barreiras físicas e sociais e aumentar a usabilidade. Portanto, um facilitador na busca e aquisição de tais produtos.

#### **2.4 ASPECTOS SOBRE OS APOIOS PARA OS PÉS**

Ao longo da evolução dos objetos, o apoio para os pés ou descansa pés tem sido utilizado com o mesmo objetivo: sustentar os pés para trazer conforto e possibilitar a postura sentada correta. As mudanças nas atividades de trabalho culminaram com o aumento do sedentarismo para a realização de tarefas. As pessoas passaram a trabalhar mais sentadas e a realizar movimentos repetitivos, uma consequência, também, da inserção do computador nas atividades.

O uso do apoio para os pés pode evitar a fadiga e melhorar capacidade daqueles envolvidos em tarefas que requerem a posição sentada por longos períodos. Melhora a posição do corpo, mantendo a estabilização entre os pés e o encosto da cadeira.

O pé humano representa a base de apoio e propulsão para a marcha, servindo de amortecedor para as atividades fisiológicas realizadas (DONAGHUE; VEVES, 1997). Um membro dinâmico, cuja anatomia dos ossos, músculos e ligamentos se adequam de forma cinemática (área da mecânica que estuda os movimentos de corpos ou partículas), com 28 ossos, 34 articulações e 107 ligamentos. Os movimentos dos pés absorvem impactos, mantêm o equilíbrio e distribuem a força corporal.

Quando a cinemática normal dos pés sofre alterações, podem surgir problemas de saúde. Um dos problemas é a má circulação sanguínea, a qual surge com a limitação da mobilidade e da articulação. A redução da mobilidade fisiológica dos pés é uma situação cada vez mais comum, ocasionada, entre outros motivos, pelo sedentarismo.

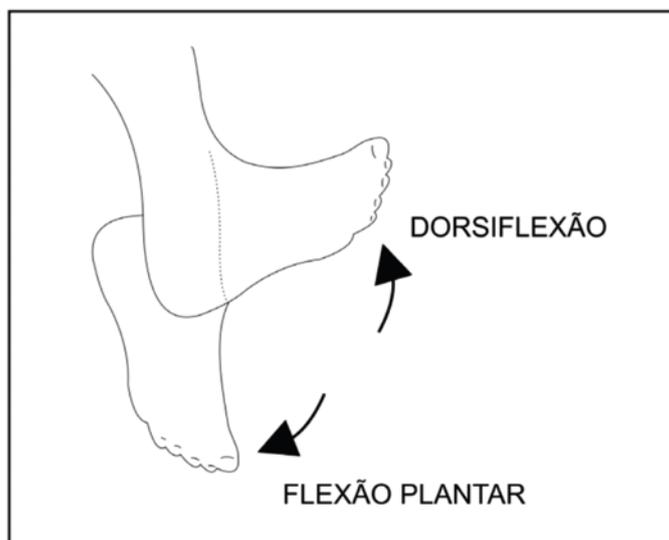
A função do produto representa a interação do usuário com a cadeira, visando propiciar um grau adequado de amplitude de movimentos ao cadeirante, tanto para sua mobilidade como também em outras atividades cotidianas como ocupacionais ou de vida diária. Tal como a manutenção da estabilidade da cadeira, sua frenagem teria que permitir o seu usuário poder se inclinar para alcançar elementos dispostos em prateleiras, no mobiliário em geral e, mesmo no chão. Igualmente seriam necessários alguns requisitos para a sua transferência ao interior de veículos, assentos sanitários, camas etc. Vale também destacar que o uso da cadeira de rodas permitirá que o cadeirante realize uma série extensa de atividades como, por exemplo, se alimentar, escrever e efetuar anotações, exercer algumas atividades profissionais e de lazer, entre outras, sendo preparada até mesmo para outros usos inesperados ou imprevistos. Desta forma, todos os elementos do produto responsáveis por interações ou exigências de seu usuário deveriam ser alvo de cuidadoso estudo, para que não fossem requeridos esforços desnecessários ou que uma inadequação resultasse em uma limitação funcional (BARBOSA FILHO; CARVALHO; ROCHA, et al., 2012, p. 4).

É indiscutível o benefício da cadeira de rodas como recurso terapêutico de reabilitação, porém, o uso prolongado pode ocasionar problemas na pele, e nos sistemas muscular, esquelético e nervoso. A cadeira de rodas representa uma tecnologia assistiva de apoio à mobilidade, e pelo viés desse estudo, o apoio para os pés das CRs, os quais trazem segurança aos cadeirantes, evitando que os pés fiquem soltos e tenham atrito com o chão. É importante, também, que o apoio dos pés esteja com uma altura mínima de 50 mm do solo, de modo a evitar os obstáculos, e para que haja anteparo entre os raios e o passador, para que não ocorra contato dos dedos com os raios (BARBOSA FILHO; CARVALHO, 2002).

O equipamento desenvolvido por essa pesquisa estimula os pés por meio da flexão dos tornozelos, de forma involuntária, com movimentos denominados dorsiflexão e flexão plantar. Dorsiflexão é a capacidade de articulação dos pés para cima, em direção à perna, com cerca de 20°. Flexão plantar é a mobilidade dos pés para baixo, em direção ao solo, com cerca de 45° de amplitude, como mostra a Figura 16. “Flexão Dorsal (Dorsiflexão): movimento de extensão do tornozelo que resulta em o pé e/ou dedos moverem-se na direção da tíbia. Flexão Plantar: movimento de

extensão do tornozelo que resulta em pé e/ou dedos afastarem-se do corpo” (VILELA JUNIOR; HAUSER; DAGNONE FILHO, et al., 2011, p. 177).

**Figura 16.** Movimentos de articulação dos tornozelos e pés.



**Fonte:** VILELA JUNIOR; HAUSER; DAGNONE FILHO, et al., 2011, p. 178.

Couto (1995) cita algumas condições de trabalho sentado que não seguem os critérios ergonômicos, explicando suas consequências em usuários dependentes da cadeira de trabalho, dentre elas a ausência do apoio para os pés, que causa edemas nas pernas.

De acordo com o Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora NR-17 (2002), Norma Regulamentadora que dispõe sobre a Ergonomia, o Anexo I, referente ao Trabalho dos Operadores de Checkout (supermercados, hipermercados e comércio atacadista) (Incluído pela Portaria nº 08, de 30/03/2007 - DOU 02/04/2007). O item 2 sobre o Posto de Trabalho, na letra f) determina que se deva “colocar apoio para os pés, independente da cadeira”. O Anexo II, referente ao Trabalho em Teletendimento/Telemarketing (Incluído pela Portaria nº 09, de 30/03/2007 - DOU 02/04/2007). Também dispõe sobre o Mobiliário do Posto de Trabalho, na letra f, determinando que “as superfícies de trabalho devem ser reguláveis em altura em um intervalo mínimo de 13 (treze) centímetros, medidos de sua face superior, permitindo o apoio das plantas dos pés no piso”; e a letra i) “nos casos em que os pés do operador não alcançarem o piso, mesmo após a regulagem do assento, deverá ser fornecido apoio para os pés que se adapte ao comprimento

das pernas do trabalhador, permitindo o apoio das plantas dos pés, com inclinação ajustável e superfície revestida de material antiderrapante”.

[...] o conforto dos membros inferiores: os pés devem estar bem apoiados sobre o solo e não deve haver compressão das coxas. Para adequar o posto de trabalho a todos, deve ser disponibilizado suporte para os pés para os que têm estatura menor. O suporte não deve ser uma barra fixa, mas sim uma superfície inclinada (ângulo de inclinação no máximo de 20°) que apoie uma grande parte da região plantar e com material antiderrapante, podendo necessitar ainda de regulagem em altura para melhor adaptação ao comprimento das pernas dos trabalhadores (MANUAL DE APLICAÇÃO DA NORMA REGULAMENTADORA nº 17, 2002, p. 95).

Dentre as várias formas e funcionalidades do apoio para os pés, foi possível observar características inerentes: possibilitar o equilíbrio entre os pés e o encosto da cadeira, fazendo com que a lombar fique na posição adequada, evitando, assim, problemas de saúde, como o aparecimento das LER/DORT, além de minimizar problemas como varizes, edemas ou dores nas pernas e pés.

Investigou-se vários apoios para os pés disponíveis em sites empresas brasileiras e de outros países. Dentre eles: Ergotec; Fisiostore; Ergonomize; Posturama; The Human Solution; Ergonomics Now; e Osmond Ergonomics. O intuito foi avaliar pontos positivos e negativos, dimensões, materiais e funcionalidades. Muitos possuem funções semelhantes, são estáticos, apresentam formas e funções parecidas, alguns modelos possuem aquecedores, outros, como o protótipo apresentado por esse estudo, possuem a base dos pés separadas (Anexo VII).

Os 20 (vinte) modelos de apoios para os pés pesquisados apresentam características próprias, como massageador, regulagem de altura, alteração de inclinação, diversos materiais, entre outros atributos, porém com dois princípios comuns: melhorar a postura sentada e diminuir os problemas causados pela má circulação das pernas e pés. Tais modelos foram apontados como exemplos dos demais que já existem no mercado, pois há semelhança de forma e função em muitos apoios para os pés, porém, em nenhum existe a função de movimento eletrônico, ou seja, movimentar os pés do usuário de forma involuntária, sem que haja a força da pessoa.

O protótipo desenvolvido utiliza os pressupostos metodológicos do design ergonômico, ao investigar as necessidades das pessoas com deficiência física e ao modificar um produto para incluir e trazer mais segurança e conforto.

#### 2.4.1 Alguns estudos sobre o movimento dos membros inferiores

A oscilação do corpo humano, com a longa jornada de trabalho ou longos períodos sem movimentos, como é o caso dos cadeirantes, pode prejudicar o fluxo sanguíneo nas extremidades dos membros, resultando em complicações no retorno venoso. Isso acontece porque as pernas não se movem e o sangue do coração que desce para as pernas tem dificuldade para voltar, esse é um fenômeno denominado acúmulo venoso. Com isso, o coração precisa aumentar a taxa de batidas para fornecer a mesma quantidade de sangue produzida antes do acúmulo venoso (EBBEN, 2003). Esse problema provoca o aumento do volume nas pernas, edema e varizes.

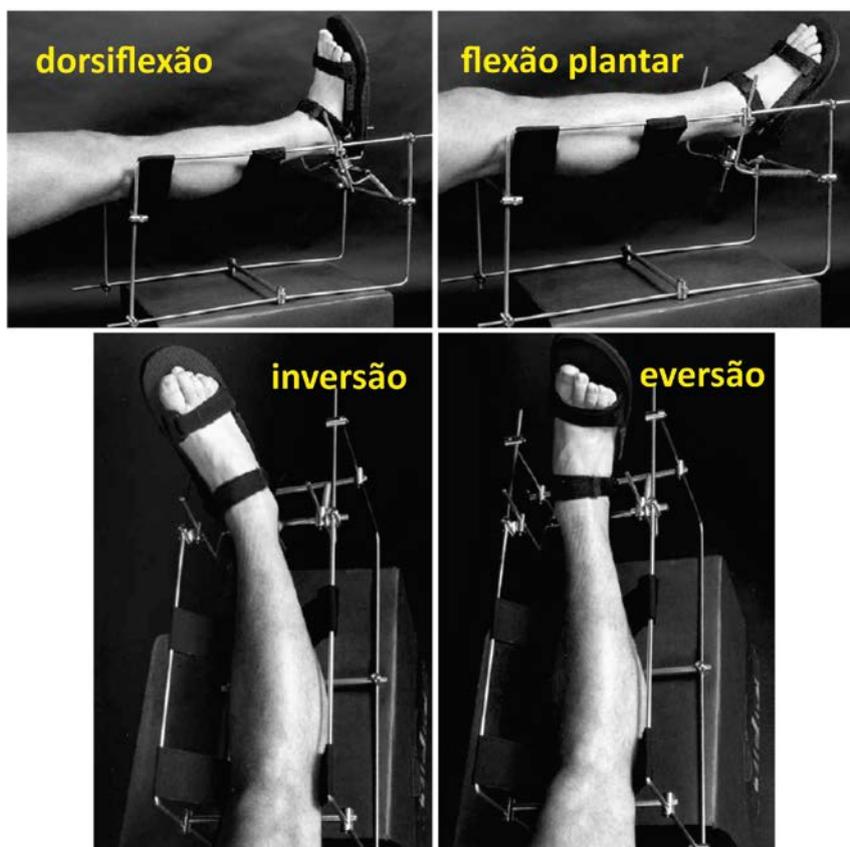
Em média, a pressão venosa no tornozelo é 56 mm quando o indivíduo está sentado e 87 mm em pé. Konz e Johnson (2000) citam outro estudo, cujos valores foram de 48 mm e 80 mm respectivamente. Em cerca de apenas 10 passos, a pressão venosa do tornozelo a 21 mm e 23 mm, respectivamente, pode ficar estabilizada (KNOZ; JOHNSON, 2000).

Whistance; van Geems e Bridger (1995) afirmam que em postos de trabalhos que exigem posições permanentes, uma das recomendações é fornecer um apoio para os pés, para reduzir a fadiga e impedir a lordose (curvatura excessiva da coluna espinhal).

Rys e Konz (1994) apresentam um estudo cujos indivíduos usaram três apoios de pés diferentes: uma plataforma plana, uma plataforma inclinada a 15° e uma barra de 50 mm. Eles usaram as opções de apoio para os pés, porém a barra foi utilizada em um tempo menor. A barra foi usada em 59% do tempo, e as outras duas plataformas foram usadas aproximadamente 80% do tempo. Para quantificar o tempo em testes com apoios para os pés, a taxa de recuperação da fadiga é exponencial (KONZ; JOHNSON, 2000).

Sochart e Hardinge (1999) realizaram um estudo no *Orthopaedic Hospital Princess Margaret Rose*, Edimburgo - Escócia e no *Wrightington Hospital*, Wigan – Inglaterra sobre os movimentos do pé e tornozelo e o retorno venoso dos membros inferiores em 20 indivíduos (18 homens, 2 mulheres). Foram avaliados quatro movimentos do tornozelo dorsiflexão (superior) e flexão plantar (inferior), inversão e eversão (movimentos na horizontal, para dentro e para fora), como mostra a Figura 17.

**Figura 17.** Planos de movimentos dos pés.



**Fonte:** Adaptação de Sochart e Hardinge, 1999, p. 701.

Um dos problemas enfrentados também por cadeirantes é a trombose venosa profunda (TVP). Alguns métodos são utilizados para diminuir esse problema, como: métodos químicos de profilaxia, para a diminuição da coagulabilidade; métodos mecânicos, para diminuir a estase (estagnação do sangue) (SOCHART; HARDINGE, 1999).

Para testar o equipamento proposto por essa tese, utilizou-se uma metodologia semelhante à aplicada por Sochart e Hardinge (1999), a qual investiga a relação entre movimentos do pé e tornozelo e retorno venoso do membro inferior, como mostrado na Figura 17, cujo estudo mostrou que o retorno venoso pode ser melhorado por meio da atividade muscular e, conseqüentemente, proporcionar a redução tromboembólica e também o edema.

Outro estudo desenvolvido por McNally; Cooke e Mollan (1997) investiga o efeito da dorsiflexão ativa do tornozelo e flexão plantar, mostrando que houve o aumento de 22% em média do fluxo venoso usando Pletismografia *strain-gauge*, um

método computadorizado para avaliar problemas circulatórios. De acordo com os autores, o benefício dos movimentos implica na melhora da hemodinâmica venosa, mantida até 30 minutos após o término dos exercícios. Porém, afirmam que o método não elimina problemas de trombose, mas pode minimizar a ocorrência dos mesmos.

De acordo com O'Sullivan e Schmitz (2004), o fator principal que contribui para o desenvolvimento da trombose venosa profunda, em casos de lesão medular, é a perda do mecanismo de retornar o fluxo venoso propiciado pela contração ativa da musculatura dos membros inferiores. Esse problema pode ser diminuído quando o cadeirante realiza, com a ajuda de equipamento ou um fisioterapeuta, movimentos de dorsiflexão e flexão plantar do tornozelo, a contração dos músculos dos membros inferiores diminui o aparecimento de substâncias pró-coagulantes, evitando incidência de trombos.

Dieën e Vrieling (1998) abordam três métodos recomendados para reduzir o risco de lesões musculares e esqueléticas: diminuir a carga cumulativa, fornecer mais variação e fornecer recuperação, investigando os horários de trabalho-descanso das pessoas que executam atividades em pé. Eles avaliaram inspetores de linhas de transporte em quatro horários diferentes de trabalho-descanso: 60 minutos com 15 minutos de intervalo (ou seja, 60-15), 45-15, 30-15 e 30-30, e concluíram que o tempo 60-15 deve ser evitado, por causar desconforto. Afirmam que o tempo ideal é variável, dependendo de cada pessoa para recuperar-se de dores nas costas e/ou edema nas pernas.

Ainda segundo Dieën e Vrieling (1998), o tempo de recuperação do edema das pernas é de 15 minutos. O uso de cadeira não foi recomendado para ajudar a aumentar o tempo de tarefa para reduzir o edema nas pernas, pois cadeiras estão associadas com o aumento do volume nos membros inferiores (CHESTER; RYS e KONZ, 2002).

Potério Filho (2003) afirma que o uso de calçados com salto alto proporciona maior contração muscular, aumentando em até 30% a eficiência do bombeamento do sangue, fazendo com que o sangue retorne para o coração com maior pressão. Dessa forma, quando a pessoa anda, ocorre o bombeamento, influenciando na

diminuição da pressão nas veias das pernas, e conseqüentemente, na diminuição dos edemas.

#### 2.4.2 Os apoios para os pés em cadeira de rodas

O apoio para os pés é um elemento importante na interação entre o usuário e a na cadeira de rodas. O uso de forma incorreta pode trazer riscos ao cadeirante, como a formação de úlceras de pressão, instabilidade postural e até o encurtamento da musculatura da panturrilha e, conseqüentemente, das pernas. Portanto, o design do apoio para os pés em uma cadeira de rodas deve considerar a estabilidade dos pés, conforme a altura em relação ao assento (OMS, 2012).

A adequação dos apoios para os pés em cadeira de rodas (Figura 18) possibilita a estabilidade durante a locomoção, trazendo segurança ao cadeirante, que devido à falta de sensibilidade dos membros inferiores e de controle sobre as pernas e pés, quando paraplégicos ou tetraplégicos. Dessa forma, a altura dos apoios em relação ao assento tem influência na pressão dos pés e das pernas, na região glútea e na estabilidade postural (OMS, 2012).

**Figura 18.** Adequação dos apoios para os pés em cadeira de rodas



**Fonte:** OMS, 2012, p. 11.

De acordo com MEDOLA (2013), quando o apoio de pés está baixo, aumenta a pressão na região distal da coxa, e os pés, sem apoio, induzem o tornozelo à postura de flexão plantar (para baixo), uma situação que se for recorrente, pode causar a diminuição dos músculos da panturrilha. Porém, quando o apoio para os pés está acima da posição adequada, a parte distal das coxas não é apoiada pelo assento, aumentando a pressão sobre as nádegas. Com isso, com os joelhos em uma posição elevada, resulta na flexão de tronco, comprometendo a postura ereta.

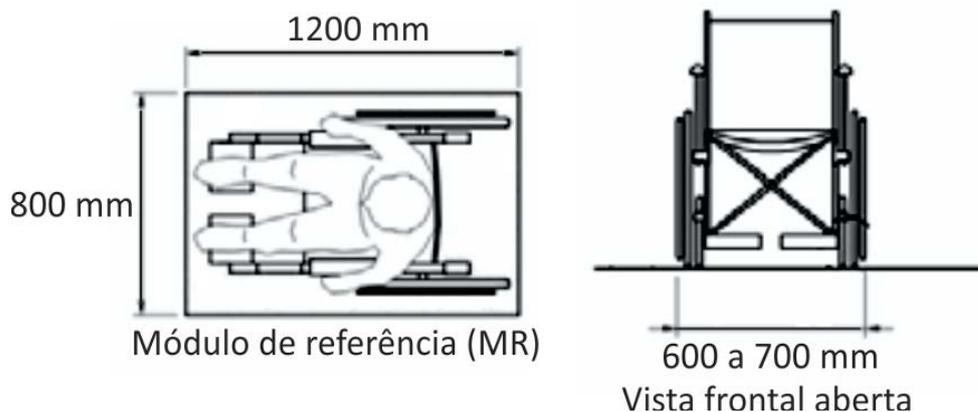
Os apoios para os pés devem ser configurados de tal forma que, em posição relaxada, as coxas estejam posicionadas paralelamente, sem que os joelhos fiquem em contato um ao outro ou afastem-se excessivamente em abdução de quadril. Ambas as situações comprometem a postura de tronco e podem induzir a formação de úlceras de pressão nas faces medial e lateral dos joelhos. Ressalta-se, entretanto, que o bom alinhamento das coxas é também função do assento e almofada. A localização do apoio para os pés com relação às rodas traseiras influencia a tanto os aspectos mecânicos quanto a dinâmica da cadeira de rodas em movimento. Por ser o componente da cadeira localizado mais à frente, sua localização determina o comprimento da cadeira e, desta forma, a distribuição de massa do equipamento (MEDOLA, 2013, p. 80).

Cherubini e Melchiorri (2012) afirmam que o suporte para os pés não deve apresentar inclinação, ou seja, deve estar posicionado na horizontal, paralelo ao solo, formando um ângulo de 90° com a vertical.

Esse estudo baseia-se nos parâmetros antropométricos das diretrizes das normas brasileiras de acessibilidade NBR-9050:2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Para a determinação das dimensões referenciais, foram consideradas as medidas entre 5% a 95% da população brasileira, e dentre os parâmetros antropométricos, inclui a PMR – Pessoa com mobilidade reduzida (ABNT, 2004).

A ABNT também mostra dados das pessoas em cadeira de rodas (PCR), apresentando dimensões referenciais para cadeiras de rodas manuais (12 kg a 20 kg) e motorizadas (60 kg). O módulo de referência (MR) adotado considera a projeção de 80 mm por 120 mm no piso, ocupada por uma pessoa utilizando cadeira de rodas, conforme a Figura 19, uma adaptação da ABNT (2015), com a fusão de duas imagens da página 8. A medida da parte frontal possui de 600 a 700 mm.

**Figura 19.** Módulo de referência.



**Fonte:** Adaptação de ABNT, NBR 9050:2015, p. 8.

A integração de conceitos ergonômicos, antropométricos e os parâmetros para pessoas que utilizam cadeiras de rodas, contribuíram para o desenvolvimento do protótipo proposto por esse estudo. Foi necessário avaliar as medidas antropométricas da pessoa cadeirante, para os critérios das dimensões do protótipo, como pode ser visto no próximo capítulo.

### **Síntese da Fundamentação Teórica**

*Entender como a deficiência física afeta a pessoa que sofreu a lesão e seus familiares, em aspectos que vão além da saúde, mas também psicológicos e sociais, foi fundamental para o desenvolvimento dessa pesquisa.*

*O relevante dado apontado pelo IBGE (2010), cuja pesquisa apontou que 13,3 milhões (7,0%), possuem deficiência motora, é uma importante justificativa para pensar em soluções para os problemas de design, os quais acabam refletindo em outros setores, como sociais, econômicos e culturais.*

*O número de pessoas com lesões na medula e/ou com capacidades reduzidas tende a aumentar, sobretudo pelo crescente número de acidentes e pelo envelhecimento da população, o que exige cada vez mais pesquisas e desenvolvimento de produtos que não limitam a usabilidade e, principalmente, que aumentam a independência e a qualidade de vida, influenciando e garantindo o que determina a OMS: o bem-estar físico, social e mental.*

*Essa pesquisa buscou, por meio dos conceitos referentes às pessoas com deficiências físicas, desenvolver um equipamento para diminuir ou amenizar um dos problemas comuns advindo do sedentarismo dos cadeirantes: o edema dos pés, e consequentemente, melhorar a qualidade de vida dos lesionados.*

*Não seria possível desenvolver o protótipo dessa tese sem conhecer a anatomia, os tipos de deficiências e as sequelas que comprometem as capacidades e habilidades motoras, sobretudo as consequências e limitações da mobilidade e da coordenação.*

*Como foi afirmado, de acordo com as Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular (2013), há de 6 a 8 mil casos novos/ano de vítimas de lesão medular e 80% dessas vítimas são homens. Um dado importante, pois são pessoas que a cada ano necessitarão de cuidados especiais, de produtos e de ambientes que os incluam na sociedade, isso se refere aos usuários com deficiências, aos com lesões nas estruturas, órgãos e sistemas corporais e aos com limitações temporárias ou permanentes.*

*Nesse contexto, foi relevante a classificação adotada pela CIF, fundamentada em conceitos biopsicossociais, que avaliam a saúde em níveis sociais e corporais, de acordo com a funcionalidade e a incapacidade.*

*Qualquer local afetado, dentre as 34 (trinta e quatro) vértebras da coluna vertebral, traz consequências ao indivíduo, pois a falta de condução de impulsos nervosos ocorrida pela lesão, afeta as capacidades funcionais e sensitivas. O indivíduo passa a depender da tecnologia assistiva mais utilizada: a cadeira de rodas, e com isso, o maior problema é o sedentarismo, sobretudo a falta de movimento nos membros inferiores.*

Nesse estudo, buscou-se investigar e testar o protótipo com pessoas que conseguem movimentar os braços, cuja ausência nos membros inferiores acarreta vários problemas de saúde. Foram pesquisados indivíduos com deficiências congênitas ou adquiridas, e o maior objetivo desse estudo foi criar um equipamento capaz de melhorar a circulação sanguínea e diminuir o edema dos pés, pois uma das consequências do trauma na medula é a ocorrência da Trombose venosa profunda (TVP).

Constitui-se um grave problema de saúde pública, cujas metodologias do design ergonômico podem colaborar com soluções no desenvolvimento de novas tecnologias de apoio, com segurança e eficiência, no intuito de ampliar a qualidade de vida.

Foi possível constatar durante a pesquisa que, além dos paraplégicos, há um grande universo de pessoas que sofrem com o problema que o protótipo desenvolvido pretendeu diminuir: o edema dos pés.

O princípio do design ergonômico permitiu uma maior concepção em projetar produtos de reabilitação, conforme as necessidades dos usuários cadeirantes.

O desenvolvimento do apoio eletrônico para os pés também se embasou na metodologia do Design Centrado no Usuário (DCU), no intuito de estudar tarefas e envolver o usuário no processo de design. Durante a avaliação empírica com o protótipo, foi possível observar, registrar e analisar as experiências dos participantes e suas reações, além de avaliar o desempenho do protótipo. Referente ao design iterativo centrado no usuário, esse estudo cumpriu as seguintes etapas: criou, testou e avaliou o protótipo desenvolvido. Durante o teste, muitas alterações necessárias surgiram, para melhorar a funcionalidade do aparelho, porém essa etapa do redesign (reprojetar) foi deixada para um estudo posterior.

A busca por um design que inclua o usuário procurou embasar-se no conceito do Norwegian Design Council (2010) citado, fundamentando-se em usuários líderes, os quais representam uma amostra, nesse caso, das pessoas com deficiência (cadeirantes).

A experiência com o protótipo durante os testes envolveu manifestações subjetivas, comportamentais, e principalmente fisiológicas, como a Parestesia, popularmente chamada de “formigamento”, dos membros inferiores e a diminuição do edema nos pés (aumento do volume). É possível afirmar então que é fundamental abordar a experiência do participante durante a pesquisa, pois, principalmente quando ele é cadeirante, tal procedimento traz proximidade com necessidades e anseios na interface usuário x objeto, complementando o desenvolvimento do projeto, adaptando o produto conforme a interação.

A ergonomia e o design aplicados em projetos inclusivos exigem requisitos interdisciplinares. Na elaboração desse projeto, percebeu-se a relevância desses requisitos, principalmente durante a pesquisa e o desenvolvimento do protótipo.

O complemento dos conteúdos de ergonomia e de design estudado possibilitou resolver um problema específico, permitindo que o apoio para os pés pudesse trazer benefícios para pessoas sem movimento nos membros inferiores.

O estudo foi possível com a contribuição dos fundamentos da antropometria, da ergonomia, do design ergonômico e universal, cujo objetivo foi propor uma solução adequada às necessidades e problemas das pessoas que utilizam a cadeira de rodas para mobilidade.

A ergonomia aplicada a esse projeto inclusivo permitiu que o apoio para os pés convencional pudesse ser modificado para beneficiar também as pessoas sem

*movimento nos membros inferiores, com a praticidade de uso e bem-estar dos participantes pesquisados, assegurando a igualdade e a usabilidade.*

*Referente aos requisitos e princípios do design universal, esse estudo procurou, por meio do protótipo, garantir o uso equitativo, pois é possível o uso por pessoas com diversas habilidades, como pessoas com lesão medular, idosos, gestantes, etc.; o uso simples, por se tratar de um equipamento já conhecido, porém incluiu-se a função de movimento; a informação perceptível também pôde ser comprovada, pois os participantes da pesquisa mencionaram a função antes do equipamento estar em funcionamento; tolerância de erro, esse princípio ainda precisa ser aprimorado, pois como não há controle dos membros inferiores, os suportes onde os pés são fixados poderão ser aprimorados, para eliminar todo e qualquer perigo e consequências de ações acidentais; o protótipo exige baixo esforço físico, já que o usuário deve estar sentado para utilizar o equipamento; tamanho e espaço para o acesso e uso: o usuário cadeirante precisa de ajuda para colocar o equipamento na posição correta e ligá-lo.*

*Não haveria possibilidade de desenvolver esse estudo sem colocar o usuário como fonte de pesquisa. Saber de suas necessidades e experiências foi determinante para a aplicação da teoria na prática, durante a realização desse trabalho. Independentemente das capacidades dos usuários, que corroboram com a concepção do projeto inclusivo, é possível afirmar que o equipamento concebido é voltado principalmente para os usuários que se encontram no topo da pirâmide de Bentzon (1993), pois são pessoas que precisam de ajuda para as atividades diárias. Portanto, trata-se de um Projeto Universal, com a função de ampliar a funcionalidade, incluindo o maior número de pessoas possível.*

*A proposta desse estudo foi desenvolver uma tecnologia assistiva, partindo do princípio que se trata de um recurso capaz de ampliar a habilidade funcional, fazendo com que um equipamento adaptado possibilite a realização da função antes impedida, de forma involuntária. Portanto, o conteúdo teórico apresentado, as definições e conceitos serviram de embasamento para a construção do protótipo proposto.*

*De acordo com as categorias das tecnologias assistivas, as quais contribuem para o desempenho de habilidades funcionais, a apresentada por essa tese procura auxiliar a vida diária e prática, pois pode diminuir os problemas advindos do sedentarismo, e melhorar a qualidade de vida. Bersch (2013) conforme citado, classificou uma das categorias de Tecnologia Assistiva como adequação postural, uma categoria em que o protótipo desenvolvido também se encaixa, pois ajuda na postura adequada, trazendo conforto.*

*No desenvolvimento desse trabalho, buscou-se entender sobre a deficiência e as limitações enfrentadas pelas pessoas com limitações físicas, tais dados colaboraram para a concepção do protótipo, sua funcionalidade e dispositivos.*

*Dentre as 11 subclasses das Ajudas Técnicas citadas, o equipamento proposto visou atenuar os efeitos das deficiências nos membros inferiores e, de acordo as classificações, se encaixa à classe 03 “Ajudas para tratamento clínico individual”.*

*De acordo com a classificação dos produtos assistivos pela ISO 9999:2007, o apoio eletrônico para os pés desenvolvido refere-se à Categoria 04 - Tratamento médico pessoal; e conforme o Sistema de Classificação para os Recursos e Serviços de Tecnologia Assistiva do U.S. Department of Health and Human Services, o protótipo é*

*um interruptor adaptado, pois se modificou o apoio para os pés convencional, para adequar e beneficiar as pessoas com deficiências.*

*No que concerne à classificação do modelo HEART, o protótipo construído nesse estudo pertence à categoria (1) 'Componentes Técnicos', por se tratar de um recurso técnico que permite ao usuário melhorar a qualidade de vida com a categoria Posicionamento, citada, composta por dispositivos de controle postural, um recurso do protótipo desenvolvido.*

*Para a realização desse estudo, houve grande dificuldade na busca por referências, pois são raros os estudos específicos sobre o apoio para os pés, e os benefícios dos movimentos involuntários para pessoas com lesão medular nos membros inferiores. Não foi possível coletar dados sobre o surgimento e a evolução dos apoios para os pés, seja no Brasil, seja em outros países.*

*Buscou-se estudos sobre pesquisas com apoio para os pés em livros, revistas, jornais e plataformas de conteúdos científicos, como PubMed - US National Library of Medicine National Institutes of Health; SciELO - Scientific Electronic Library; Applied Ergonomics Journal, Science Direct - Journal of Physiotherapy, European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine e outras.*

*Com esse estudo, é possível afirmar que o apoio para os pés pode ser além de um simples objeto que sustenta os pés e coloca a postura na forma correta. Os estímulos por movimentos eletrônicos involuntários permitem que, principalmente as pessoas que passam longos períodos em repouso, flexionem os tornozelos, com a dorsiflexão e flexão plantar, movimentos explicados acima.*

*Os apoios para os pés disponíveis, além de possuírem formas e funções semelhantes, são praticamente desnecessários para quem não controla as pernas e pés, pois não possibilitam a postura correta, são estáticos e os pés podem escapar do aparelho, podendo trazer riscos aos usuários.*

*Os modelos citados do anexo VII contribuíram para a realização da análise ergonômica, avaliando pontos positivos e negativos em cada apoio disponível no mercado, porém sem oferecer o recurso do movimento por meio eletrônico, sem que haja a força. Foi avaliado também os apoios para os pés em cadeira de rodas, para dados comparativos antropométricos.*



### 3. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO APOIO ELETRÔNICO PARA OS PÉS

O processo de desenvolvimento de um produto exige etapas que corroboram com as características e os fundamentos para o produto em sua forma final. Tais etapas variam quanto as suas segmentações, uma vez que, durante o processo, pode ocorrer a redefinição das fases preliminares (PAHL; BEITZ, 2005). Ou seja, as informações preliminares sugerem a necessidade e o problema, apontando as possíveis soluções e execução do projeto e desenvolvimento do produto.

Em engenharia, a metodologia de projeto auxilia na tomada de decisão ao longo das fases do processo de desenvolvimento do produto. Geralmente, a primeira etapa do desenvolvimento de um produto implica no levantamento de informações para definição do planejamento do projeto (PAHL; BEITZ, 2005).

Ainda se referindo à engenharia de produto, Pahl e Beitz (2005) afirmam que um procedimento metódico para o desenvolvimento do produto deve ser planejável, flexível, otimizável e verificável.

Rozenfeld; Forcellini; Amaral, et al. (2006) mostram um Modelo Referência para o processo de desenvolvimento de produto, afirmando que o gerenciamento dos projetos é um fator importante e que há dificuldades em prever, planejar e controlar o trabalho envolvido. Ressaltam que para o gerenciamento eficiente do processo de desenvolvimento de produtos, é necessário envolver todos os atores envolvidos. No Modelo de Referência apresentado pelos autores, é possível observar o processo de desenvolvimento de produtos em três fases pré – desenvolvimento – pós, as quais representam a definição do produto, suas características e forma de produção.

Back; Ogliari; Dias, et al. (2008), apontam a proposta do desenvolvimento integrado de produtos, afirmando que a qualidade e a competitividade acontecem durante a fase de projeto. Ressaltam que é fundamental que o projeto de produto seja desenvolvido e gerenciado dentro de um procedimento determinado, de forma sistematizada, com modelos de desenvolvimento integrados.

Após a concepção do produto, inicia-se a fase de detalhamento do projeto, com o objetivo de construir o protótipo, fase em que podem ser concebidos modelos experimentais até o desenvolvimento do protótipo, que será avaliado e ajustado conforme necessário. As etapas seguintes seguem o processo de produção, distribuição, consumo e retirada do mercado (PAHL; BEITZ, 2005). Referente a esse

estudo, cujo objetivo foi a criação de um protótipo de apoio eletrônico para os pés, as etapas envolvem o desenvolvimento e a avaliação.

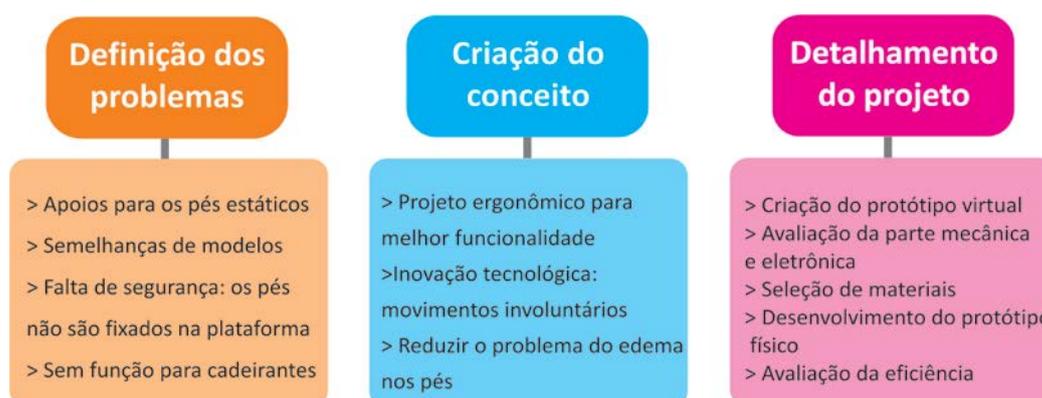
Steinfeld; Maisel, Feathers et al. (2010), ao realizarem uma pesquisa sobre a padronização de medidas antropométricas e normas utilizadas para cadeira de rodas, encontraram divergências em vários países, e ressaltam a importância de se analisar os dispositivos de mobilidade sentada e as condições ambientais, conforme o local onde a pesquisa é realizada.

[...] quando se aferem medidas de variáveis antropométricas obedecendo a padrões metodológicos, diminuem-se as chances de erros nas leituras. O mesmo ocorre quando estão presentes as articulações: se a amplitude de movimento ou o ângulo articular não for sempre mantido, possivelmente haverá incorreções e imprecisões nas medidas (PASCHOARELLI e MENEZES, 2009, p. 69).

Esse trabalho iniciou-se com o levantamento informacional, partindo do princípio de reduzir o problema dos edemas (aumento do volume) nos pés de cadeirantes. Assim foram definidos os parâmetros de projeto, por meio do levantamento dos problemas e necessidades dos cadeirantes.

A partir da definição do problema a ser abordado, foram definidos os requisitos de projeto, no intuito de orientar o processo a criação do conceito do apoio eletrônico para os pés, para delimitar os procedimentos, conforme apresentado na Figura 20.

**Figura 20.** Etapas de desenvolvimento do apoio eletrônico para os pés.



**Fonte:** Autora.

Com o levantamento das informações bibliográficas, foram definidos os conceitos para o projeto do apoio eletrônico para os pés, embasado em princípios ergonômicos e nos parâmetros de decisão para os componentes da tecnologia

assistiva. Dessa forma, a estrutura metodológica se dispõe da seguinte maneira, conforme mostra a Tabela 20.

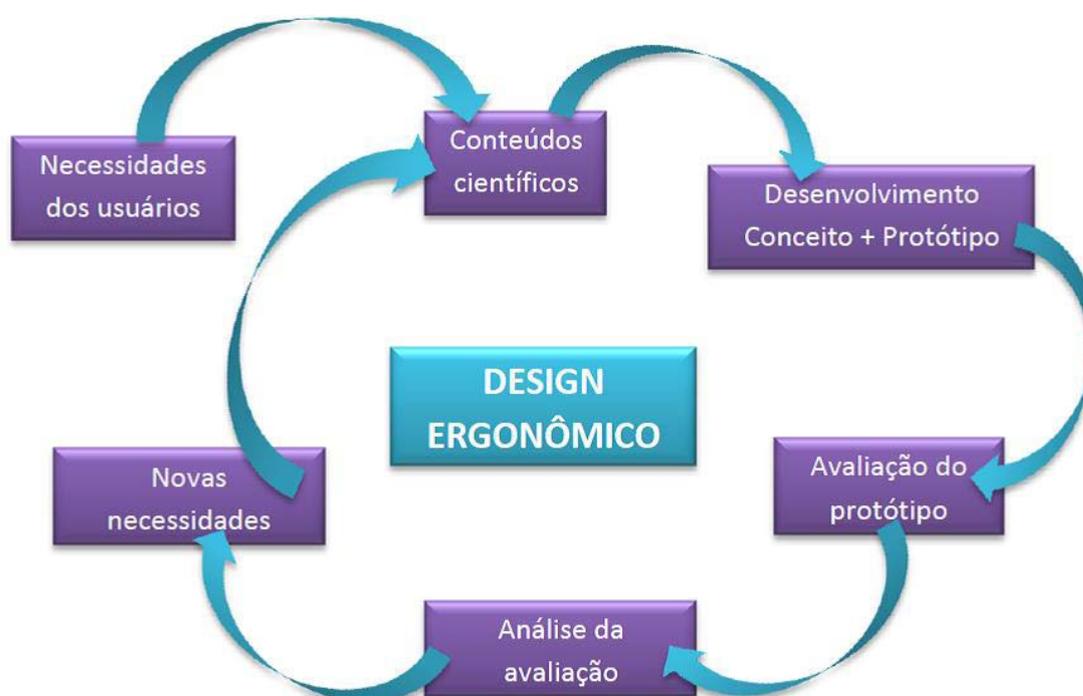
**Tabela 20.** Estrutura metodológica.

<b>Características Técnicas – Parâmetros de projeto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes e Configuração dos apoios para os pés;</li> <li>• Classificações de tecnologias assistivas;</li> <li>• Utilidade dos apoios para os pés;</li> <li>• Estudo comparativo dos modelos fabricados;</li> <li>• Desenvolvimento do desenho do produto</li> <li>• Análise de materiais e do sistema mecânico</li> <li>• Desenvolvimento do protótipo</li> <li>• Teste do protótipo</li> </ul>
---	---

Fonte: Autora.

Com base na metodologia do design ergonômico, cujo princípio básico é a concepção de produtos de reabilitação, conforme a necessidade do usuário, o desenvolvimento do protótipo é resultado de um requisito: do conhecimento prévio da condição patológica do cadeirante. Dessa forma, as práticas projetuais foram embasadas de acordo a proposta metodológica de design ergonômico de Paschoarelli e Silva (2006) (Figura 21).

**Figura 21.** Design ergonômico com base em Paschoarelli e Silva (2006).



Fonte: Autora.

Antes do desenvolvimento (conceito e construção do protótipo) buscou-se informações sobre apoios eletrônicos para os pés para confirmar o ineditismo e, conseqüentemente, tornar o protótipo uma invenção tecnológica. Vários bancos de dados foram pesquisados, como: INPI — Instituto Nacional da Propriedade Industrial, do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços; Latipat, documentos de patentes públicas na América Latina e na Espanha; Espacenet, patentes em mais de 90 países, como Estados Unidos, China, Japão, Coréia do Sul e Alemanha.

Essa pesquisa buscou também os conhecimentos na área da fisioterapia e da medicina (angiologia), para compreender a anatomia dos membros inferiores, os problemas dos edemas nos pés, a intensidade e a quantidade de movimentos adequados aos cadeirantes, além de outros dados pertinentes ao estudo; e também com os conhecimentos da Engenharia, para a construção do protótipo, materiais e dos dispositivos eletrônicos.

O protótipo desse estudo está em processo de patente. Foi submetido inicialmente à AUIN - Agência Unesp de Inovação, e já está na base de dados do INPI, conforme o relatório do Anexo VI.

As etapas metodológicas buscaram apresentar as evidências científicas do apoio para os pés, a usabilidade, o conforto e o desempenho para diminuição do problema. Para tanto, a adequação do protótipo ao usuário foi um critério básico, no intuito de propiciar o uso confortável, eficiente e seguro; inclusive adequando o protótipo à cadeira de rodas, conforme a NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos (ABNT, 2015), para que os participantes da pesquisa pudessem participar do teste sem precisar sair da cadeira de rodas (Figura 22).

Portanto, para a construção do protótipo foram coletados dados da cadeira de rodas e de um participante cadeirante padrão, que posteriormente também participou da pesquisa. O objetivo foi utilizar os dados desse participante como parâmetro para o desenvolvimento do equipamento. Os dados coletados foram:

- Idade: 40 anos
- Gênero: Masculino
- Peso: 120 kg
- Altura: 1,80 m

- Calçado: 46

Figura 22. Dados dos pés e da cadeira de rodas.



Fonte: Autora.

A Tabela 21 mostra o comparativo entre os dados coletados do participante padrão e os dados da plataforma do protótipo construído. São medidas aproximadas, para que pudesse estar adequado ao maior número de participantes da pesquisa. As diferenças das medidas das plataformas do protótipo são maiores, como pode ser verificado.

Tabela 21. Medidas da plataforma e do participante padrão.

	Medidas da plataforma	Medidas do participante padrão (pé)	Diferença
<b>Comprimento</b>	300 mm	225 mm	75 mm
<b>Largura</b>	114 mm	95 mm	19 mm

Fonte: Autora.

Referente às configurações humanas, Panero e Zelnik (2002) afirmam que “entre as mais importantes destas configurações estão a dimensão e o tamanho do corpo humano, à medida que se relacionam com a chamada adequação ergonômica do usuário ao ambiente” (PANERO e ZELNIK, 2002, p. 19). De acordo com Manfio

(2001), o comprimento do pé refere-se à distância entre o ponto mais proeminente, na região da tuberosidade do calcâneo, até o ponto mais proeminente, na região da falange distal do dedo maior.

O estudo de Sochart e Hardinge (1999), citado, contribuiu com a estratégia metodológica dessa pesquisa, sobre a adequação dos movimentos do pé e do tornozelo com o equipamento desenvolvido, para melhor funcionalidade durante a pesquisa experimental. Outro estudo desenvolvido por McNally; Cooke; Mollan (1997) investiga o efeito da dorsiflexão e da flexão plantar, mostrou a forma correta para avaliar as consequências dos problemas circulatórios e os benefícios dos movimentos nos membros inferiores.

O protótipo dessa tese trata-se de uma tecnologia assistiva de apoios para os pés, a qual pode ser ajustada conforme a velocidade e o tempo de repouso, necessários para diminuir o edema dos membros inferiores. O apoio eletrônico é capaz de movimentar os pés de forma passiva, involuntária.

A atuação do sistema mecânico para efetivar os movimentos das plataformas (angulação) é realizada com movimentos alternados dos pés, que aciona uma polia movida, através de uma correia em “V”, conectada a um redutor que proporciona o movimento, positivo e negativo na plataforma de suporte dos pés.

Quando o motor elétrico é conectado à fonte de energia bivolt a 110/220V, movimenta a polia motora e o rotor transfere energia para a biela, efetuando os movimentos. O ajuste de velocidade do equipamento permite alterar a quantidade dos movimentos e o tempo de repouso. É possível adequar à quantidade de movimentos e o intervalo de repouso através do temporizador e do potenciômetro, que estão enclausurados na parte inferior do aparelho, cuja programação que regulariza o tempo de movimentação dos pés (membros inferiores) foi concebida considerando os circuitos impressos e a topografia foi programada ou baseada na metodologia de avaliação e diminuição do problema da tese.

O desenvolvimento do apoio eletrônico foi concebido com base nas normas estabelecidas pela Norma Regulamentadora 17 – NR-17 (2002), que busca referências no design ergonômico cujos objetos não devem ter quinas vivas ou rebarbas, e dimensões e regulagens que asseguram a postura correta e confortável dos membros inferiores.

A fixação do pé do usuário no equipamento é feita em uma plataforma emborrachada antiderrapante, com espessura de 3 mm, medindo 114 mm x 300 mm, conforme o modelo de referência da cadeira de rodas, de acordo com a ABNT (NBR 9050:2004). Os pés são presos na plataforma por meio de dois fixadores de tecidos, com 50 mm cada alça, para que durante o teste não escapem do aparelho, já que os participantes da pesquisa não têm controle e sensibilidade dos membros inferiores. A medida do suporte dos pés é 210 mm por 320 mm, cujas bordas arredondadas possuem 78,5mm. Na parte inferior do apoio há três travas que fixam a alça de tecido, duas medindo 125 mm, e a trava central com 210 mm. Durante os movimentos, há a simulação da dorsiflexão (20°) e da flexão plantar (45°) de amplitude.

A constituição do protótipo possui uma estrutura em metalom retangular, soldada e sobreposta na parte frontal e traseira medindo 450 mm, lateralmente fixada em dois suportes para minimizar a massa do usuário, que sustenta um eixo rotor de aço ABNT (SAE) 1020, apoiado em mancais de escorregamento com lubrificação localizada para minimizar o atrito entre as partes móveis e evitar a sobreposição de tensões no sistema de acionamento.

A Figura 23 apresenta a perspectiva dos elementos mecânicos do protótipo, classificada em ordem numérica de acordo com os componentes do equipamento. O apoio para os pés com movimentação eletrônica possui bases laterais (1), fixadas em duas bases (frontal e traseira) (2) e a um cilindro central (3) e a um cilindro inferior da unidade eletrônica (14) onde estão posicionadas as plataformas móveis (4) (os apoios para os pés), dispostas adjacentes e articuladamente solidarizadas ao cilindro central (3).

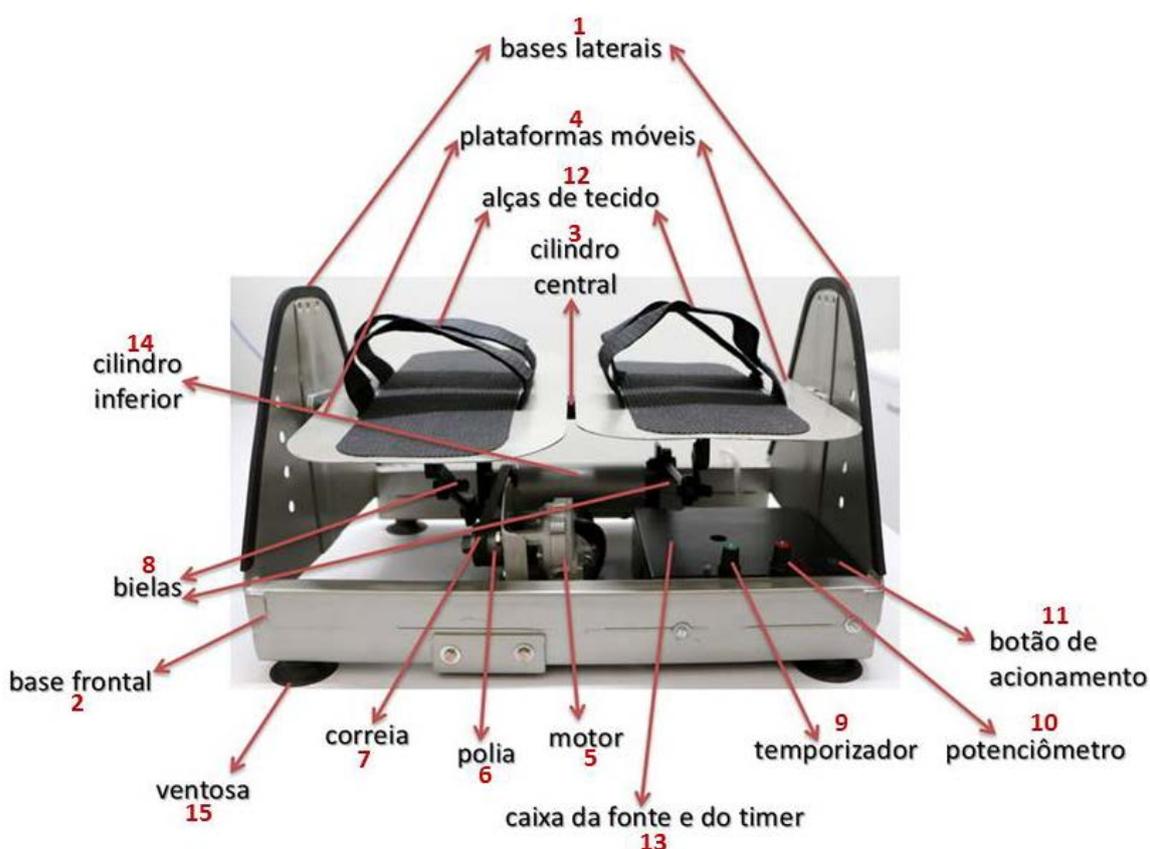
Uma unidade motora (5) aciona o eixo inferior através de uma polia (6) acionada por correia (7) que transfere energia para uma biela (8) de forma a transformar o movimento giratório em movimento retilíneo alternativo, efetuando a movimentação das plataformas móveis (4) no plano vertical, com movimentos ascendentes e descendentes alternados ou sincronizados, conforme ajustado na unidade eletrônica.

Uma unidade eletrônica (caixa) (13) provida de interface com temporizador (9) e do potenciômetro (10) permite ao usuário ajustar o tempo de repouso e a

velocidade das plataformas (4) mediante acionamento de um botão (11), de forma a simular o movimento de caminhada (dorsiflexão e flexão plantar), sincronizando a movimentação das plataformas (4) para alternância ou concomitância de elevação. Na face superior de cada plataforma (4) existem duas alças fixadoras (12) ajustáveis a fim de permitir o encaixe do pé do usuário, mantendo-o imobilizado durante os movimentos.

Dessa forma, o protótipo realiza movimentos involuntários por meio de um par de plataformas móveis (1) dispostas adjacentes e movimentadas por uma unidade motora (5), e apoiados por um eixo central (3). Através de um conjunto de polias (6) movimentadas por uma correia (7) que transfere energia para as bielas (8), com ajuste de velocidade e de repouso das plataformas (1). O equipamento possui quatro ventosas (15) para fixar durante os movimentos.

Figura 23. Elementos do protótipo.



Fonte: Autora.

As quatro imagens que compõem a Figura 24 mostram o protótipo desenvolvido em quatro ângulos, parte superior (A), lateral (B), traseira (C) e em diagonal/frontal (D).

Figura 24. Protótipo desenvolvido.



Fonte: Autora.



## **4. PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS**

Os procedimentos metodológicos enfatizaram principalmente o Design Inclusivo e Ergonômico, apresentados e discutidos no Subcapítulo 2.2; e foram adaptados conforme a proposta desse estudo, por meio de um questionamento acadêmico, associado à proposta de desenvolver uma tecnologia assistiva, incluindo a definição do problema e suas variáveis ergonômicas, à criação do protótipo, para a solução da problemática (Subcapítulo 1.1).

Para tanto, os procedimentos tinham a seguinte situação:

$$\boxed{\text{BT (Base teórica)}} + \boxed{\text{DP (Desenvolvimento do protótipo)}} + \boxed{\text{T (Teste)}} = \boxed{\text{R (Resultado)}}$$

#### 4.1 Estrutura

##### Natureza

A pesquisa aplicada consistiu na coleta de dados realizada por meio do teste dos participantes com o protótipo, para avaliar a eficiência, no intuito de comprovar se o equipamento era capaz de diminuir o edema nos membros inferiores, sobretudo dos pés, em um tempo estipulado, visando o levantamento de dados coletados por meio da técnica da Pletismografia (Subcapítulo 4.5.1).

##### Objetivo

Buscou-se conhecer o problema do edema dos pés enfrentado pelos cadeirantes para construir a questão da pesquisa. As experiências coletadas foram relevantes para o levantamento bibliográfico e o desenvolvimento da tese e do protótipo, ou seja, para os procedimentos adotados, e principalmente para construir a questão da pesquisa.

##### Procedimentos

Além da Pesquisa Bibliográfica, elaborada através de publicações em artigos, livros, periódicos e outros, e da Pesquisa Documental, outro procedimento técnico utilizado foi a Pesquisa Experimental. O levantamento ocorreu diretamente com os participantes cadeirantes, no intuito de conhecer seu comportamento e

características, através da pesquisa e coleta de dados com o equipamento, medidor da pressão arterial e volume de água dispensado na Pletismografia.

### **Abordagem**

Quanto à abordagem, essa pesquisa tem característica quantitativa, referente à questão funcional e mecânica; às qualidades mensuráveis da experiência dos cadeirantes, seus problemas e limitações, enfatizando uma quantidade reduzida de conceitos, focando no edema dos pés, com procedimentos estruturados para coleta de dados e condições de controle, com a utilização do protótipo e da cuba para o método da Pletismografia.

### **4.2 Etapas metodológicas**

A revisão bibliográfica enfatizou quatro vertentes principais de conhecimentos: projeto de produto, tecnologia assistiva, design inclusivo e ergonomia. Os conteúdos teóricos contribuíram para o desenvolvimento da proposta do apoio eletrônico com movimentos controlados para os pés, como materiais, tamanhos e recursos, com base em apoios já existentes. O importante desafio de pesquisar, desenvolver e testar uma tecnologia assistiva exigiu estudos exploratórios, que determinaram a metodologia e a coleta de dados. Os procedimentos dos estudos

exploratórios serviram para dar suporte no preparo do material:

- ✓ Pesquisar os tipos de deficiências e suas consequências nos usuários;
- ✓ Identificar os tipos de apoios para os pés e sua usabilidade;
- ✓ Buscar técnicas de avaliação produto x usuário;
- ✓ Comprovar a eficiência do produto e concluir a coleta de dados.

Esse estudo está dividido em três etapas básicas (Figura 25):

**1º momento** – coleta de estudos, busca de referências que abordam pesquisas capazes de contribuir com a elaboração da tese. As referências utilizadas enfatizam: as deficiências físicas, design (Inclusivo, Universal), ergonomia, design ergonômico, design centrado no usuário, tecnologias assistivas, o método da Pletismografia e os tipos de apoios já desenvolvidos;

**2º momento** – desenvolvimento do apoio eletrônico para os pés: matérias, sistema mecânico, medidas, orçamento, etc.;

**3º momento** – teste do protótipo com os participantes.

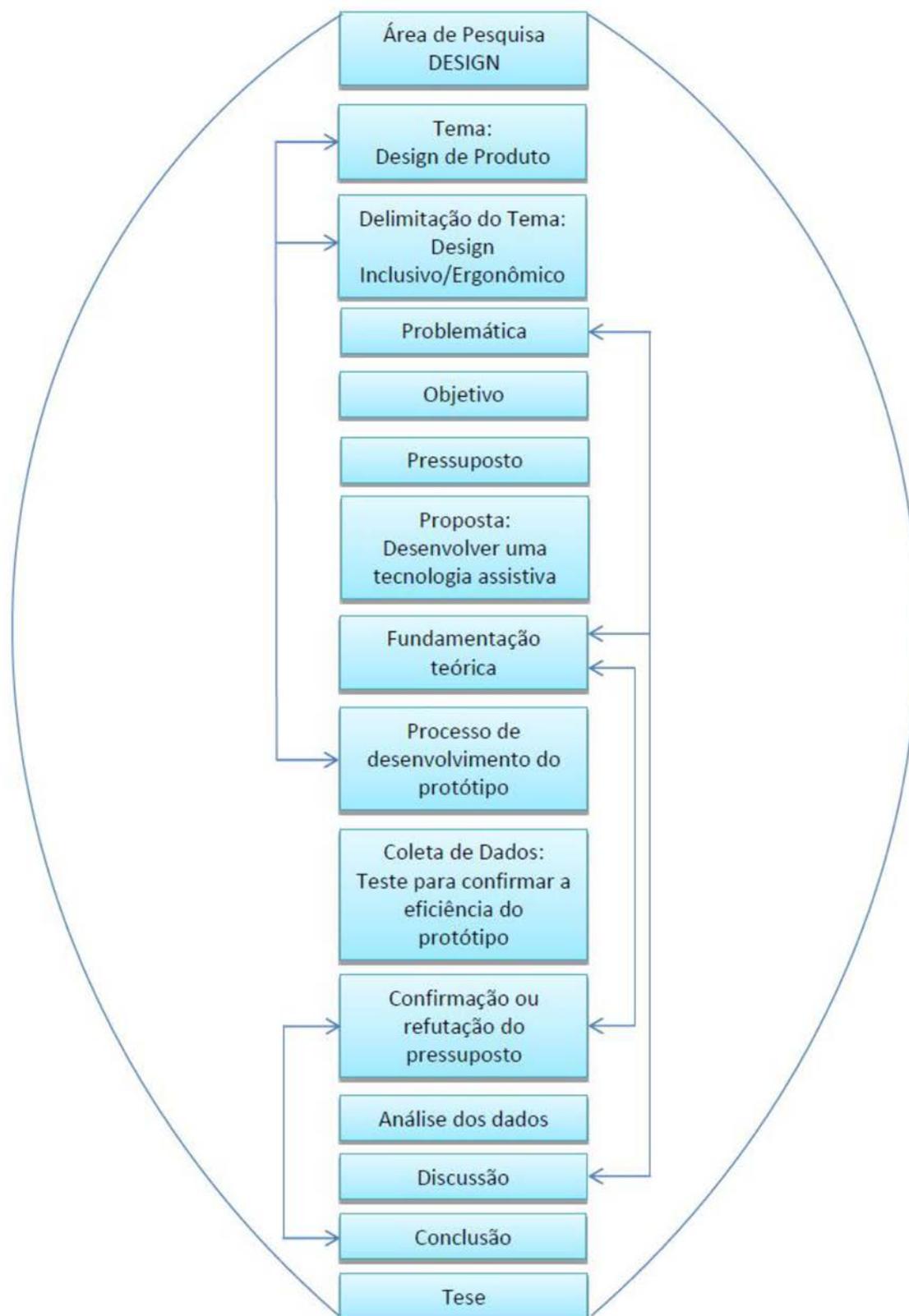
**Figura 25.** Etapas metodológicas básicas.



**Fonte:** Autora.

Como mostra a Figura 26, após a definição e delimitação do tema e a identificação do problema de pesquisa, buscou-se o referencial teórico, o qual determinou a questão da pesquisa desse estudo: “Um apoio eletrônico para os pés, como movimentos involuntários e controlados, que simulam a dorsiflexão (superior) e a flexão plantar (inferior) poderá diminuir as consequências patológicas do sedentarismo?”

Figura 26. Etapas metodológicas



Fonte: Autora.

Com base na fundamentação teórica, realizou-se o processo de desenvolvimento do apoio eletrônico para os pés, com a definição dos problemas, criação dos conceitos e detalhamento do projeto.

Para coleta de dados, foram providenciados o protocolo de pesquisa, o questionário aplicado, a cuba de Pletismografia, e outros materiais descritos no Subcapítulo 4.4, e a utilização desses métodos apresentada na sequência, nos Subcapítulos 4.5.1 e 4.5.2.

Os resultados dos estudos exploratórios estão apresentados no Capítulo 5 - Resultados e Discussão, analisados e discutidos para então partir-se para a confirmação e/ou refutação questão da pesquisa e considerações.

### **4.3 Delimitação e questões éticas**

A pesquisa com os participantes cadeirantes atende as determinações da Resolução 466/2012, que dispõe sobre o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE. Alguns critérios foram tomados para a aplicação da pesquisa:

- ✓ para os usuários com idade abaixo de 18 anos, foi solicitada a autorização de responsáveis;
- ✓ apenas portadores de deficiência física (sem movimento e sensibilidade nos membros inferiores), para confirmar a eficiência do protótipo;
- ✓ e que antes do teste, o participante estivesse com a pressão arterial dentro da normalidade, para que não houvesse possíveis riscos durante o procedimento.

Para garantir as questões de ética, esse estudo recebeu a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas da FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Bauru e da Plataforma Brasil, através do parecer Comitê de Ética e Pesquisa - CEP nº 1.092.399, aprovado em 28/05/2015, CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética): 37904714.0.0000.5663. Todos os participantes do projeto foram esclarecidos sobre a metodologia e os objetivos e assinaram o TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo II).

### **4.4 Materiais**

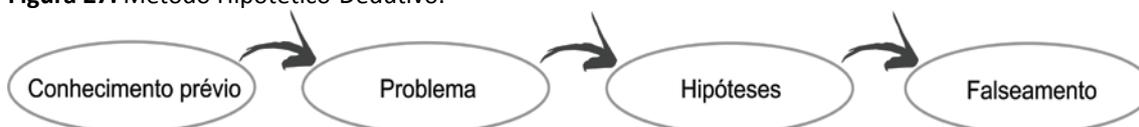
Foram utilizados os seguintes materiais:

- Protocolo: TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme a Resolução 466/2012 (Anexo II);
- Pesquisa para coleta de dados dos cadeirantes, contendo perguntas abertas e fechadas (Anexo III);
- Cuba de vidro, com saída de líquido, para avaliar o deslocamento da volumetria de água (Pletismografia);
- Esfigmomanômetro (aparelho para aferir pressão arterial –APO 103 – marca BIC);
- Celular para captação das imagens;
- O apoio eletrônico para os pés desenvolvido pela tese;
- Recipiente graduado para medir o excesso de água, com volume de 100 a 2000 ml;
- Luvas de procedimentos em látex, com talco;
- Álcool (70%) para a higienização do equipamento e da cuba;
- Papel toalha para enxugar os pés dos participantes;
- Algodão (para assepsia do estetoscópio).

#### 4.5 Métodos

A proposta desta pesquisa utiliza o Método Hipotético-Dedutivo, que tem como característica a procura de soluções, através de tentativas (conjecturas, hipóteses ou questões, teorias), para a eliminação de erros. Esse método é conhecido como “Método de tentativas e eliminação de erros”, como mostra o esquema abaixo (Figura 27).

**Figura 27.** Método Hipotético-Dedutivo.



**Fonte:** Esquema adaptado de Fernandes (2014).

O Hipotético-Dedutivo é válido e tem grande importância para simplificar aspectos do método científico. Popper (1975) propõe três etapas para esse método:

- 1. Problema:** formular hipóteses ou questões com base em teorias existentes;
- 2. Solução:** deduzir consequências na forma de hipóteses ou questões;
- 3. Testes de falseamento** – aceitar as hipóteses ou questões.

[...] a base da metodologia científica se assenta em reunir observações e hipóteses ou fatos e ideias. O processo é cíclico e evolui por meio do aperfeiçoamento das técnicas usadas para realizar observações e do reexame das hipóteses. O aperfeiçoamento das observações pode ser conseguido com experimentos previamente planejados que utilizem os meios técnicos mais modernos e eficientes. As hipóteses se aperfeiçoam quando se tornam mais simples, quantitativas e gerais. No entanto, é preciso deixar claro que estes aperfeiçoamentos não levam a verdade absoluta, mas a conhecimentos progressivamente melhor fundamentados das ciências factuais, mais especialmente, das ciências biológicas (FERNANDES, 2014, p. 19-20).

O método hipotético-dedutivo se constitui pelas seguintes vertentes: problema – hipóteses ou questões – teste das hipóteses ou questões – conclusões. Constrói-se hipóteses que devem ser testadas e validadas. Um método de tentativas e eliminação de erros que colabora com o conhecimento e estimula o contínuo aperfeiçoamento por meio de alterações teóricas, metodológicas e técnicas de investigação.

#### **4.5.1 Pletismografia de água: técnica para aferir a insuficiência venosa**

Para confirmar a eficiência do protótipo desenvolvido por esse estudo e aferir a alteração da volumetria dos pés dos participantes, foi utilizada uma técnica denominada: Pletismografia de água. Essa técnica permite coletar dados das alterações de volume dos membros inferiores.

Geralmente, os cadeirantes recebem o diagnóstico de alteração da função venosa, caracterizada por edemas que acabam influenciando em suas atividades diárias. Tais edemas caracterizam um sinal de IVC – insuficiência venosa crônica.

Alguns testes como a perimetria, são utilizados para medir a circunferência e/ou o volume dos membros inferiores, porém, esse método não inclui o pé na medida, fornecendo então um volume aproximado.

A Pletismografia refere-se à avaliação da volumetria por deslocamento de água, procedimento que foi utilizado na medicina por Glisson, em 1622 (BOTTA; ARPAIA; MONACHE, 2001). Esse método, ainda utilizado por médicos especialistas em angiologia, é confiável, não invasivo e reproduzível. Porém, são necessárias algumas precauções, como: espaço adequado, cuba de vidro (Figura 28), entre outros materiais, além do pequeno desconforto aos participantes, por terem que imergir o

membro inferior à água. A cuba de vidro possibilita a imersão abaixo do joelho (BELCZAK;CAVALHERI; GODOY, et al., 2009).

**Figura 28.** Avaliação por meio da volumetria.



**Fonte:** BRITO; RODRIGUES; VIANNA, et al., 2013, p. 291.

A cuba apresentada por Brito; Rodrigues; Vianna et al., (2013) possui uma abertura localizada próximo ao centro, que permite o nivelamento do líquido e a passagem do volume de água excedente (após a imersão do pé) para um recipiente graduado. O deslocamento de cada grama de água equivalente a 1 ml de volume (BELCZAK; CAVALHERI; GODOY, et al., 2009).

O recipiente proposto por Brito; Rodrigues; Vianna et al., (2013) foi construído em vidro resistente a temperatura, medindo 50 cm de altura × 40 cm de comprimento × 15 cm de largura, com um sistema de saída de água localizado lateralmente a uma altura de 40 cm. O intuito do uso deste método é aprimorar o estudo, demonstrando a variação do volume dos membros inferiores, para avaliar as alterações da volumetria.

Como procedimento metodológico, esse estudo também utilizou uma cuba para realizar a técnica de Pletismografia de água. Foi avaliado o deslocamento da água inicial (antes do teste com o equipamento) e o deslocamento de água final (após o teste com o equipamento). A água da cuba a qual os membros foram imersos, estava em temperatura ambiente (entre 23 e 25°C).

Após o uso do protótipo, o volume de saída da água foi menor na grande maioria dos participantes, pois o edema dos pés diminuiu, devido aos movimentos involuntários, considerando que o volume do membro imerso equivale ao volume de

água deslocado para cima da cuba, avaliado em milímetros a diferença entre o MID (membro inferior direito) e o MIE (membro inferior esquerdo). “Outro aspecto a ser considerado é a permeabilidade capilar, pois ela pode ocasionar grandes alterações no volume dos membros, principalmente quando submetida à ação da gravidade. Portanto, essas modificações devem ser analisadas durante a avaliação volumétrica dos membros” (BELCZAK; GODOY; CAVALHERI JUNIOR, et al., 2004, p. 309).

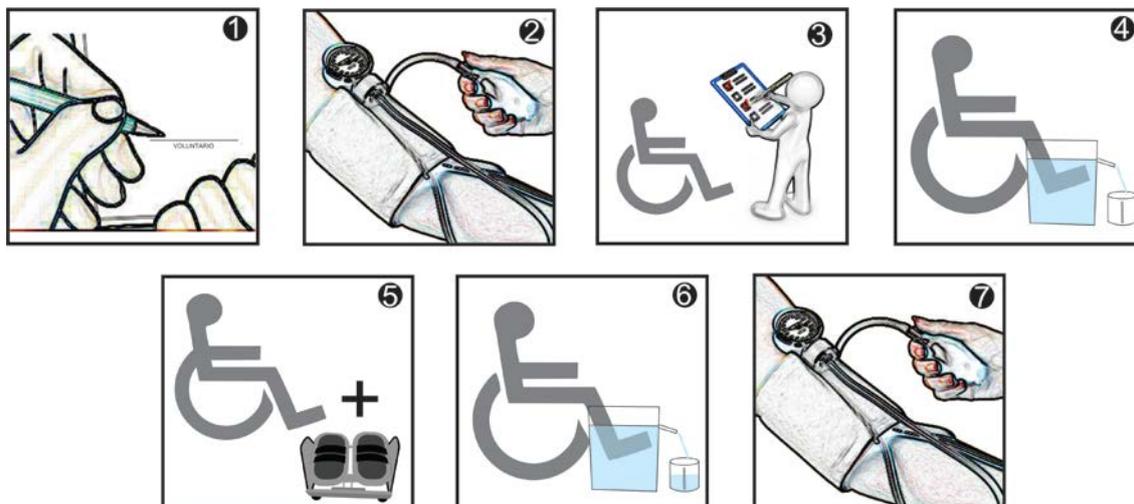
O volume dos membros inferiores implica em três partes: os tecidos, o volume sanguíneo e o edema, quando tiver presente no usuário. (PARTSCH; RABE; STEMMER, 2000). A funcionalidade venosa influi na normalidade das atividades diárias. Por isso, o intuito do equipamento proposto por essa pesquisa é diminuir esse problema, já que com os movimentos, o volume sanguíneo passa a circular nos membros inferiores, melhorando assim a qualidade de vida dos cadeirantes, que permanecem em posturas sedentárias por períodos prolongados, diminuindo o risco de doenças venosas.

#### **4.5.2 A pesquisa experimental com cadeirantes**

A pesquisa experimental teve sete fases, como demonstra a Figura 29:

- 1- Leitura e assinatura do TCLE;
- 2- Aferição da pressão arterial dos participantes;
- 3- Coleta de dados dos participantes;
- 4- Aplicação da Pletismografia;
- 5- Teste com o apoio eletrônico de movimentos para os pés por 50 minutos;
- 6- Aplicação da Pletismografia, para comparar com a volumetria antes do teste com o equipamento;
- 7- Aferição da pressão arterial dos participantes;

**Figura 29.** Etapas da Pesquisa Experimental



**Fonte:** Autora.

Foram convidados 20 (n=20) cadeirantes para pesquisa experimental (teste com o protótipo). A coleta foi realizada parte nas residências dos participantes, parte na Unidade Olhos da Alma, com sede em Jaboticabal, que atende crianças, adolescentes e adultos com deficiência visual e/ou múltipla. Todos os testes foram realizados individualmente.

Durante a coleta de dados (Anexo III) e o teste do equipamento, foram feitos registros visuais dos pés, para facilitar o entendimento da avaliação e usabilidade com o aparelho. Dos 20 (vinte) participantes convidados para a pesquisa, 06 (seis) estavam impossibilitados para fazer o teste, três deles estavam com a pressão arterial muito alterada (alta), dois estavam com escaras nos pés e o outro com os pés atrofiados, impossibilitados de receber os movimentos do protótipo. A paralisia musculoesquelética resulta em atrofia muscular, reduzindo a capacidade funcional para o exercício voluntário, já que os movimentos primários abaixo do nível da lesão, como os músculos das pernas e/ou braços, não podem ser utilizados para exercícios (FRONTERA; DAWSON; SLOVIK, 2003).

“O tamanho da amostra não depende do tamanho (N) da população; o tamanho da amostra depende do grau de confiança desejado, da margem de erro pretendida e do valor do desvio-padrão” (TRIOLA, 1999, p. 149).

Após a aferição da pressão arterial, os participantes leram e assinaram a concordância (TCLE) e iniciaram o teste. A coleta foi realizada no final da tarde,

período do dia em que os pés tendem a aumentar o volume. A avaliação foi realizada uma única vez em cada participante.

Os testes foram acompanhados por um profissional da área da saúde. Após a assinatura do TCLE, os participantes tiveram a pressão arterial aferida pelo Enfermeiro Marcelo Pereira Félix, Conselho Regional de Enfermagem de São Paulo – COREN/SP 317384, conforme o Anexo V, colaborador dessa pesquisa. O motivo foi prevenir algum problema durante a avaliação, pois os participantes com pressão arterial alterada não participaram do teste. Essa foi uma cautela da metodologia para evitar algum risco ao participante, já que o equipamento influencia na circulação sanguínea e nos membros que permanecem longos períodos imobilizados, decorrentes do uso prolongado de cadeira de rodas. Portanto, apesar dos mínimos riscos no teste com o protótipo, antes da coleta de dados, os participantes que se declararam com problemas cardiocirculatórios ou cardíacos e/ou aqueles que estavam com a pressão arterial alterada, como citado, não foram avaliados.

A coleta de dados dos cadeirantes teve os seguintes questionamentos:

- 1- Nome
- 2- Idade
- 3- Gênero
- 4- Tempo que o participante é cadeirante
- 5- Se nasceu com a deficiência
- 6- Se pratica algum esporte
- 7- Se tem o hábito de faz fisioterapia
- 8- Se os pés têm edemas (aumentam o volume)
- 9- Pressão arterial antes e após o teste
- 10- Volume de água deslocado antes e após o teste nos membros direito e esquerdo

Os participantes testaram o equipamento por 50 minutos, com movimentos de 15 segundos e repouso de 30 segundos. O ajuste de tempo x velocidade do equipamento, fez com que o aparelho realizasse 8 movimentos, em ambos os pés, em 15 segundos. Esse tempo é adequado, conforme estudos apontados no Subcapítulo 2.4.1. O objetivo do experimento foi confirmar o benefício do apoio

eletrônico, comparando dados do edema dos pés antes e após o uso do equipamento.

Referente ao tempo de teste com o protótipo, em um estudo sobre fisioterapia vascular no tratamento da doença venosa crônica, Leal; Couto; Silva et al.(2015) avaliaram pacientes que foram submetidas a um protocolo de tratamento fisioterapêutico de dez sessões, com duração média de 60 minutos, três vezes por semana, com ênfase nos membros inferiores.

O exercício físico é uma medida para a prevenção e o tratamento da IVC. Os exercícios neuromusculares, sobretudo o treinamento da musculatura da panturrilha, é uma atividade que pode diminuir o refluxo sanguíneo, melhorar a condição venosa e reduzir os desconfortos dessa disfunção (PADBERG Jr; JOHNSTON; SISTO, 2004).

A pesquisa total, entre a coleta de dados e o teste com o aparelho teve em média 90 minutos. Com isso, foi possível avaliar as falhas, a necessidade de ajustes e confirmar a eficiência na melhora da circulação sanguínea.

Primeiramente, mediu-se o edema dos pés de cada participante. Para cada membro utilizou-se o método de Pletismografia (Subcapítulo 4.5.1). Os pés foram imersos em uma cuba de vidro, com água em temperatura ambiente, medindo 450 x 450 x 340 mm (LxAxP), como mostra a Figura 30. A cuba possui uma saída para o volume de água, adaptação feita com flange e tubulação, para que o excesso do volume dos pés pudesse ser comparado, antes e após o teste com o equipamento. Antes de iniciado o experimento, foi colocada a quantidade de água no limite do escape (flange), sem que houvesse vazão antes da imersão dos pés. Dessa forma, mesmo com fatores como desnível do local, uma possível falsa análise do limiar entre outros foram eliminados.

A tubulação da cuba foi colocada em um recipiente graduado, para marcar a quantidade de líquido despejado. O objetivo desse teste é fazer com que, após o uso do protótipo, o volume de água (VF) dispensado no recipiente graduado fosse menor que o volume inicial (VI).

$$\mathbf{VF \text{ (volume final)} < VI \text{ (volume inicial)}}$$

**Figura 30.** Cuba de vidro utilizada para Pletismografia.



**Fonte:** Autora.

A coleta buscou para fazer correções, confirmar a questão de pesquisa desta tese (Subcapítulo 1.3) e testar o funcionamento do protótipo desenvolvido. Os dados colhidos estão dispostos em tabelas e figuras no Capítulo 5. Resultados e Discussão.

Dessa forma, com essa metodologia, esta pesquisa propôs diminuir um problema comum das pessoas com deficiência física, analisando o uso do protótipo *in loco*; identificando possíveis falhas no equipamento, para ajustes necessários.

A delimitação da pesquisa se concentra na relação design x usabilidade x ergonomia. Os participantes avaliados foram escolhidos por apresentarem o problema que a pesquisa pretende resolver.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra dessa pesquisa foi composta por 14 (quatorze) participantes, 09 do gênero masculino e 05 (cinco) do gênero feminino, destes, dois eram menores de idade, com 08 (oito) e 17 (dezessete) anos. Além disso, alguns dos pesquisados possuem as mãos atrofiadas, sem habilidade para segurar uma caneta. Para esses últimos casos, o TCLE foi assinado pelos responsáveis e por terceiros, respectivamente. Tabela 22 traz todos os dados coletados durante a pesquisa.

A avaliação durou em média 90 (noventa) minutos e a todo o momento foi questionado ao participante se ele estava confortável e qual a sensação de estar usando o protótipo. Um dado interessante, é que mesmo sem a sensibilidade nos membros inferiores, muitos sentiram Parestesia “formigamento” nas pernas e pés. No dorso, calcanhar e laterais dos pés, parte posterior do joelho e na panturrilha.

**Tabela 22.** Dados da pesquisa com os cadeirantes.

PARTICIPANTE - 1	DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
		IDADE	32 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO
	GÊNERO	Masculino	ANTES DO TESTE	
	TEMPO DE CADEIRANTE?	18 anos	MEMBRO DIREITO	2600 ml
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Não	MEMBRO ESQUERDO	2200 ml
	PRÁTICA ESPORTE?	Sim	APÓS O TESTE	
	FAZ FISIOTERAPIA?	Sim	MEMBRO DIREITO	2480 ml
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	2150 ml
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	13x9 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	12x8 mmHg
<b>Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 1: acidente (queda em piscina)</b>				
PARTICIPANTE - 2	DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
		IDADE	54 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO
	GÊNERO	Feminino	ANTES DO TESTE	
	TEMPO DE CADEIRANTE?	52 anos	MEMBRO DIREITO	750 ml
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Não	MEMBRO ESQUERDO	1000 ml
	PRÁTICA ESPORTE?	Não	APÓS O TESTE	
	FAZ FISIOTERAPIA?	Não	MEMBRO DIREITO	750 ml
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	800 ml
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	13x9 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	13x9 mmHg
<b>Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 2: paralisia infantil (poliomielite)</b>				

PARTICIPANTE - 3		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	34 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	ANTES DO TESTE	
	GÊNERO	Masculino			
	TEMPO DE CADEIRANTE?	12 anos	MEMBRO DIREITO	2600 ml	
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Não	MEMBRO ESQUERDO	2400 ml	
	PRÁTICA ESPORTE?	Não	APÓS O TESTE		
	FAZ FISIOTERAPIA?	Não	MEMBRO DIREITO	2400 ml	
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	2200 ml	
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	11x7 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	11x7 mmHg	
<p><b>Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 3: acidente (queda de animal em rodeio)</b></p>					
PARTICIPANTE - 4		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	34 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	ANTES DO TESTE	
	GÊNERO	Masculino			
	TEMPO DE CADEIRANTE?	34 anos	MEMBRO DIREITO	850 ml	
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	1350 ml	
	PRÁTICA ESPORTE?	Não	APÓS O TESTE		
	FAZ FISIOTERAPIA?	Sim	MEMBRO DIREITO	800 ml	
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Não	MEMBRO ESQUERDO	1250 ml	
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	13x8 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	12x8 mmHg	
<p><b>Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 4: problema congênito.</b></p>					
PARTICIPANTE - 5		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	43 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	ANTES DO TESTE	
	GÊNERO	Feminino			
	TEMPO DE CADEIRANTE?	1 ano	MEMBRO DIREITO	300 ml	
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Não	MEMBRO ESQUERDO	200 ml	
	PRÁTICA ESPORTE?	Não	APÓS O TESTE		
	FAZ FISIOTERAPIA?	Sim	MEMBRO DIREITO	100 ml	
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	200 ml	
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	13x9 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	11x8 mmHg	
<p><b>Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 5: acidente no trânsito.</b></p>					

PARTICIPANTE - 6		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	23 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	ANTES DO TESTE	
	GÊNERO	Masculino			
	TEMPO DE CADEIRANTE?	03 anos	MEMBRO DIREITO	2200 ml	
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Não	MEMBRO ESQUERDO	2200 ml	
	PRÁTICA ESPORTE?	Não	APÓS O TESTE		
	FAZ FISIOTERAPIA?	Não	MEMBRO DIREITO	2000 ml	
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	2000 ml	
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	13x7 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	12x8 mmHg	
Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 6: acidente no trânsito.					
PARTICIPANTE - 7		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	17 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	ANTES DO TESTE	
	GÊNERO	Masculino			
	TEMPO DE CADEIRANTE?	04 anos	MEMBRO DIREITO	575 ml	
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Não	MEMBRO ESQUERDO	575 ml	
	PRÁTICA ESPORTE?	Não	APÓS O TESTE		
	FAZ FISIOTERAPIA?	Sim	MEMBRO DIREITO	200 ml	
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Não	MEMBRO ESQUERDO	250 ml	
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	10x7 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	10x7 mmHg	
Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 7: problema congênito.					
PARTICIPANTE - 8		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	21 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	ANTES DO TESTE	
	GÊNERO	Masculino			
	TEMPO DE CADEIRANTE?	21 anos	MEMBRO DIREITO	1250 ml	
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	1300 ml	
	PRÁTICA ESPORTE?	Não	APÓS O TESTE		
	FAZ FISIOTERAPIA?	Sim	MEMBRO DIREITO	1150 ml	
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	1200 ml	
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	13x10 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	13x9 mmHg	
Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 8: problema congênito.					

PARTICIPANTE - 9		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	55 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	ANTES DO TESTE	
	GÊNERO	Feminino			
	TEMPO DE CADEIRANTE?	54 anos	MEMBRO DIREITO	300 ml	
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Não	MEMBRO ESQUERDO	490 ml	
	PRÁTICA ESPORTE?	Não	APÓS O TESTE		
	FAZ FISIOTERAPIA?	Sim	MEMBRO DIREITO	250 ml	
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	400 ml	
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	14x9 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	13x8 mmHg	
Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 9: paralisia infantil (poliomielite)					
PARTICIPANTE - 10		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	65 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	ANTES DO TESTE	
	GÊNERO	Masculino			
	TEMPO DE CADEIRANTE?	02 anos	MEMBRO DIREITO	4500 ml	
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Não	MEMBRO ESQUERDO	4100 ml	
	PRÁTICA ESPORTE?	Não	APÓS O TESTE		
	FAZ FISIOTERAPIA?	Não	MEMBRO DIREITO	3700 ml	
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	3900 ml	
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	14x9 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	14x9 mmHg	
Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 10: metade do membro direito amputado.					
PARTICIPANTE - 11		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	22 anos	VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	ANTES DO TESTE	
	GÊNERO	Masculino			
	TEMPO DE CADEIRANTE?	22 anos	MEMBRO DIREITO	990 ml	
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	1000 ml	
	PRÁTICA ESPORTE?	Sim	APÓS O TESTE		
	FAZ FISIOTERAPIA?	Não	MEMBRO DIREITO	800 ml	
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim	MEMBRO ESQUERDO	600 ml	
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	11x8 mmHg	PRESSÃO ARTERIAL (após)	11x8 mmHg	
Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 11: problema congênito.					

PARTICIPANTE - 12		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	45 anos		VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	
	GÊNERO	Feminino		ANTES DO TESTE	
	TEMPO DE CADEIRANTE?	26 anos		MEMBRO DIREITO	1200 ml
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Não		MEMBRO ESQUERDO	1050 ml
	PRÁTICA ESPORTE?	Não		APÓS O TESTE	
	FAZ FISIOTERAPIA?	Sim		MEMBRO DIREITO	990 ml
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim		MEMBRO ESQUERDO	1000 ml
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	10x8 mmHg		PRESSÃO ARTERIAL (após)	10x8 mmHg
Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 12: acidente no trânsito.					
PARTICIPANTE - 13		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	08 anos		VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	
	GÊNERO	Feminino		ANTES DO TESTE	
	TEMPO DE CADEIRANTE?	08 anos		MEMBRO DIREITO	1150 ml
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Sim		MEMBRO ESQUERDO	1150 ml
	PRÁTICA ESPORTE?	Não		APÓS O TESTE	
	FAZ FISIOTERAPIA?	Sim		MEMBRO DIREITO	890 ml
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim		MEMBRO ESQUERDO	800 ml
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	11x8 mmHg		PRESSÃO ARTERIAL (após)	11x8 mmHg
Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 13: problema congênito.					
PARTICIPANTE - 14		DADOS DO PARTICIPANTE		DADOS DO TESTE COM O EQUIPAMENTO	
	IDADE	40 anos		VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO	
	GÊNERO	Masculino		ANTES DO TESTE	
	TEMPO DE CADEIRANTE?	19 anos		MEMBRO DIREITO	1850 ml
	NASCEU COM A DEFICIÊNCIA?	Não		MEMBRO ESQUERDO	1600 ml
	PRÁTICA ESPORTE?	Não		APÓS O TESTE	
	FAZ FISIOTERAPIA?	Não		MEMBRO DIREITO	1800 ml
	OS PÉS TÊM EDEMAS?	Sim		MEMBRO ESQUERDO	1500 ml
	PRESSÃO ARTERIAL (antes)	10x9 mmHg		PRESSÃO ARTERIAL (após)	10x9 mmHg
Motivo da deficiência do PARTICIPANTE 14: acidente no trânsito.					

Como mencionado, a pesquisa contou com o apoio de 14 participantes, 09 do gênero masculino e 05 do gênero feminino.

Os participantes tinham idade entre 08 a 65 anos, cuja Média de idade é  $\pm$  35,6 anos. Apenas dois participantes tinham a mesma idade, 34 anos (Tabela 23).

**Tabela 23.** Faixa etária dos participantes

IDADE DOS PARTICIPANTES	
Idade (anos)	Quantidade de participantes
08	1
17	1
21	1
22	1
23	1
32	1
34	2
40	1
43	1
45	1
54	1
55	1
65	1
TOTAL	14

**Fonte:** Autora.

Quando questionado sobre o tempo que o participante utiliza a cadeira de rodas (Tabela 24), não houve repetição, cada participante respondeu um tempo diferente. O participante 9 está há mais tempo na cadeira de rodas, possui 55 anos e há 54 utiliza a cadeira, vítima de poliomielite. O participante 5, que possui 43 anos, está a menos tempo utilizando a cadeira, apenas 1 ano, vítima de acidente no trânsito. A Média de tempo que os participantes utilizam a cadeira de rodas é  $\pm$  19,71 anos.

**Tabela 24.** Tempo que o participante é cadeirante

HÁ QUANTO TEMPO É CADEIRANTE?	
PARTICIPANTE	Tempo (anos)
1	18 anos
2	52 anos
3	12 anos
4	34 anos
5	1 ano
6	3 anos
7	4 anos
8	21 anos
9	54 anos
10	2 anos
11	22 anos
12	26 anos
13	8 anos
14	19 anos

Fonte: Autora.

Em relação aos participantes que nasceram com a deficiência física, 4 responderam que sim, e 10 disseram que não. Nos casos relatados, os participantes foram vítimas de poliomielite e problemas congênitos na infância, além de acidentes, na adolescência e fase adulta.

Outra questão da pesquisa foi sobre a prática de esportes. O objetivo dessa questão implica consequentemente no sedentarismo dos participantes, e em vários problemas de saúde. Apenas 2 participantes praticam esportes, dos 14 cadeirantes, ambos praticam condicionamento físico em academia.

Referente à prática de fisioterapia. Dos 14 participantes, 8 responderam que sim, e 6 disseram que não praticam. Essa prática poderia amenizar o problema dessa tese: diminuir o edema dos pés.

Antes do teste com o protótipo, foi perguntado aos participantes se os pés costumam ter edemas devido aos longos períodos sem movimentos. Apenas os participantes 4 e 7 disseram não ter problema com o aumento de volume nos pés. Porém, verificou-se após o teste, que houve a diminuição do volume. A técnica por deslocamento de água resultou na diminuição, em comparação com o início do teste,

de 50 ml em cada membro inferior do participante 4. Já no participante 7, diminuiu 375 ml no membro direito e 325 ml no membro esquerdo.

Referente à pressão arterial dos participantes aferida antes e após o teste (Tabela 25), alguns apresentaram a pressão comum a outros, três deles com 13x9mmHg; e dois com 14x9mmHg e 11x8mmHg.

**Tabela 25.** Pressão arterial dos participantes.

PRESSÃO ARTERIAL DOS PARTICIPANTES			
Participante	Antes do Teste (mmHg)	Após o Teste (mmHg)	PAI <, =, ou > PAF
1	13X9	12x8	PAI > PAF
2	13X9	13X9	PAI = PAF
3	11x7	11x7	PAI = PAF
4	13x8	12x8	PAI > PAF
5	13X9	11x8	PAI > PAF
6	13X7	12x8	PAI > PAF
7	10X7	10X7	PAI = PAF
8	13x10	13x9	PAI > PAF
9	14x9	13x8	PAI > PAF
10	14x9	14x9	PAI = PAF
11	11x8	11x8	PAI = PAF
12	10x8	10x8	PAI = PAF
13	11x8	11x8	PAI = PAF
14	10x9	10x9	PAI = PAF

Fonte: Autora.

Em alguns testes, após o uso do protótipo, houve uma redução importante da pressão arterial em alguns participantes. O participante 1, estava 13x9 mmHg no início, e após o teste passou para 12x8mmHg; no participante 4, de 13x8 mmHg para 12x8mmHg; no participante 5, de 13x9 mmHg para 11x8 mmHg; no participante 6, de 13x7 mmHg para 12x8mmHg; no participante 8, de 13x10 mmHg para 13x9 mmHg; no participante 9, de 14x9 mmHg para 13x8 mmHg. Nos demais participantes a pressão inicial foi a mesma aferida ao final do teste. Utilizou-se PAI para pressão arterial inicial e PAF para pressão arterial final.

As Tabelas 26 e 27 mostram as estimativas da média, variância e desvio padrão referentes à pressão arterial dos participantes. A forma como foram calculados a Variância e Desvio Padrão é explicada abaixo.

$$\text{MÉDIA} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{N}$$

x = dado do participante

n = tamanho da amostra

**Tabela 26.** Dados estatísticos da pressão arterial Sistólica antes e após o teste.

PRESSÃO ARTERIAL	MÉDIA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO
Antes do teste	12x07 mmHg	2,23	1,49
Após o teste	11x06 mmHg	1,62	1,27

Fonte: Autora.

**Tabela 27.** Dados estatísticos da pressão arterial Diastólica antes e após o teste.

PRESSÃO ARTERIAL	MÉDIA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO
Antes do teste	8x36 mmHg	0,86	0,93
Após o teste	8x14 mmHg	0,44	0,66

Fonte: Autora.

Comparando os dados das duas tabelas, percebe-se que tanto a pressão arterial Sistólica, como a Diastólica tiveram redução após o teste com o protótipo, a Sistólica de 12x07 mmHg para 11x06 mmHg, e a Diastólica de 8x36 mmHg para 8x14 mmHg.

As Tabelas 28 e 29 e os Figuras 31 e 32 mostram os deslocamentos de água nos membros direito e esquerdo, respectivamente, e a diferença entre o VI (Volume Inicial) e VF (Volume Final).

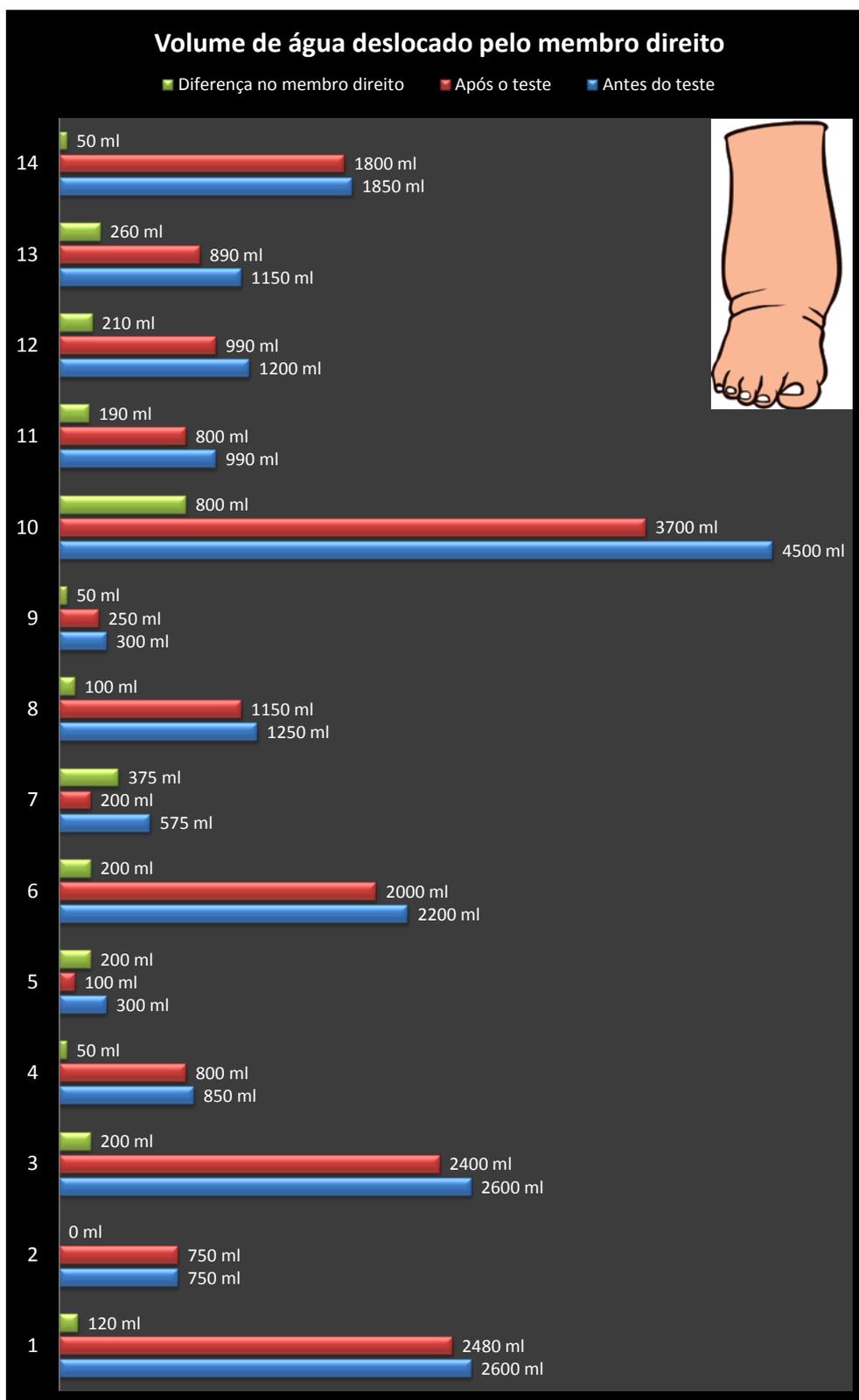
No membro direito, apenas o teste do participante 2 não houve alteração de volume. No participante 10, houve o maior descolamento de água, 800 ml. E nos participantes 4, 9 e 14, ocorreu o menor deslocamento, 50 ml.

**Tabela 28.** Volume de água deslocado pelo membro direito.

VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO MEMBRO DIREITO				
PARTICIPANTE	Antes do teste (VI) (ml)	Após o teste (VF) (ml)	Diferença no membro direito (ml)	VI <, =, ou > VF
1	2600	2480	120	VI > VF
2	750	750	0	VI = VF
3	2600	2400	200	VI > VF
4	850	800	50	VI > VF
5	300	100	200	VI > VF
6	2200	2000	200	VI > VF
7	575	200	375	VI > VF
8	1250	1150	100	VI > VF
9	300	250	50	VI > VF
10	4500	3700	800	VI > VF
11	990	800	190	VI > VF
12	1200	990	210	VI > VF
13	1150	890	260	VI > VF
14	1850	1800	50	VI > VF

**Fonte:** Autora.

Figura 31. Volume de água deslocado pelo membro direito.



Fonte: Autora.

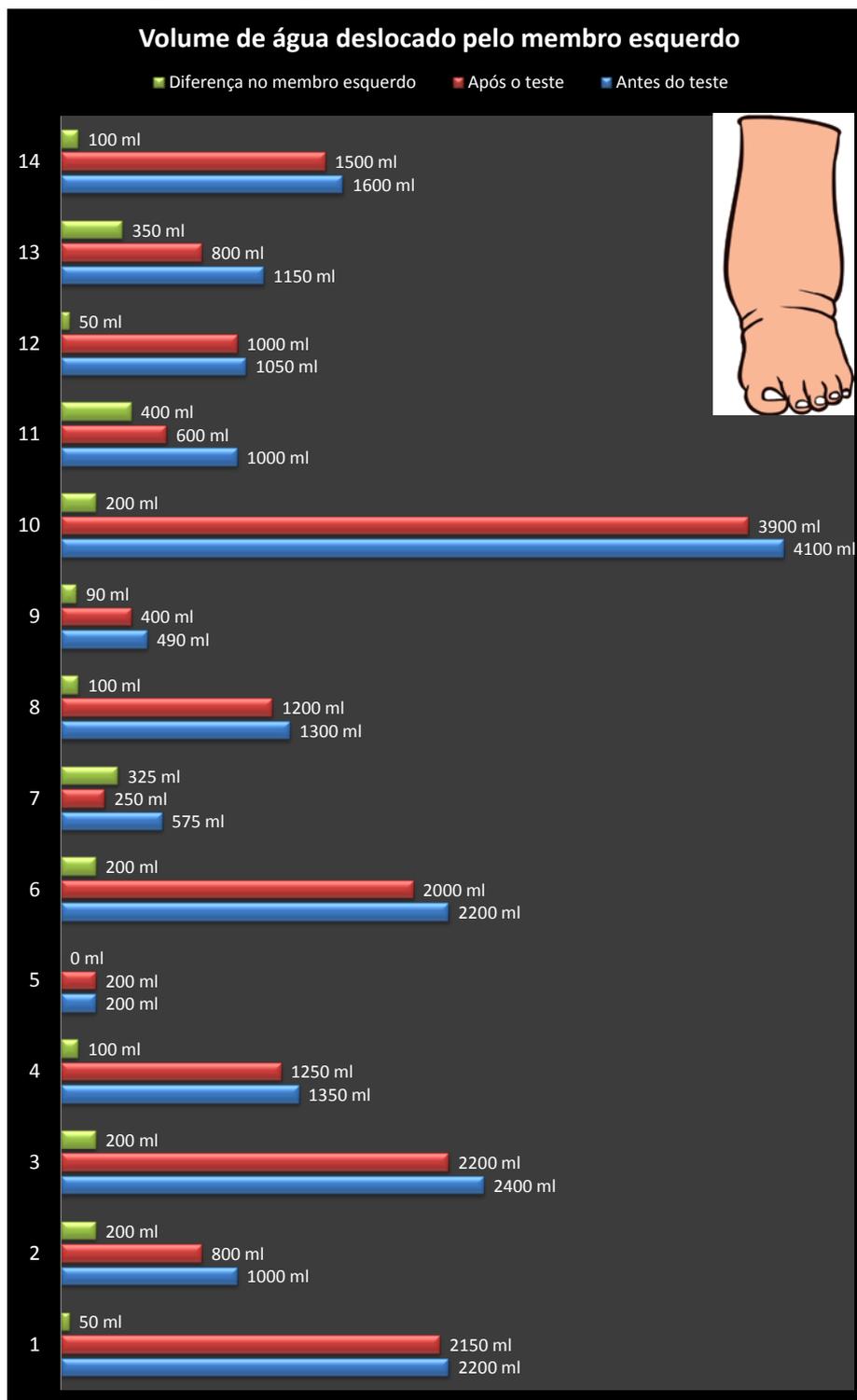
Já no membro esquerdo, apenas no participante 5 não houve alteração do descolamento do volume de água. No participante 11, ocorreu o maior deslocamento de água, 400 ml.

**Tabela 29.** Volume de água deslocado pelo membro esquerdo.

VOLUME DE ÁGUA DESLOCADO PELO MEMBRO ESQUERDO				
PARTICIPANTE	Antes do teste (VI) (ml)	Após o teste (VF) (ml)	Diferença no membro direito (ml)	VI <, =, ou > VF
1	2200	2150	50	VI > VF
2	1000	800	200	VI > VF
3	2400	2200	200	VI > VF
4	1350	1250	100	VI > VF
5	200	200	0	VI = VF
6	2200	2000	200	VI > VF
7	575	250	325	VI > VF
8	1300	1200	100	VI > VF
9	490	400	90	VI > VF
10	4100	3900	200	VI > VF
11	1000	600	400	VI > VF
12	1050	1000	50	VI > VF
13	1150	800	350	VI > VF
14	1600	1500	100	VI > VF

Fonte: Autora.

**Figura 32.** Volume de água deslocado pelo membro esquerdo.



Fonte: Autora.

**Tabela 30.** Média da volumetria nos membros direito e esquerdo.

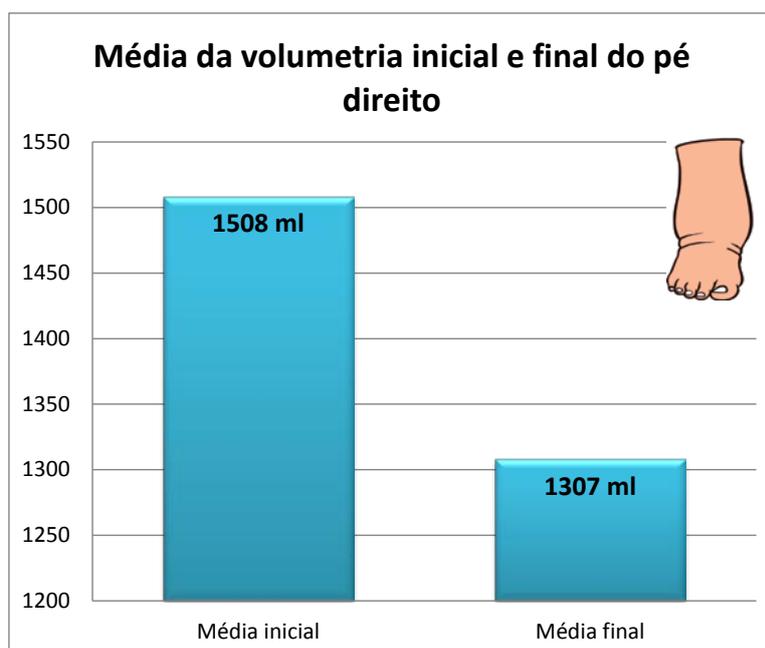
MEMBRO INFERIOR	MÉDIA INICIAL	MÉDIA FINAL
Direito	1508 ml	1307 ml
Esquerdo	1472 ml	1303 ml

Fonte: Autora.

De acordo com os dados da média da volumetria, no membro direito foi maior que no membro esquerdo. Comparando as médias dos membros direito e esquerdo, a diferença inicial da volumetria é de 36 ml e a final de 4 ml. A média inicial no membro direito é 1508 ml e a final 1307 ml (Figura 33).

Calculou-se a média da volumetria somando-se todos os dados (ml) obtidos dos participantes e dividindo pelo número total da amostra (n=14). A média da volumetria inicial e final do pé direito possui a diferença de 200,35 ml (Tabela 31). Em pesquisas com a técnica da Pletismografia, Belczak et al (2004) obtiveram 82,5 ml do membro direito, comparando a volumetria no período da manhã e à tarde; e Brito et al (2013) 205,7 ml, sem especificar o membro, com a volumetria na posição sentada e em pé. A Tabela 31 traz a média inicial, final e a diferença volumétrica colhida do pé direito dos participantes.

**Figura 33.** Média da volumetria do pé direito



**Fonte:** Autora

**Tabela 31.** Média volumétrica inicial, final e diferença no pé direito.

<b>PARTICIPANTE</b>	<b>MEDIA INICIAL (ml)</b>	<b>MEDIA FINAL (ml)</b>	<b>MEDIA DA DIFERENÇA (ml)</b>
1	2600	2480	120
2	750	750	0
3	2600	2400	200
4	850	800	50
5	300	100	200
6	2200	2000	200
7	575	200	375
8	1250	1150	100
9	300	250	50
10	4500	3700	800
11	990	800	190
12	1200	990	210
13	1150	890	260
14	1850	1800	50
<b>SOMA</b>	<b>21115</b>	<b>18310</b>	<b>2805</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>1508,214286</b>	<b>1307,857143</b>	<b>200,3571429</b>

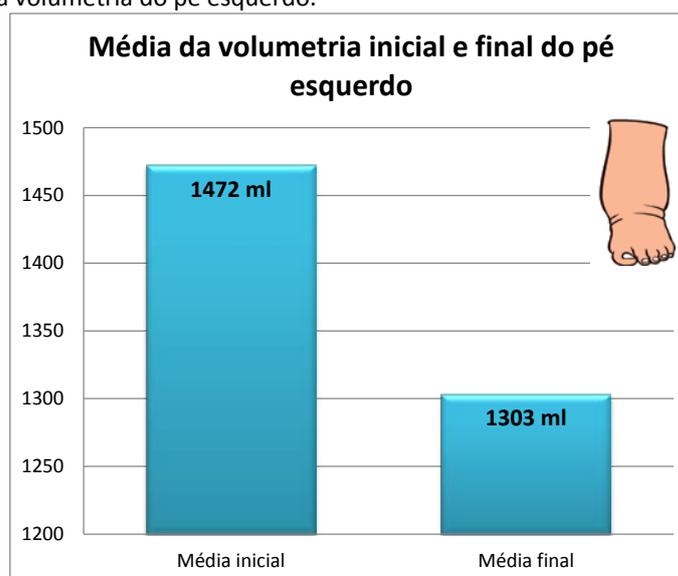
**Fonte:** Autora.

A média da volumetria inicial e final do pé esquerdo possui a diferença de 168,92 ml. Belczak et al (2004) obtiveram 60,3 ml. A média do pé esquerdo inicial foi 1472,5 ml e final 1303,57 ml (Figura 34). A Tabela 32 traz a média inicial, final e a diferença volumétrica colhida do pé esquerdo dos participantes.

**Tabela 32.** Média volumétrica inicial, final e diferença no pé esquerdo.

PARTICIPANTE	MEDIA INICIAL (ml)	MEDIA FINAL (ml)	MEDIA DA DIFERENÇA (ml)
1	2200	2150	50
2	1000	800	200
3	2400	2200	200
4	1350	1250	100
5	200	200	0
6	2200	2000	200
7	575	250	325
8	1300	1200	100
9	490	400	90
10	4100	3900	200
11	1000	600	400
12	1050	1000	50
13	1150	800	350
14	1600	1500	100
<b>SOMA</b>	<b>20615</b>	<b>18250</b>	<b>2365</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>1472,5</b>	<b>1303,571429</b>	<b>168,9285714</b>

Fonte: Autora.

**Figura 34.** Média da volumetria do pé esquerdo.

Fonte: Autora.

**Tabela 33.** Variância e Desvio Padrão da volumetria nos membros direito e esquerdo.

MEMBRO INFERIOR	VARIÂNCIA INICIAL	VARIÂNCIA FINAL	DESVIO PADRÃO INICIAL	DESVIO PADRÃO FINAL
Direito	1329790,797	1072556,593	1153,165555	1035,643082
Esquerdo	1000202,885	1002870,879	1000,101437	1001,434411

Fonte: Autora.

**VARIÂNCIA  $S = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}$**

x = dado do participante  
 $\bar{x}$  = média  
n - 1 = tamanho da amostra - 1

Calculou-se a Variância (inicial, final) da volumetria subtraindo-se primeiramente o valor da volumetria (ml) obtido de cada participante, pela média (inicial, final), ambos elevados ao quadrado (Tabela 34). Depois se somou esses e dividiu-se pelo número da amostra menos um (n-1), ou seja, por 13.

**Tabela 34.** Variância inicial, final e diferença do pé direito.

PARTICIPANTE	VARIÂNCIA INICIAL	VARIÂNCIA FINAL	VARIÂNCIA DA DIFERENÇA
1	1191996,046	1373918,878	6457,270408
2	574888,9031	311204,5918	40142,98469
3	1191996,046	1192776,02	0,12755102
4	433246,0459	257918,8776	22607,27041
5	1459781,76	1458918,878	0,12755102
6	478567,4745	479061,7347	0,12755102
7	870888,9031	1227347,449	30500,12755
8	66674,61735	24918,87755	10071,55612
9	1459781,76	1119061,735	22607,27041
10	8950781,76	5722347,449	359571,5561
11	268546,0459	257918,8776	107,2704082
12	94996,04592	101033,1633	92,98469388
13	128317,4745	174604,5918	3557,270408
14	116817,4745	242204,5918	22607,27041
<b>SOMA</b>	<b>17287280,36</b>	<b>13943235,71</b>	<b>518323,2143</b>
<b>VARIÂNCIA</b>	<b>1329790,797</b>	<b>1072556,593</b>	<b>39871,01648</b>
<b>DESVIO PADRÃO</b>	<b>1153,165555</b>	<b>1035,643082</b>	<b>199,6772808</b>

Fonte: Autora.

A Variância e o Desvio Padrão possuem medidas adimensionais. A Variância do pé direito (Figura 35) foi maior no início do teste (1329790,797) do que no final (1072556,593). A diferença foi 39871,01648.

**Figura 35.** Variância do pé direito.



Fonte: Autora.

Diferente do pé direito, a Variância do pé esquerdo (Figura 36) foi menor no início do teste (1000202,885) do que no final (1002870,879). A diferença foi 14746,84066 (Tabela 35).

**Tabela 35.** Variância inicial, final e diferença do pé esquerdo.

PARTICIPANTE	VARIÂNCIA INICIAL	VARIÂNCIA FINAL	VARIÂNCIA DA DIFERENÇA
1	529256,25	716441,3265	14144,0051
2	223256,25	253584,1837	965,4336735
3	860256,25	803584,1837	965,4336735
4	15006,25	2869,897959	4751,147959
5	1619256,25	1217869,898	28536,86224
6	529256,25	485012,7551	965,4336735
7	805506,25	1110012,755	24358,29082
8	29756,25	10727,04082	4751,147959
9	965306,25	816441,3265	6229,719388
10	6903756,25	6741441,327	965,4336735
11	223256,25	495012,7551	53394,0051
12	178506,25	92155,61224	14144,0051
13	104006,25	253584,1837	32786,86224
14	16256,25	38584,18367	4751,147959
<b>SOMA</b>	<b>13002637,5</b>	<b>13037321,43</b>	<b>191708,9286</b>
<b>VARIÂNCIA</b>	<b>1000202,885</b>	<b>1002870,879</b>	<b>14746,84066</b>
<b>DESVIO PADRÃO</b>	<b>1000,101437</b>	<b>1001,434411</b>	<b>121,4365705</b>

Fonte: Autora.

**Figura 36.** Variância do pé esquerdo.



Fonte: Autora.

$$\text{DESvio PADRÃO } \sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$x$  = dado do participante  
 $\bar{x}$  = média  
 $n - 1$  = tamanho da amostra -1  
 $\sqrt{\quad}$  = raiz

O Desvio Padrão é representado pela raiz quadrada da Variância. Calculou-se a raiz quadrada da Variância obtida antes e após o teste.

O Desvio Padrão do pé direito (Figura 37) foi maior no início do teste (1153,165555) do que no final (1035,643082). A diferença foi 199,6772808 (Tabela 34 acima).

**Figura 37.** Desvio Padrão do pé direito.



Fonte: Autora.

O Desvio Padrão do pé esquerdo (Figura 38) foi menor no início do teste (1000,101437) do que no final (1001,434411). A diferença foi 121,4365705 (Tabela 35 acima).

**Figura 38.** Desvio padrão do pé esquerdo.



**Fonte:** Autora.

Tanto a Variância como o Desvio Padrão final no pé esquerdo foi menor no início do que no final do teste.

Por meio dos dados da pesquisa experimental com os cadeirantes, foi possível confirmar a eficiência do equipamento, com a diminuição do edema dos pés o Volume Final foi menor que o Volume Inicial. A amostra de 14 participantes foi suficiente, pois os participantes cadeirantes apresentam problemas comuns apontados no Subcapítulo 2.1.2 “Consequências da lesão medular”, o que diminui as variáveis da pesquisa.



## **6. CONCLUSÕES**

De acordo com as médias apontadas no resultado, o edema do pé direito dos participantes estava maior, se comparado ao edema do pé esquerdo.

Em relação à amostra, a maioria dos pesquisados foi homem (n=9), um dado pertinente às Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular (2013) citada, dos 6 a 8 mil casos novos/ano, 80% das vítimas são homens.

A grande dificuldade em realizar essa pesquisa refere-se à falta de referências, tanto no Brasil, como em outros países. O embasamento da fundamentação teórica poderia ter mais citações, porém, os estudos sobre os apoios para os pés são poucos, a maior parte refere-se à fisioterapia e à medicina, sobre os edemas nas pernas e pés.

Esse estudo conseguiu cumprir com os objetivos propostos. Foi avaliada a necessidade de melhoria para o portador de deficiência física, diminuindo o problema da má de circulação sanguínea nos pés. Porém, constatou-se que muitos itens precisam ser aprimorados, como o material utilizado (para deixá-lo mais leve), o desenho e os aspectos funcionais. Dessa forma, o equipamento pode trazer mais praticidade e segurança aos usuários.

A problemática apontada estimulou a pesquisa e o desenvolvimento do protótipo, que visa melhorar a qualidade de vida, e confirmou a questão da pesquisa: **um apoio eletrônico para os pés, como movimentos involuntários e controlados, que simulam a dorsiflexão (superior) e a flexão plantar (inferior), pode diminuir as consequências patológicas do sedentarismo.**

Ressalta-se a grande relevância do Design, sobretudo do Design Inclusivo e Ergonômico, como mediadores da acessibilidade de pessoas com capacidades reduzidas.

O Censo Demográfico do IBGE (2010) nos mostra um dado importante, são 13,2 milhões, 7% de brasileiros com deficiência motora que precisam de adaptações em produtos e serviços, resultantes de pesquisa e desenvolvimento. Inclusive para atender os 6 a 8 mil casos novos/ano, de acordo com as Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular (2013).

Durante as coletas, foi possível constatar nos participantes uma das classificações da OMS denominada *Handicap* (desvantagem) como citado, que representa a capacidade de adaptação do indivíduo ao meio ambiente, com a mobilidade reduzida e a deficiência temporária ou permanente. Mesmo aqueles que

adquiriram a deficiência na fase adulta, possuem a capacidade de reabilitação importante e rápida.

Dentre os 14 (quatorze) participantes pesquisados, 8 (oito) responderam que fazem sessões fisioterapia, um dado relevante que permite a reabilitação ou garante maior qualidade de vida das pessoas que utilizam cadeira de rodas. Mesmo nos participantes que afirmaram não ter edema (aumento do volume), houve a redução da volumetria de água após o uso do equipamento.

Outro dado relevante é que os espasmos, sintomas comuns nos cadeirantes, estavam frequentes no teste de Pletismografia inicial, e no teste final não ocorreu, em nenhum dos 14 (quatorze) participantes. Além disso, o uso do protótipo trouxe um benefício que não era esperado, em 06 (seis) dos 14 (quatorze) pesquisados, a pressão arterial diminuiu expressivamente.

Apesar do relevante número de cadeirantes, é possível refletir sobre três aspectos: as pessoas com capacidades reduzidas ainda são em menor número, portanto a produção em menor escala é encarecida; uma das barreiras para projetar produtos acessíveis é prever como o usuário utilizará o produto e se este irá satisfazer suas necessidades; e por fim, muitas tecnologias assistivas não são acessíveis, possuem alto custo.

Além dos dados referentes ao teste com o protótipo, a avaliação subjetiva relativa à percepção dos participantes, pode auxiliar na abordagem ergonômica. Durante os testes, além dos dados que foram mensurados, foi possível observar e receber satisfação dos participantes, cujo protótipo foi bem aceito devido à funcionalidade.

O grande desafio em criar uma tecnologia assistiva, avaliar e confirmar questão da pesquisa desse estudo pode contribuir com futuras pesquisas relacionadas ao design, à ergonomia e também às áreas da saúde, de acordo com as necessidades dos usuários com edemas nos pés.

## REFERÊNCIAS

- ABERGO (Brasil). **O que é ergonomia?** Disponível em: <[http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o\\_que\\_e\\_ergonomia](http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia)> Acesso em: 17 jun. 2016.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 2a ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- \_\_\_\_\_. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 3a ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ABRISQUETA-GOMEZ, Jacqueline (Org.). **Reabilitação neuropsicológica: abordagem interdisciplinar e modelos conceituais na prática clínica**. Porto Alegre: Artmed, 2012.
- ADA - American With Disabilities Act 1994. **Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America**. Disponível em: <<http://www.ada.gov/regs2010/2010ADASTandards/Guidance2010ADASTandards.htm>> Acesso em: 30 jun. 2016.
- ADA, American With Disabilities Act 2010. **Standards for Accessible Design**. Disponível em: <[https://www.ada.gov/regs2010/2010ADASTandards/2010ADASTandards\\_prt.pdf](https://www.ada.gov/regs2010/2010ADASTandards/2010ADASTandards_prt.pdf)> Acesso em: 30 jun. 2016.
- ALEXANDRE, Neusa Maria Costa; ROGANTE, Maria Marilene. Movimentação e transferência de pacientes: aspectos posturais e ergonômicos. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 34, n. 2, p. 165-73, jun. 2000.
- ALLSTEEL, Scott Openshaw; ALLSTEEL, Erin Taylor. (2006). **Ergonomics and Design: a reference guide**. Disponível em: <<http://www.allsteeloffice.com/synergydocuments/ergonomicsanddesignreferencguidewhitepaper.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2016
- ALVARENGA, Flávia Bonilha. **Uma Abordagem Metodológica para o Projeto de Produtos Inclusivos**. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Tese (Doutorado), 218 p., 2006.
- ALVES, Diana Cunha Costa. **Aspectos ergonômicos relevantes para a concepção de tecnologia assistiva: órteses de membros inferiores**. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Minho. 2012. Disponível em: <[http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/23137/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Diana%20Cunha%20Costa%20Alves\\_2012.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/23137/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Diana%20Cunha%20Costa%20Alves_2012.pdf)> Acesso em: 21 jun. 2016.

ANOGLIANAKIS, George; BÜHER, Christian; SOEDE, Mathijs. **Assistive technology research series**. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press, 1997.

APPLIED ERGONOMICS. **Human Factors in Technology and Society**. Disponível em: <<https://www.journals.elsevier.com/applied-ergonomics/>> Acesso em: 10 ago. 2016.

ARAGALL, Francesc. **Temas de diseño en la Europa de hoy**. Barcelona: The Bureau of European Design Association (BEDA), 2004. Disponível em: <[http://www.bcd.es/site/unitFiles/1795/lbiro\\_beda.pdf](http://www.bcd.es/site/unitFiles/1795/lbiro_beda.pdf)> Acesso em: 13 jun. 2016.

ASIA, American Spinal Injury Association. **Clinical Trials Advice**. Disponível em: <<http://www.asia-spinalinjury.org/elearning/clintrials.php>> Acesso em: 04 abr. 2016.

AUIN. **Agência Unesp de Inovação**. Disponível em: <[http://unesp.br/nit/index\\_cat3\\_areas.php](http://unesp.br/nit/index_cat3_areas.php)> Acesso em: 18 dez. 2014

BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, Jonny Carlos da. **Projeto integrado de produtos**. Barueri - São Paulo: Manole, 2008.

BAMPI, Luciana Neves da Silva; GUILHEM, Dirce; LIMA, David Duarte. Qualidade de vida em pessoas com lesão medular traumática: um estudo com o WHOQOL-bref. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. v.11, n. 1, p. 67-77, 2011.

BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. **Segurança do trabalho e gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2010.

BARBOSA FILHO, Antonio Nunes; CARVALHO, Leandro Lopes de; ROCHA, Sérgio Parente Vieira da. Avaliação construtiva de cadeiras de rodas de pequenos fabricantes locais em Pernambuco. **II Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, CONEM**. João Pessoa, 2002. Disponível em: <<http://www.abcm.org.br/anais/conem/2002/trabalhos/tema09/CPB0554.PDF>> Acesso em: 04 abr. 2016.

BARBOSA FILHO, Antonio Nunes; CARVALHO, Leandro Lopes de; ROCHA Sérgio Parente Vieira da; TAVARES, João Paulo Soares. **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Curitiba – PR, 23 a 25 de outubro de 2002. ENEGEP 2002. Otimização de uma cadeira de rodas popular numa perspectiva de tecnologia apropriada. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002\\_TR42\\_1012.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR42_1012.pdf)> Acesso em: 26 jul. 2016

BATTISTELLA, Linamara Rizzo; BRITO, Christina May Moran de. Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF). **Revista Acta Fisiátrica**. v. 9, n. 2, p. 98-101, 2002.

- BELCZAK, Cleusa Ema Quilici; GODOY, José Maria Pereira de; SEIDEL, Amélia Cristina; SILVA, Josy Anne; CAVALHERI JUNIOR, Gildo; BELCZAK, Sergio Quilici. Influência da atividade diária na volumetria dos membros inferiores medida por perimetria e pela pletismografia de água. **Jornal Vascular Brasileiro - Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular**. v. 3, n. 4, 2004.
- BENGALA LEGAL. **Acessibilidade, Inclusão Social e Desenho Universal: Tudo a Ver**. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/martagil>> Acesso em: 12 dez. 2016.
- BENTZON, Maria. **Designing for Our Future Selves: the Swedish Experience**. Applied Ergonomics. v.24, n.1, pp. 19-27, 1993.
- BERNINGER, Adam. (2004). **All We Ever Wanted**. Disponível em: <[http://www.core77.com/reactor/08.04\\_berninger.asp](http://www.core77.com/reactor/08.04_berninger.asp)> Acesso em: 20 set. 2013
- BERSCH, Rita. **Tecnologia assistiva e educação inclusiva**. In: Ensaios Pedagógicos, Brasília: SEESP/MEC, 2006.
- \_\_\_\_\_. (2013). **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Disponível em: <[http://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf)> Acesso em: 20 jun. 2016.
- BOOTH, Wayne Clayson; COLOMB, Gregory G.; WILLIAMS, Joseph M. **A arte da pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.
- BOTTA, G.; ARPAIA, G.; MONACHE, G.D. **La pletismografia**. In: MANCINI, S. Trattato di Flebologia e Linfologia. Torino, Italia: Utet, 2001.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação a Distância. Deficiência mental. **Deficiência física**. Cadernos da TV Escola. Educação Especial, n. 1, 1998.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. (2009). **NR-17, Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia**. (117.000-7). Disponível em: <[http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR\\_17.html](http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR_17.html)> Acesso em: 01 ago. 2016.
- BRASIL. **Decreto nº5296, de 2 de dezembro de 2004**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm)> Acesso em: 06 jun. 2016.
- BRASIL. **Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3298.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm)> Acesso em: 23 mar. de 2016.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva**. Disponível em: <<http://assistiva.mct.gov.br/>> Acesso em: 03 de dez. de 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas e Departamento de Atenção Especializada. – Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

BRITO, Ana Paula Nunes Pereira; RODRIGUES, Etria; VIANNA, Denise Loureiro e FERNANDES, Susi Mary de Souza. Investigação de edema postural de membros inferiores em agentes de transito. **Jornal Vascular Brasileiro - Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular**. Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 289-295, dez. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1677-54492013000400289&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-54492013000400289&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 14 jul. 2016.

BÜRDEK, Bernhard E. **Diseño. Historia, Teoría y Práctica del Diseño Industrial**. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1994.

\_\_\_\_\_. **Design: História, Teoria e Prática do Design de Produtos**. São Paulo: Blücher, 2006.

\_\_\_\_\_. **História, teoria e prática do design de produtos**. Trad. Freddy Van Camp. São Paulo: Edgard Blücher. 2006.

CALEGARI, Décio Roberto; GORLA, José Irineu; ARAÚJO, Paulo Ferreira de. **Handebol em cadeira de rodas: regras e treinamento**. São Paulo: Phorte, 2010.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Legislação brasileira sobre pessoas com deficiência** [recurso eletrônico]. – 7 ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2013. – (Série Legislação, n. 76). Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/responsabilidade-social/acessibilidade/legislacao-pdf/legislacao-brasileira-sobre-pessoas-portadoras-de-deficiencia>> Acesso em: 26 ago. 2016

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Legislação brasileira sobre pessoas portadoras de deficiência**. – 5. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, Série Legislação, n. 21, 2009.

CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho Universal: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas**. São Paulo: Editora Senac, 2007.

CAMPOS, Livia Flávia de Albuquerque. Usabilidade, percepção estética e força de preensão manual: influência no design ergonômico de instrumentos manuais – um estudo com tesouras de poda. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2014.

- CARDOSO, Rafael. **Uma introdução à história do design**. 2 ed. São Paulo: Blücher, 2004.
- CARLETTO, Ana Claudia; CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho Universal: Um conceito para todos**. São Paulo: Instituto Mara Gabrilli, 2007.
- CAT. Comitê de Ajudas Técnicas, **Ata da Reunião VII**, de 2007. Disponível em: <[http://www.infoesp.net/CAT\\_Reuniao\\_VII.pdf](http://www.infoesp.net/CAT_Reuniao_VII.pdf)> Acesso em: 22 jun. 2016
- CAT. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. Brasília: CORDE, 2009.
- CHERUBINI, M.; MELCHIORRI, Giovanni. Descriptive study about congruence in wheelchair prescription. **European Journal of Physical Rehabilitation Medicine**, v.48, p.217-222, 2012.
- CHESTER, Mandy R.; RYS, Malgorzata J.; KONZ, Stephan A. **Leg swelling, comfort and fatigue when sitting, standing, and sit/standing**. Advances in Occupational Ergonomics and Safety. p. 461-468, 2001.
- CIF. Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. **Organização Mundial da Saúde**. Trad. e Rev. Amélia Leitão. Lisboa, 2004. Disponível em: <[http://www.inr.pt/uploads/docs/cif/CIF\\_port\\_%202004.pdf](http://www.inr.pt/uploads/docs/cif/CIF_port_%202004.pdf)> Acesso em: 31 mar. 2016.
- CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996**. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br/conselho/resol96/RES19696.htm>> Acesso em: 27 abr. 2013.
- COOK, Albert M. .; HUSSEY, S. M. **Assistive Technologies: Principles and Practices**. 2. ed. St. Louis: Mosby, 2002.
- \_\_\_\_\_. **Assistive Technologies: Principles and Practices**. St. Louis, Missouri: Mosby/Year Book, Inc., 1995.
- COOK, Albert M. .; POLGAR, Janice Miller. **Assistive Technologies: Principles and Practice**. 4. ed. St. Louis, MO: Elsevier/Mosby, 2015.
- CORDE. Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. Disponível em: <<http://www.mj.gov.br>> Acesso em: 01 dez. 2014.
- CORRÊA, Vanderlei Moraes; BOLETTI, Rosane Rosner. **Ergonomia: fundamentos e aplicações**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: ERGO Editora, v.1, 1995.

- CUD. CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. (1997). **The Principles of Universal Design**. Disponível em: <[https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/pubs\\_p/docs/poster.pdf](https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/pubs_p/docs/poster.pdf)> Acesso em: 16 jun. 2016.
- CUD - CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN (2014). **Universal Design**. Disponível em: <<http://www.ncsu.edu/project/design-projects/udi/center-for-universal-design>>. Acesso em: 16 jun. 2016.
- CUD. CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. (2016). **History and Tradition**. Disponível em: <<https://www.ncsu.edu/about/history-and-tradition/>> Acesso em: 10 jun. 2016.
- DE LA GARZA, Cecilia; LABARTHE, Jean-Paul; GRAGLIA, Louis **The contribution of ergonomics to risk analysis in the design process: the case of a future control room**. Work, 41, 730-736, 2012.
- DEFINO, Helton L.A. (1999). **Trauma raquimedular**. Disponível em: <[http://revista.fmrp.usp.br/1999/vol32n4/trauma\\_raquimedular.pdf](http://revista.fmrp.usp.br/1999/vol32n4/trauma_raquimedular.pdf)> Acesso em: 24 ago. 2016.
- DESMET, Pieter M. A.; HEKKERT, Paul. Framework of Product Experience. **International Journal of Design**. v. 1, n.1, p. 13-23, 2007.
- DIMON, Theodore. **Anatomia do corpo em movimento: ossos, músculos e articulações**. 2.ed. Barueri, SP: Manole, 2010.
- DONAGHUE, V.M; VEVES, A. **Foot pressure measurement**. Orthop. Phys. Ther. Clin. North Am. 1997; 6: 1509-16.
- DUL, Jan.; WEERDMEESTER, Bernard. **Ergonomia prática**. Trad. Itiro lida. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.
- EASTIN, 2005a. **Rede de informação europeia sobre tecnologia para deficiência e autonomia**. Disponível em: <<http://www.eastin.eu/pt-pt/searches/products/index>> Acesso em: 28 jun. 2007.
- \_\_\_\_\_. 2005b. **Red Europea de Información sobre las Tecnologías para la Discapacidad Y la Autonomía**. Disponível em: <<http://sid.usal.es/idocs/F8/8.2.1.2-139/153/153dossier.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2007.
- EBBEN, Joy M. (2003). OHS – Occupational Health & Safety. **Improved Ergonomics for Standing Work**. Disponível em: <<https://ohsonline.com/Articles/2003/04/Improved-Ergonomics-for-Standing-Work.aspx>> Acesso em: 11 ago. 2016.
- ERGONOMI DESIGN GRUPPEN. **Shaping success** [catalogue]. Bromma: Ergonomi Design Gruppen, 1997.

ERGONOMICS NOW. **Tilt and Height Adjustable Footrests**. Disponível em: <<https://www.ergonomicsnow.com.au/ergonomic-products/accessories/footrests>> Acesso em: 16 nov. 2016.

ERGONOMIZE. **Apoio para Pés**. Disponível em: <<http://www.ergonomize.com/apoio-para-pes/>> Acesso em: 16 nov. 2016.

ERGOTEC. **Apoio para os Pés**. Disponível em: <<http://www.ergotec.com.br/apoio-para-os-pes->>> Acesso em: 14 nov. 2016.

ESPACENET. **Searching for patentes**. Disponível em: <<https://www.epo.org/searching-for-patents.html>> Acesso em: 10 dez. 2014.

EUSTAT, 1999. **Educação em tecnologias de apoio para utilizadores finais**: linhas de orientação para formadores. Disponível em: <[http://www.siva.it/research/eustat/download\\_por.html](http://www.siva.it/research/eustat/download_por.html)> Acesso em 23 jun. 2016.

FAAC. PPGDESIGN - Programa de Pós-Graduação em Design. **Área de concentração e linhas de pesquisa**. Disponível em: <<http://www.faac.unesp.br/#!/pos-graduacao/mestrado-e-doutorado/design/area-de-concentracao-e-linhas-de-pesquisa/>> Acesso em: 10. dez. 2016.

FALCATO, Jorge; BISPO, Renato. **Design Inclusivo. Acessibilidade e Usabilidade em produtos, serviços e ambientes**. Lisboa: Centro Português de Design, 2006.

FERNANDES, João Candido. (2014). **Metodologia Científica**. Unesp – FEB. Cap. 2 – O Método Científico. Disponível em: <<http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/metodologia/Apostila/CAP02PG.pdf>> Acesso em: 22 ago. 2016.

FERRÉS, M. Sofia Pérez. Design Inclusivo. **Todos nos** – Unicamp. Disponível em: <[http://styx.nied.unicamp.br/todosnos/acessibilidade/textos/design\\_inclusivo.html](http://styx.nied.unicamp.br/todosnos/acessibilidade/textos/design_inclusivo.html)> Acesso em 11 set. 2013.

FIGONI, S. F. Exercise responses and quadriplegia. **Med Sci Sports Exerc**. v. 25 p. 433-41, 1993.

FISIOSTORE. **Apoio Ergonômico para Pés ABS**. Disponível em: <<http://www.fisiostore.com.br/apoio-para-os-pes-ergonomico-abs-multivisao/p>> Acesso em: 14 nov. 2016.

FLECK, Marcelo Pio de Almeida. **O instrumento de avaliação de qualidade de vida da Organização Mundial da Saúde (WHOQOL-100)**: características e perspectivas. Ciênc. saúde coletiva [online]. v.5, n.1, p.33-38, 2000.

FLORES, Cecília; ÁVILA, Rosalío; ESPINOSA, Matilde; CÁRCAMO, Ernesto; GAMBOA, Fernando, GONZÁLEZ, Elvia Luz. **Diseño y usuario: aplicaciones de la ergonomía**. México: Editora Desígnio, 2007.

FONSECA, Bernardo Bastos; AGUILERA, María Victoria Cabrera; Vidal, Mario Cesar Rodríguez. **Conceptual design pattern for ergonomic workplaces**. *Work*, 41, p. 797-803, 2012.

FRONTERA, W. R.; DAWSON, D. M.; SLOVIK, D. M. **Exercício físico e reabilitação**. São Paulo: Artmed, 2003.

GALVÃO FILHO, Teófilo. **A Tecnologia Assistiva: de que se trata?** In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Orgs.). *Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade*. 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, p. 207-235, 2009.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

\_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HALBERTSMA, J. **The ICDH: health problems in a medical and social perspective**. *Disability and Rehabilitation*. v.17, n. 3/4, p. 128-34, 1995.

HALL, Susan. J. **Basic Biomechanics**. 5. ed. Porto Alegre: McGraw Hill, 2006.

HELANDER, Martin. **A guide to human factors and ergonomics**. 2ed. New York: Taylor & Francis Group, 2006.

IBC. Instituto Benjamin Constant. 2005. **Classificação das deficiências**. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/?itemid=396>> Acesso em: 08 abr. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. **Características gerais da população, região e pessoas com deficiência**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/Caracteristicas\\_Gerais\\_Religiao\\_Deficiencia/caracteristicas\\_religiao\\_deficiencia.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Caracteristicas_Gerais_Religiao_Deficiencia/caracteristicas_religiao_deficiencia.pdf)> Acesso em 11 set. 2013.

IDEO. **HCD - Human Centered Design: kit de ferramentas**. (2009). Disponível em: <<http://www.ideo.com/work/human-centered-design-toolkit/>> Acesso em: 08 jun. 2016.

IEA. International Ergonomics Association (2016). **What is Ergonomics?** Disponível em: <<http://www.iea.cc/>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

IIDA I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

\_\_\_\_\_. **Ergonomia: projeto e produção**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

IIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia: projeto e produção**. 3.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2016.

INPI — Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Busca de patentes**. Disponível em: < <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/informacao/busca-de-patentes>> Acesso em: 10 dez. 2014.

INTERNATIONAL ALLIANCE OF ASSISTIVE TECHNOLOGY INFORMATION PROVIDERS. **Memorandum**. Disponível em: <<http://www.ati-alliance.net/>> Acesso em: Acesso em: 08 jul. 2016.

ISO. International Organization for Standardization. **Standards** .Disponível em: <<http://www.iso.org/iso/home/standards.htm>.> Acesso em: 17 jun. 2016.

ISO 9999. (2002). **Technical aids for persons with disabilities: Classification and terminology**. Disponível em: < [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=33150](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=33150)> Acesso em: 16 jul. 2016.

\_\_\_\_\_. (2007). **Produtos de apoio às pessoas com deficiência: classificação e terminologia**. Disponível em: <<http://www.ifap.ru/ictdis/iso001.pdf> > Acesso em: 12 jul. 2015.

\_\_\_\_\_. (2011). **Assistive products for persons with disability: classification and terminology**. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/50982.html>> Acesso em: 12 jul. 2015.

\_\_\_\_\_. (2016). **Assistive products for persons with disability: classification and terminology**. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/60547.html>> Acesso em 18 dez. 2016.

ITS. Instituto de Tecnologia Social. **Pesquisa Nacional de Tecnologia Assistiva**. GARCÍA, Jesus Carlos Delgado; GALVÃO FILHO, Teófilo Alves. São Paulo: ITS BRASIL/MCTI-SECIS, 2012.

JOHNSON, Michelle J. Recent trends in robot-assisted therapy environments to improve real-life functional performance after stroke. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, vol. 3, p. 3-29, 2006.

JORDAN, Patrick W. **Human for the pleasure of using the product**. Applied ergonomics. vol. 29, n. 1, pp. 25-33. 1998.

- KHAN, Imtiaz Ali. (2012). **Ergonomic Design of Human-CNC Machine Interface**. Disponível em: < <http://www.intechopen.com/books/human-machine-interaction-getting-closer/ergonomic-design-of-human-cnc-machine-interface>> Acesso em: 10 dez. 2016
- KEATES, Simeon; CLARKSON, P. John; HARRISON, Lee-Anne. Towards a Generic Approach for Designing for All Users. **Proceedings of Resna Annual Conference**. Long Beach, CA, pp. 97-99, 1999.
- KEATES, Simeon; CLARKSON, P. John; ROBINSON, Peter. Developing a methodology for the design of accessible interfaces. **Proceedings of the 4th ERCIM Workshop**. Stockholm, p. 1-15, 1998.
- KEATES, Simeon; CLARKSON, P. John; ROBINSON, Peter. Developing a practical inclusive interface design approach. **Interacting with Computers**, v.14, n.4, p.271-299, 2002.
- KENSKI, Vani. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papyrus, 2007.
- KONZ, Stephan A.; JOHNSON, Steven. **Work Design: Industrial Ergonomics**. p. 1-629, 2000.
- KRIPPENDORFF, Klaus. **Design centrado no ser humano: uma necessidade cultural**. Estudos em Design, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p.87 – 98, 2000.
- LATIPAT. **Registro de patentes y marcas**. Disponível em: < <http://www.patentes-y-marcas.com/recursos-patentes/localizador-de-patentes/latipat>> Acesso em: 10 dez. 2014.
- LEAL, Flávia de Jesus; COUTO, Renata Cardoso; SILVA, Taciana Pimentel da; TENÓRIO, Vanessa de Oliveira. Fisioterapia vascular no tratamento da doença venosa crônica. **Jornal Vascular Brasileiro**. v. 14, n. 3, p. 224-230, 2015.
- LIANZA Sergio; CASALIS, Maria Eugenia Pepe; GREVE, Julia M.D.; EICHBERG, R. **A lesão medular**. In: Lianza S (Org.). Medicina de Reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- LINDEN, Júlio Van Der. **Ergonomia e Design: prazer, conforto e risco no uso de produtos**. Porto Alegre: Uniritter, 2007.
- LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- MALDONADO, T. **Design Industrial**. Lisboa: Ed. 70, 1991
- MANUAL DE APLICAÇÃO DA NORMA REGULAMENTADORA Nº 17. **NR-17**. 2 ed. Brasília: MTE, SIT, 2002.

- MANZINI, E. J. **Tecnologia assistiva para educação: recursos pedagógicos adaptados.** In: Ensaios pedagógicos: construindo escolas inclusivas. Brasília: SEESP/MEC, 2005.
- MARINHO, P. **A Pesquisa em Ciências Humanas.** São Paulo: Vozes, 1980.
- MASCHIO, Michael. **Abordagem Fisioterapêutica em\_Paciente com Traumatismo Raquimedular:** Relato de Caso. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/artigo-sobre-traumatismo-raquimedular-doc-a26166.html>> Acesso em: 21 ago.2010
- MCNALLY, M.A.; COOKE, E.A.; MOLLAN, R.A. **The effect of active movement of the foot on venous blood flow after total hip replacement.** J Bone Joint Surg Am 79: 1198-201, 1997.
- MEDEIROS, Ivan Luiz de; BROGIN, Bruna; MERINO, Eugenio Andrés Dias; BRAVIANO, Gilson; BATISTA, Vilson. Avaliação ergonômica do desconforto muscular causado pelo uso de cadeira de rodas. **Human Factors in Design**, v.4, n.8, p. 95-111, 2015.
- MEDOLA, Fausto Orsi. Projeto Conceitual e protótipo de uma cadeira de rodas servo-assistida. **Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo**, Programa de Pós Graduação Interunidades em Bioengenharia – EESC/FMRP/IQSC, 2013.
- MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. Metodologia para Prática Projetual do Design: com base no projeto centrado no usuário e com ênfase no design universal. 2014. 1 v. **Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina**, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2014.
- MANFIO, Eliane Fatima. Estudo de Parâmetro Antropométricos do Pé Humano Orientado para a Indústria Calçadista Brasileira. **[Tese de Doutorado]. Santa Maria: UFSM, 2001.**
- MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E CIDADANIA. Secretaria Especial de Direitos Humanos. **Pessoa com Deficiência.** Legislação. Disponível em: <<http://www.sdh.gov.br/assuntos/pessoa-com-deficiencia/legislacao>> Acesso em: 12 jul. 2016.
- MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI. **L'alimentazione nell'Italia Antica.** Disponível em: <<http://www.beniculturali.it/mibac/multimedia/MiBAC/minisiti/alimentazione/foto/big/131.jpg>> Acesso em: 01 ago. 2016
- MISHRA, Ashok Kumar; GUPTA, Ragini. **Disability index: a measure of deprivation among the disabled.** Economic and Political Weekly, 2006,41: 4026-4029.
- MONT'ALVÃO, Claudia; DAMAZIO, Vera. **Design, Ergonomia e Emoção.** Rio de Janeiro: Mauad X, 2008.

- MOORE, Keith L.; DALLEY, Arthur F.; WERNECK, H. **Anatomia orientada para a clínica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- MORAES, Anamaria; FRISONI, Bianka Cappucci (Eds.). **Ergodesign: produtos e processos**. Rio de Janeiro: 2AB, 2001.
- MORAES, Anamaria; MON'ALVÃO, Claudia. **Ergonomia, conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: 2AB, 1998.
- MORRIS, Richard. **Fundamentos de design de produto**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- MOURA, Elcinete W.; SILVA, Priscila A.C. **Aspectos Clínicos e Práticos da Reabilitação**. Porto Alegre: ArtMed Artes Médicas, 2005.
- MOZOTA, Brigitte B. de; KLÖPSCH, Cássia; COSTA, Filipe C. Xavier da. **Gestão do Design: Gestão do Design Usando o Design para Construir Valor de Marca e Inovação Corporativa**. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- MUNIZ, Marcela Vilarim; OLIVEIRA, Igor Ribeiro; FREIRE NETO, Nelson Geraldo. Principais complicações do Traumatismo Raquimedular nos pacientes internados na unidade de neurocirurgia do Hospital de Base do Distrito Federal. **Com. Ciências Saúde**. 2013; 24(4): 321-330. Disponível em: <[http://www.escs.edu.br/pesquisa/revista/2013Vol24\\_4\\_2\\_PrincipaisComplicacoesTraumatismo.pdf](http://www.escs.edu.br/pesquisa/revista/2013Vol24_4_2_PrincipaisComplicacoesTraumatismo.pdf)> Acesso em: 11 abr. 2016.
- NATOUR, Jamil ; RADU, Ari Stiel; APPEL, Fernando ; VASCONCELOS, José Tupinambá Sousa; ASSIS, Marcos Renato de; FREIRE, Marlene; ANTONIO, Silvio Figueira; FERREIRA, Wanda Heloisa Rodrigues. **Coluna vertebral: conhecimentos básicos**. São Paulo: Editora Etcetera, 2004.
- NIELSEN, Jacob. **Usability Engineering**. San Francisco: Morgan Kaufman, 1994.
- NORMAN, Donald A. **Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things**. 1ªed. Nova Iorque: Basic Books, 2004.
- \_\_\_\_\_. **The design of everyday things**. Londres: The MIT Press, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Design Emocional**. Rio de Janeiro: Ed. Rocco, 2004.
- \_\_\_\_\_. **Design emocional: por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2008.
- NORRIS, Beverley; WILSON, John R. **Designing safety into products: making ergonomics evaluation a part of the design process**. Nottingham: Institute for Occupational Ergonomics/University of Nottingham, 1997.
- NORWEGIAN DESIGN COUNCIL. **Innovating with people: the business of inclusive design**, Norsk Designrad, Noruega, 2010

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-17 - Ergonomia**. 2007. Disponível em: <[http://acesso.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://acesso.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf)> Acesso em: 22 jul. 2016.

O'SULLIVAN, Susan B.; SCHMITZ, Thomas J. **Fisioterapia: Avaliação e tratamento**. 4. ed., São Paulo: Manole, 2004.

OLIVEIRA, Aíla Seguin Dias Aguiar de. Acessibilidade Espacial em Centro Cultural: estudo de casos. Florianópolis. **Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação, UFSC**, 2006.

OLIVEIRA, Luiza Maria Borges. **Cartilha do Censo 2010: Pessoas com Deficiência**. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR) / Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD) / Coordenação-Geral do Sistema de Informações sobre a Pessoa com Deficiência; Brasília : SDH-PR/SNPD, 2012.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Pacote de Treinamento em Serviços para Cadeiras de Rodas**. 2012. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78236/48/9789241503471\\_referenc\\_e\\_manual\\_por.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78236/48/9789241503471_referenc_e_manual_por.pdf)> Acesso em: 10 jan. 2017.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Disabilities and rehabilitation**. 2014. Disponível em: <<http://www.who.int/disabilities/en/>> Acesso em: 23 jul. 2015

OSMOND ERGONOMICS. **Ergonomic Foot Rests**. Disponível em: <<https://www.ergonomics.co.uk/ergonomic-foot-rest.html>> Acesso em: 16 nov. 2016.

PADBERG Jr, F.T.; JOHNSTON, M.V.; SISTO, S.A. Structured exercise improves calf muscle pump function in chronic venous insufficiency: a randomized trial. **Journal of Vascular Surgery**. v. 39, p. 79-87, 2004

PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang. **Projeto na Engenharia**. 6 ed., São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento humano para interiores: um livro de consulta e referência para projetos**. Barcelona: G. Gili, 2002.

PARMENTER, Trevor. **The present, past and future of the study of intellectual disability: challenges in developing countries**. Salud Pública de México, vol.50 suppl.2 Cuernavaca Jan. 2008.

PARTSCH H, Rabe E.; STEMMER, R. **Compression Therapy of the Extremities**. Paris: Editions Phlebologique Française, 2000.

PASCHOARELLI, Luis Carlos; CARRIEL, Ivan Ricardo Rodrigues; GANANÇA, Adriana da Silva. Prevenção e reabilitação: conceitos para uma discussão sob o ponto de vista do design ergonômico. In: **Anais do 5º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: produtos, informação, ambiente construído, transporte – 5º Ergodesign**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005. 6p.1 CD-ROM.

PASCHOARELLI, Luis Carlos; SILVA, Carlos Plácido da. Design ergonômico: uma revisão dos seus aspectos metodológicos. **Conexão: Comunicação e Cultura**, UCS, Caxias do Sul, v. 5, n. 10, jul./dez. 2006.

PASCHOARELLI, Luis Carlos; MENEZES, Marizilda dos Santos. (Orgs.). **Design e ergonomia: aspectos tecnológicos** [online]. São Paulo: Ed. UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em: <<http://static.scielo.org/scielobooks/yjxnr/pdf/paschoarelli-9788579830013.pdf>> Acesso em: 14 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. **Design e ergonomia: aspectos tecnológicos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

POLIT, Denise. F.; BECK, Cheryl T.; HUNGLER, Bernadette P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização**. Trad. de Ana Thorell. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

POPPER, Karl.S. **A lógica da pesquisa científica**. 2 ed. São Paulo: Cultrix, 1975.

POTÉRIO FILHO, João. **Pesquisa conclui que uso do salto alto é benéfico**. Disponível em: [http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/setembro2003/ju229pg11b.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/setembro2003/ju229pg11b.html)> Acesso em: 18 dez. 2016.

POSTURAMA. **Apoio para Pés**. Disponível em: <<http://www.posturama.com/acessorios-ergonomicos/apoio-para-pes?PS=15>> Acesso em: 16 nov. 2016.

PREECE, Jennifer; ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen. **Design de interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookmam, 2005.

PUBMED. **US National Library of Medicine National Institutes of Health**. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>> Acesso em: 10 ago. 2016.

PUBLIC LAW **108-364. 108th Congress, oct. 25, 2004**. Disponível em: <<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/STATUTE-118/pdf/STATUTE-118-Pg1707.pdf>> Acesso em: Acesso em: 06 abr. 2015.

REMESAL, Alberto Ferreras; LATONDA, Lourdes Tortosa; MOLINA, Carlos García; POZO, Álvaro Page del. **Ergonomia y discapacidad**. Valência: Instituto de Biomecânica de Valência, 1999.

- ROCHA, Eucenir Fredini; CASTIGLIONI, Maria do Carmo. Reflexões sobre recursos tecnológicos: ajudas técnicas, tecnologia assistiva, tecnologia de assistência e tecnologia de apoio. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**. v. 16, n. 3, p. 97-104, set./dez., 2005.
- RODRIGUES, Adriana Vieira; VIDAL, Wesley Araújo Sampaio; 1, LEMES, Joseane Andréa; GÔNGORA, Carolina Spagnuolo; NEVES, Thalita Correa; SANTOS; Suhaila Mahmoud Smaili; SOUZA, Roger Burgo de. Estudo sobre as características da dor em pacientes com lesão medular. **Revista Acta Fisiátrica**. v. 19, n. 3, p. 171-177, 2012.
- RODRIGUEZ-AÑEZ, Ciro Romelio. A Antropometria e sua Aplicação na Ergonomia. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v. 1, p. 102-108, 2001.
- ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando Antônio; AMARAL, Daniel Capaldo; TOLEDO, José Carlos de; SILVA, Sergio Luis da; ALLIPRANDINI, Dário Henrique; SCALICE, Régis Kovacs. **Gestão de desenvolvimento de produto: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SANTOS, Erik Silva dos. Ergonomia e Acessibilidade: um estudo de caso sobre os problemas potenciais na concepção de sistema de locomoção para atividades diárias na cidade de Manaus. **Projética**. Londrina, v.4, n.1, p. 121-136, Jan./Jun. 2013
- SARTORETTO, Mara Lúcia; BERSCH, Rita. (2014). O que é Tecnologia Assistiva? Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>> Acesso em: 09 jul. 2015.
- SASSAKI, Romeu Kazumi. (1996). **Por que o termo “Tecnologia Assistiva?”** Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br>> Acesso em: 12 jul. 2015.
- SCATOLIM, Roberta Lucas; SANTOS, João Eduardo Guarnetti dos; LANDIM, Paula da Cruz.; FERMINO, Silvia Cristina Mazaro; CARDOZO, Denise Aspects of the National Catalogue of Assistive Technology Products of the Ministry of Science, Technology and Innovation in Brazil: A Survey on the Degree of Knowledge of the Catalog. **Proceedings of the 7th Conference of AHFE – 2016**. p.461-469, 2016.
- SCIELO. **Scientific Electronic Library**. Disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>> Acesso em: 10 ago. 2016.
- SCIENCE DIRECT. **Journal of Physiotherapy**. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/18369553>> Acesso em: 10 ago. 2016.
- SCHIFFERSTEIN, Hendrik N. J.; HEKKERT, Paul (Orgs.). **Product Experience**. Oxford, Inglaterra: Elsevier, 2008.

SCHIRMER Carolina R.; BROWNING, Nádia; BERSCH; Rita; MACHADO, Rosângela. **Atendimento educacional especializado: deficiência física**. São Paulo: MEC/SEESP, 2007.

SCOPEL, Juliana; WEHRMEISTER, Fernando César; OLIVEIRA, Paulo Antonio Barros. LER/DORT na terceira década da reestruturação bancária: novos fatores associados? **Revista de Saúde Pública**. v. 46, n.5, p. 875-885, 2012.

SDH/PR. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República. Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Pessoa com Deficiência (SNPD). **Pessoa com Deficiência – Legislação Federal**; Brasília : SDH-PR/SNPD, 2012.

SECRETARIADO NACIONAL PARA A REABILITAÇÃO E INTEGRAÇÃO DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA. Normas sobre igualdade de oportunidades para pessoas com deficiência. Nações Unidas. Lisboa, **Cadernos SNR** nº 3, 1995. Disponível em: <<http://www.inr.pt/uploads/docs/Edicoes/Cadernos/Caderno003.pdf>> Acesso em: 02 abr. 2016.

SECRETARIADO NACIONAL DE REABILITAÇÃO, MINISTÉRIO DO EMPREGO E DA SEGURANÇA SOCIAL. **Classificação Internacional das Deficiências, Incapacidades e Desvantagens (handicaps)**. Lisboa; 1989.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, José Carlos Plácido da Silva; PASCHOARELLI, Luis Carlos; SILVA, Fernando Moreira. **Design Ergonômico: estudos e aplicações**. Bauru: FAAC - Universidade Estadual Paulista, 2010.

SOCHART, D. H.; HARDINGE, K. The relationship of foot and ankle movements to venous return in the lower limb. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. vol. 81-B, n. 4, p. 700-704, 1999.

SOUSA, Érica Patrícia Dias de; ARAUJO, Osmanda Ferreira de; SOUSA, Carla Luciene de Moraes; MUNIZ, Marcela Vilarim; OLIVEIRA, Igor Ribeiro; FREIRE NETO, Nelson Geraldo. Principais complicações do Traumatismo Raquimedular nos pacientes internados na unidade de neurocirurgia do Hospital de Base do Distrito Federal. **Com. Ciências Saúde**. 24(4): 321-330, 2013.

SANDVIK. **Sandvik's 11-point programme**. The scientific way to develop better hand tools [catalogue]. West Midlands: Sandvik, 1997.

SNPD. Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. (2012). **Legislação**. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/legislacao>> Acesso em: 16 jun. 2016.

SPIRDUSO, Waneen Wyrick. **Dimensões físicas do envelhecimento**. Trad. Paula Bernardi. Rev. Cássio Mascarenhas Robert Pires. Barueri: Manole, 2005.

STANTON, Neville.; YOUNG, Mark. **A guide to methodology in ergonomics: designing for human use**. London: Taylor & Francis, 1999.

STEINFELD, Edward; MAISEL, Jordana; FEATHERS, David; D'SOUZA, Clive. Anthropometry and standards for wheeled mobility: an international comparison. **Assistive Technology**, v.22, n.1, p.51-67, 2010.

STORY, M. Follette. **Maximizing Usability: The principles of universal design**. Assistive Technology. v.10, n.1, p. 4-12, 1988.

STUCKI, Gerold, Ewert, Thomas, Cieza Alarcos. **Value and application of the ICF in rehabilitation medicine**. Disabil Rehabil. v.24, n. 17, p. 32-8, 2002.

THE HUMAN SOLUTION. **Ergonomic Foot Rests**. Disponível em: <<http://www.thehumansolution.com/ergonomic-foot-rests.html>> Acesso em: 16 nov. 2016.

The WHOQOL Group. **The development of the World Health Organization quality of life assessment instrument (WHOQOL)**. In: Orley J, Kuyken W (Ed.). Quality of life assessment: international perspectives. Heidelberg: Springer Verlag; 1994.

\_\_\_\_\_. **The World Health Organization quality of life assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization**. Social Science and Medicine, 1995.

U.S. Department of Education. 2013. **Assistive Technology**. Disponível em: <<http://www2.ed.gov/policy/gen/guid/assistivetech.html>> Acesso em: 29 jun. 2016.

TRIOLA, Mario F. **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.

U.S. Department of Education. **National Institute on Disability and Rehabilitation Research Assistive Technology and Information Technology Use and Need by Persons With Disabilities in the United States**. Washington, D.C., 2005.

U.S. Department of Health and Human Services. Assistive Technology. Administration on Aging. Fact Sheet. 2003. Disponível em: <[http://gero.usc.edu/nrcshhm/resources/fs\\_assitive\\_tech.pdf](http://gero.usc.edu/nrcshhm/resources/fs_assitive_tech.pdf)> Acesso em: 29 jun. 2016.

UNGER, Russ; CHANDLER, Carolyn. **A project guide to UX design: for user experience designers in the field or in the making**. Berkeley: Peachpit Press, 2012.

UNICEF. Fundo das Nações Unidas para a Infância. **Ministério da Saúde realiza, em setembro, a 2ª fase da Campanha Nacional de Vacinação Infantil. 2014**.

Disponível em: <[http://www.unicef.org/brazil/pt/media\\_15482.htm](http://www.unicef.org/brazil/pt/media_15482.htm)> Acesso em: 07 abr. 2016.

VALL, Janaina; BRAGA, Violante Augusta Batista; ALMEIDA, Paulo César de. **Estudo da qualidade de vida em pessoas com lesão medular traumática**. Arq Neuro-Psiquiatr. 64(2b): 451-5, 2006.

VAN DIEËN, Jaap H.; VRIELINK, H.H.E. Evaluation of work-rest schedules with respect to the effects of postural workload in standing work. **Ergonomics**. p. 41-12, 1998.

VIANNA, Denise Loureiro; GREVE, Julia Maria D'Andrea. Relação entre a mobilidade do tornozelo e pé e a magnitude da força vertical de reação do solo. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 10, n. 3, p. 339-345, jul./set. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbfis/v10n3/31954.pdf>> Acesso em: 27 jul. 2016.

VIDAL, Mario Cesar. **Introdução à Ergonomia**. (2000). Apostila do Curso de Especialização em Ergonomia Contemporânea/CESERG. Rio de Janeiro: COPPE/GENTE/UFRJ. Disponível em: <<http://www.ergonomia.ufpr.br/Introducao%20a%20Ergonomia%20Vidal%20CESERG.pdf>> Acesso em: 20 fev. 2016.

VIVER SEM LIMITE . **Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência**. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR) / Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD). SNPD, 2014.

WATKINSON, Matt. **The ten principles behind great customer experience**. UK: Publishing Financial Times, 2013.

WHISTANCE, R.S.; ADAMS, L.P.; VAN GEEMS, B.A.; BRIDGER, R.S.; Postural adaptations to workbench modifications in standing workers. **Journal of Ergonomics**, v. 38, ed. 12, p. 2485-2503, 1995.

WHO. World Health Organization. **Towards a Common Language for Functioning, Disability and Health – ICF**. [WHO/EIP/GPE/CAS/01.3] Genebra, 2002.

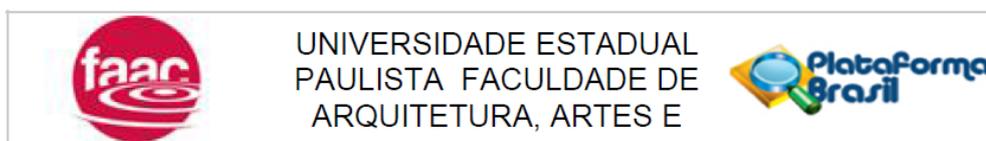
WHO. World Health Organization. **Disabilities and rehabilitation**. Disponível em: <<http://www.who.int/disabilities/en/>> Acesso em: 06 fev. 2016.

WHO. World Health Organization. **Relatório mundial sobre a deficiência**. The World Bank. Trad. Lexicus Serviços Linguísticos. São Paulo: SEDPCD, 2012.

● ANEXOS



## Anexo I – Parecer do CEP - Comitê de Ética em Pesquisas



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** APOIO ELETRÔNICO PARA OS PÉS: UMA OPÇÃO PARA PORTADORES DE LESÃO MEDULAR

**Pesquisador:** ROBERTA LUCAS SCATOLIM

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 37904714.0.0000.5663

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.092.399

**Data da Relatoria:** 28/05/2015

#### Apresentação do Projeto:

O projeto aborda um tema relevante e atual, ao propor o desenvolvimento e avaliação de um dispositivo de tecnologia assistiva, cujo principal objetivo é reduzir os problemas de circulação decorrentes do uso prolongado de cadeira de rodas. O projeto é bem fundamentado e tem os objetivos justificados, os materiais e métodos descritos de forma satisfatória, podendo-se compreender de que forma se conduzirão os procedimentos do estudo.

#### Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos são bem apresentados e justificam-se pela relevância do tema e do problema, conforme apresentados na fundamentação teórica do projeto. Foi incluído também dentre os objetivos a avaliação da influência do uso do apoio eletrônico para os pés na circulação sanguínea, conforme sugerido, uma vez que este procedimento é proposto nos métodos.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os benefícios do projeto decorrem do potencial de inovação de um dispositivo que minimize os problemas de circulação nos membros inferiores decorrentes do uso prolongado de cadeira de rodas. Os procedimentos de coleta de dados informacionais (questões) não envolvem riscos. Os procedimentos do teste do dispositivo envolvem a avaliação da circulação sanguínea antes e após o uso do apoio eletrônico dos pés. Os benefícios e riscos são considerados tanto no TCLE quanto

**Endereço:** Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01  
**Bairro:** VARGEM LIMPA **CEP:** 17.033-360  
**UF:** SP **Município:** BAURU  
**Telefone:** (14)3103-6055 **E-mail:** sta@faac.unesp.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL  
PAULISTA FACULDADE DE  
ARQUITETURA, ARTES E



Continuação do Parecer: 1.092.399

no projeto, e também são apresentados os critérios de exclusão do estudo.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

De forma geral, o projeto está bem apresentado, e demonstra uma preocupação em beneficiar a população de usuários de cadeira de rodas ao estudar os problemas de circulação dos membros inferiores e, a partir destas informações, propor uma nova solução para estes problemas. O projeto é pautado no Design Inclusivo, e tem potencial para gerar benefícios importantes aos usuários de cadeira de rodas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresenta, com linguagem adequada, os objetivos e justificativa do projeto, bem como os possíveis benefícios e riscos aos participantes.

**Recomendações:**

Nenhuma

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Em vista das adequações do projeto feitas pelo autor, principalmente com relação à inclusão dos critérios de exclusão no projeto, bem como os ajustes necessários feitos no TCLE, sou de parecer favorável à aprovação do projeto.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Considerando o parecer do relator, acatamos a decisão.

BAURU, 03 de Junho de 2015

---

**Assinado por:**  
**Luis Carlos Paschoarelli**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01  
**Bairro:** VARGEM LIMPA **CEP:** 17.033-360  
**UF:** SP **Município:** BAURU  
**Telefone:** (14)3103-6055 **E-mail:** sta@faac.unesp.br

## Anexo II – TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação.  
Programa de Pós-Graduação em Design  
APOIO ELETRÔNICO PARA OS PÉS: UMA OPÇÃO PARA PORTADORES DE  
LESÃO MEDULAR – UMA CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) CONFORME A RESOLUÇÃO 466/2012

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: APOIO ELETRÔNICO PARA OS PÉS: UMA OPÇÃO PARA PORTADORES DE LESÃO MEDULAR – UMA CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN. Ao final da leitura e das explicações, caso você concorde em participar da pesquisa, por favor assine no local determinado, e rubrique nas demais folhas

O motivo que nos leva a estudar circulação sanguínea é avaliar as consequências do sedentarismo nos cadeirantes. Tais dados contribuirão para a criação e aplicação de um aparelho eletrônico de apoio para os pés, para diminuir o problema da circulação sanguínea dos portadores de Paraplegia. A pesquisa se justifica, pois de acordo com os dados do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no Censo Demográfico 2010, entre as pessoas que declararam ter alguma deficiência, a motora apareceu como a segunda mais relatada, 13,2 milhões afirmou ter algum grau do problema, ou 7% dos brasileiros. O objetivo desse projeto é pesquisar e desenvolver um apoio eletrônico para os pés com movimentos controlados, para proporcionar conforto, corrigir a postura sentada, evitar dores lombares e nas costas, e melhorar a circulação sanguínea nos pés e nas pernas. O sedentarismo do cadeirante traz consequências como: escaras (feridas na pele); trombose, devido à má circulação sanguínea; lordose e escoliose, devido à má postura na coluna vertebral; infecção urinária, por causa da retenção da urina; mau funcionamento do intestino; osteoporose, devido à perda de cálcio, os ossos tornam-se fracos, além das consequências psíquicas, como a depressão, sobretudo quando o cadeirante não nasceu com o problema.

Para a coleta de dados serão utilizados: planilhas para coleta de dados dos cadeirantes, contendo perguntas abertas e fechadas; câmera de filmagem; câmera fotográfica. Serão aplicados os equipamentos de medição da pressão arterial (antes do teste) por um(a) Enfermeiro(a) e da técnica de Pletismografia de água, que consiste na avaliação da volumetria por deslocamento de água para avaliar a

circulação sanguínea antes e depois do teste com o equipamento apoio eletrônico para os pés, por 60 minutos.

Existe um desconforto e risco mínimo para você que vais se submeter à pesquisa, para confirmar a eficiência do apoio eletrônico com movimentos controlados para os pés. Os riscos são mínimos, já que não se trata de uma técnica invasiva, e o desconforto volta-se a disponibilidade de tempo que você deverá ter, pois a pesquisa total, entre a coleta de dados e o teste com o aparelho terá em média noventa minutos, sendo que se justifica pelo benefício que este equipamento poderá trazer à saúde, melhorando a qualidade de vida dos portadores de deficiências que são afetados pela má circulação.

Caso apresente alteração da pressão arterial, por cautela, não o(a) avaliaremos. Após a aplicação do teste, caso apresente má circulação sanguínea severa, sugeriremos que procure por um profissional para resolver o problema para o tratamento adequado. Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa serão enviados para você e permanecerão confidenciais. Os dados que indicam a sua participação não serão liberados sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada na UNESP, FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Seção Técnica Acadêmica Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Vargem Limpa - Bauru/SP e outra será fornecida a você.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Caso você sofra algum dano decorrente dessa pesquisa, não existe compensação. Você será esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador

Este TCLE atende as determinações da **Resolução 466/2012**.

**Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu**  
\_\_\_\_\_, **estou**

de acordo em participar desta pesquisa, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

Jaboticabal \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de 2016

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante                      Assinatura do responsável pela pesquisa

**DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE OU DO RESPONSÁVEL PELO PARTICIPANTE:**

Eu, \_\_\_\_\_ fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. O professor orientador JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS e a professora co-orientadora PAULA DA CRUZ LANDIM certificaram-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais.

Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei chamar a estudante ROBERTA LUCAS SCATOLIM o professor orientador JOÃO EDUARDO GUARNETTI DOS SANTOS ou a professora co-orientadora PAULA DA CRUZ LANDIM no telefone (14) 3103-6055 ou o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação CEP-FAAC - UNESP - Câmpus de Bauru. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Vargem Limpa - Bauru/SP.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Participante	/ / Data
Roberta Lucas Scatolim	Assinatura do Pesquisador	/ / Data

**OBS: O TCLE DEVERÁ ESTÁR ASSINADO E RUBRICADO EM TODAS AS PÁGINAS PELO RESPONÁVEL PELA PESQUISA QUANDO FOR ENTREGUE PARA SUBMISSÃO DO CEP E TAMBÉM AOS PARTICIPANTES. OS PARTICIPANTES TAMBÉM DEVERÃO RUBRICAR EM TODAS AS PÁGINAS NO TCLE QUE FICARÁ EM PODER DO PESQUISADOR.**

## Anexo III – A pesquisa e a coleta de dados aplicada no teste com o equipamento



UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
 FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação.  
 Programa de Pós-Graduação em Design  
 APOIO ELETRÔNICO PARA OS PÉS: UMA OPÇÃO PARA PORTADORES DE  
 LESÃO MEDULAR – UMA CONTRIBUIÇÃO DO DESIGN

### Pesquisa e Coleta de Dados com o Equipamento

- 1- Nome \_\_\_\_\_
- 2- Idade: \_\_\_\_\_ anos
- 3- Gênero: Feminino ( ) Masculino ( )
- 4- Tempo que é cadeirante? \_\_\_\_\_
- 5- Nasceu com a deficiência? Sim ( ) Não ( )
- 6- Pratica algum esporte? Sim ( ) Não ( )
- 7- Faz fisioterapia? Sim ( ) Não ( )
- 8- Os pés possuem edemas (aumentam o volume)? Sim ( ) Não ( )

### Teste com o aparelho

Pressão arterial (antes do teste): \_\_\_\_/\_\_\_\_ mmHg

Pressão arterial (após o teste): \_\_\_\_/\_\_\_\_ mmHg

Volume de água deslocado durante o teste com o equipamento:

#### ANTES

Membro direito \_\_\_\_\_ ml      Membro esquerdo \_\_\_\_\_ ml

#### APÓS

Membro direito \_\_\_\_\_ ml      Membro esquerdo \_\_\_\_\_ ml

## Anexo IV- Carta de autorização da Unidade Olhos da Alma

Jaboticabal, 21 de novembro de 2016.

### DECLARAÇÃO DE CONCORDÂNCIA

Venho por meio dessa consentir a aplicação da Pesquisa Experimental da tese **Apoio eletrônico para os pés: uma opção para portadores de lesão medular**, na Entidade **Olhos da Alma**, de Jaboticabal, SP., cuja aluna Roberta Lucas Scatolim, orientada pelo Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos, apresentará os dados ao do Programa de Pós-graduação em Design da FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, da UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para a obtenção do título de Doutorado em Design.

---

**Gislene Maria de Castro Martins Duarte**  
*Presidente*  
Olhos da Alma

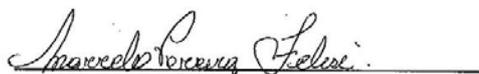
**Olhos da Alma**  
Rua Maestro Grossi Nova Jaboticabal  
Jaboticabal – SP. CEP 14890-026  
Telefone: (16) 3202-5349  
<http://www.olhosdaalma.com.br>

## Anexo V – Declaração do enfermeiro colaborador

Jaboticabal, 05 de dezembro de 2016.

### DECLARAÇÃO DE COLABORAÇÃO

Declaro para os devidos fins que colaborei como Enfermeiro, aferindo a pressão arterial dos sujeitos da Pesquisa Experimental da tese **Apoio eletrônico para os pés: uma opção para portadores de lesão medular**, da aluna Roberta Lucas Scatolim, do Programa de Pós-graduação em Design da FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, da UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".



**MARCELO PEREIRA FÉLIX**  
*Enfermeiro*  
Conselho Regional de Enfermagem de São Paulo  
COREN/SP 317384



## Anexo VI- A patente do protótipo desenvolvido



15/09/2016 870160051704  
11:11



### Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2016 021268 5

#### Dados do Depositante (71)

---

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA  
FILHO

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 48031918000124

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: Rua Quirino de Andrade, 215

Cidade: São Paulo

Estado: SP

CEP: 01049-010

País: Brasil

Telefone: 11 56270217

Fax: 11 56270103

Email: auin@unesp.br

### Dados do Pedido

---

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): APOIO PARA PÉS COM MOVIMENTAÇÃO ELETRÔNICA

Resumo: É descrita a invenção de um dispositivo que consiste em um apoio para os pés com movimentação eletrônica, o qual realiza movimentos involuntários por meio de um par de plataformas móveis (30) dispostas adjacentes e movimentadas por uma unidade motora (M) que aciona um eixo (20) através de um conjunto de polias (50 e 50') movimentadas por uma correia (60) que transfere energia para uma biela (70), com ajuste de velocidade e de repouso das plataformas (30) ajustados em um potenciômetro (não apresentado) e um temporizador (não apresentado).

Figura a publicar: 5

### Dados do Procurador

---

Procurador:

Nome ou Razão Social: Fabíola de Moraes Spiandorello

Numero OAB: 244141SP

Numero API:

CPF/CNPJ:

Endereço: Rua Faustina Barbosa Stackfleth, 149, Parque Centenário

Cidade: Jundiaí

Estado: SP

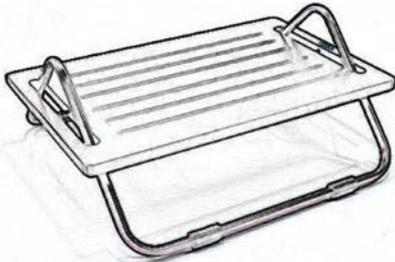
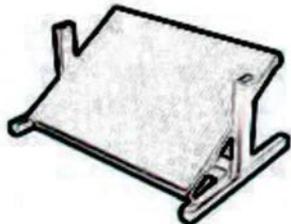
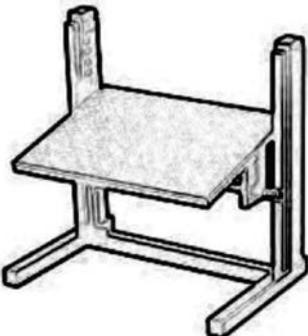
CEP: 13214-773

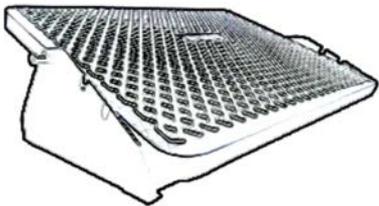
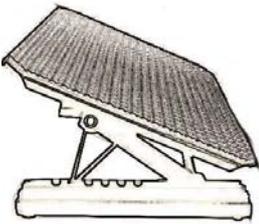
Telefone:

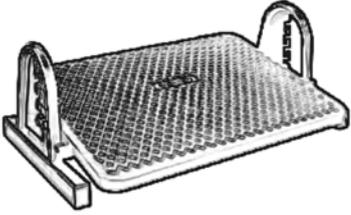
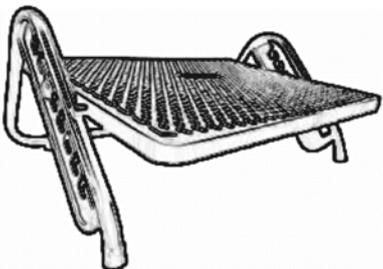
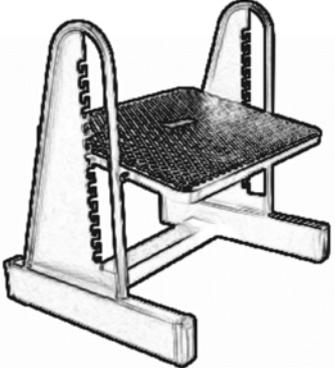
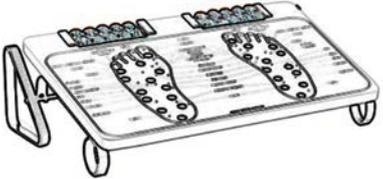
Fax:

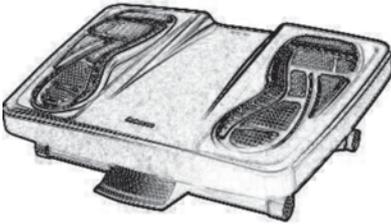
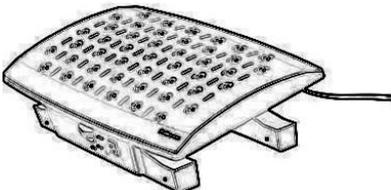
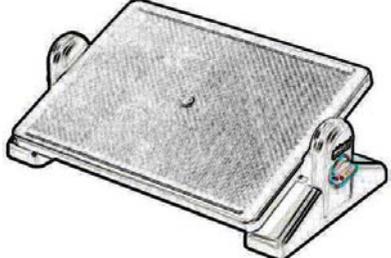
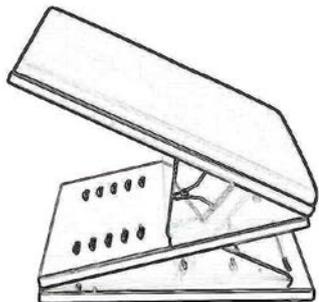
Email: spianfm@terra.com.br

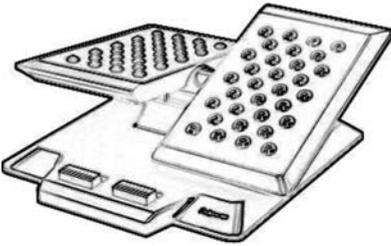
## Anexo VII- Modelos e características de alguns apoios para os pés.

	MODELO	MEDIDAS	CARACTERÍSTICAS
1		<p>Altura: 190 mm            Largura: 420 mm            Profundidade: 405 mm            Dimensões da plataforma:            Largura total 470 mm            Largura útil para os pés: 390 mm            Profundidade 3050 mm.            Altura única média da plataforma em relação ao piso: 130 mm            Peso: 2,2 kg            Suporta até: 20 kg</p>	<p>Plataforma de MDF com ranhuras e tinta ante derrapante. Estrutura de aço tubular, forjado e pintado por epóxi.</p>
2		<p>Largura total da plataforma 450 mm Profundidade 300 mm            Altura máxima 240 mm            Dimensões da plataforma 400 mm x 300 mm.            Alturas em relação ao piso: Máxima 200 mm / Mínima 70 mm.            Peso: 3,5 Kg</p>	<p>Modelo com plataforma em aço e regulagem com 8 alturas.            Feito em tubos de aço quadrado e chapas em aço SAE 1010/1020. Plataforma revestida com tapete de EVA arroz com 2 mm de espessura. Fosfatizado e pintura automotiva epóxi . Movimento livre rotacional com batente que limita ângulo máximo de 30°.</p>
3		<p>Plataforma: 400 mm x 300 mm.            Dimensões totais externas:            Profundidade 320 mm            Largura 470 mm            Altura 460 mm            Altura máxima da plataforma em relação ao piso: 410 mm            Altura mínima em relação ao piso: 95 mm            Alturas medidas no eixo: 50 mm em relação à aresta posterior da plataforma de 300 mm</p>	<p>Plataforma fixa, com tapete de EVA tipo arroz e inclinação de 15 °. Modelo de aço com ajuste de 16 alturas Feito em aço SAE 1010/1020 , com todas as partes fixas, com exceção da regulagem das alturas.</p>
4		<p>Dimensões: 370 mm x 290 mm            Ângulo da plataforma: entre 11° até 22° graus em relação ao eixo horizontal</p>	<p>Base e estrutura em chapa de aço SAE 1010/1020. Utiliza o aro da cadeira como suporte mecânico. A regulagem da altura do apoio para os pés é através da altura dos aros.</p>

5		<p>Modelo com chapa de aço com 19 mm Dimensões: 420x300mm Regulagem de Altura: 60, 80 e 100 mm Capacidade de carga: 50 kg Peso: 3 Kg</p>	<p>Fosfatizado e pintura epóxi Plataforma revestida com tapete de borracha com 2 mm de espessura. Materiais: poliestireno (plástico), aglomerado ou MDF, e tubos de aço quadrado SAE 010/1020. Movimento rotacional A regulagem de altura através de toque dos dedos sob a plataforma. Apoio antiderrapante. As duas laterais possuem 1 pino de aço com cabeça em cada uma, para encaixe.</p>
6		<p>Dimensões principais: Largura total da plataforma: 488 mm Largura útil da plataforma: 400 mm Profundidade da plataforma: 300 mm Altura da plataforma em relação ao piso com a plataforma em posição horizontal: 13 cm Profundidade total do suporte tubular em contato com o piso: 40 cm Largura do conjunto: 48 cm</p>	<p>Modelo em plástico ABS com estrutura metálica e tubos de aço desmontáveis e zincados. Inclinação ajustável</p>
7		<p>Regulagem de altura contínua executada com os pés dos usuários de 6 a 14 cm em relação ao piso, através de roldana central.</p>	<p>Modelo injetado em polipropileno com semiesferas massageadoras.</p>
8		<p>Dimensões da plataforma Profundidade: 300 mm Largura: 480 mm Altura: 30 mm Diâmetro da estrutura: 10 mm</p>	<p>Modelo com estrutura em aço SAE 1020, com pintura eletrostática na cor preta. Plataforma injetada em Polipropileno com semiesferas massageadoras.</p>
9		<p>Plataforma com 2 mm de espessura. Altura: 120/140/160/180/200 mm Largura: 400 mm Profundidade: 300 mm Peso do produto: 5,5 kg Suporta até: 25 kg</p>	<p>Estrutura: Giratória em aço quadrado e chapa de aço SAE 1010/1020. Plataforma: em aço Revestido com tapete de EVA arroz.</p>

<p>10</p>		<p>Dimensões do cavalete: Comprimento 405mm; Largura 305mm; Altura 20mm. Possibilita quatro posições de altura: 70mm, 95mm, 120mm e 145mm, sem de parafusos, apenas com o encaixe dos pinos. Capacidade de carga: 30kg Peso: 4 kg</p>	<p>Modelo com abas dobradas formando uma peça rígida e resistente. O movimento do apoio possui inclinação de 30°. Cavalete em estrutura tubular com colunas inclinadas dos dois lados, com 4 posições de encaixes, confeccionado em aço tubular 5/8" com parede de 1.5mm.</p>
<p>11</p>		<p>Dimensões do cavalete: Largura 460mm; Profundidade 330mm; Altura 210mm. Dimensões da bandeja: Comprimento 405mm; Largura 305mm; Altura 20mm. Capacidade de carga: 30kg Peso: 3,5 kg</p>	<p>Bandeja em chapa de aço com espessura de 1,5 mm com abas dobradas formando uma peça rígida e com movimento de inclinação máxima de 30°. Cavalete em estrutura tubular: com colunas inclinadas dos dois lados, 8 posições de encaixes, feito em aço tubular 5/8" com parede de 1.5mm. Possibilita a regulagem em 8 posições, de 50mm a 170m sem utilização de parafusos.</p>
<p>12</p>		<p>Dimensões: Largura 460mm; Profundidade 390mm; Altura 470mm Capacidade de carga: 30kg Peso: 7,2 kg</p>	<p>Modelo tubular com colunas inclinadas dos dois lados e mecanismo de elevação e balanço em 14 posições de altura, de 110mm a 400mm), encaixes sem uso de parafusos. Bandeja em chapa de aço com 12mm formando uma peça rígida, e duas laterais com 1 pino de aço com cabeça para encaixar na cremalheira, com inclinação máxima de 30°. A superfície possui revestimento antiderrapante.</p>
<p>13</p>		<p>Plataforma: 450 x 300 mm, - Altura frente: 70 mm - Regulagem de inclinação: três níveis de altura: 70 / 130 / 155 mm</p>	<p>Plataforma em MDF, com estrutura em aço e apoios emborrachados (antiderrapante). As bases que ficam em contato com o chão são revestidas com material antiderrapante. O Modelo possui esferas</p>

			em madeira com rotação frontal em 360° e 26 pastilhas magnéticas.
14		Dimensões Altura: 130 mm Profundidade: 336 mm Largura: 453 mm	Modelo com superfície de borracha e texturas. O ajuste de altura possui três níveis até 25° graus de inclinação. Dimensões: 5,12 "H 17.87 " W x 13.25 " D
15		Dimensões Altura: 140 mm Largura: 419 mm Profundidade: 250 mm	Modelo com controle de temperatura em três ajustes, com duas configurações de calor e um de ventilador. Possui a função de desligar automático após 8 horas de uso contínuo, para evitar o superaquecimento e melhorar a segurança. Funciona apenas a 250 watts.
16		Dimensões Largura 450 mm Altura 430 mm Profundidade 390 mm Peso 6500 gr Faixa ajustável 4-30 cm	Modelo com camada antiderrapante e um botão de ajuste da altura pelo próprio pé do usuário. A inclinação da superfície do suporte pode ser ajustada de 5° para 15°.
17		Tamanho: Largura 475mm Profundidade 305mm Altura 144mm	Modelo fabricado em resina ABS. O usuário pode ajustar a inclinação de 0° a 20°.
18		Dimensões da plataforma Largura: 450 mm Altura: 300 mm	Modelo com ajuste de altura de 0° a 36°. Fabricado em aço e espuma.

<p>19</p>		<p>Dimensões: Largura 490 mm Profundidade 370 mm Altura 370 mm</p>	<p>Modelo com altura e ângulo ajustáveis, revestido tubos de aço e enchimento de espuma com couro. Possui um suporte superior para elevação dos pés.</p>
<p>20</p>		<p>Dimensões Altura 111 mm Profundidade 413 mm Largura 413 mm</p>	<p>Modelo com recursos de movimentação dupla dos pés, com plataformas independentes, produzidas em material plástico. Possui inclinação até 22°, com apenas o toque de um botão e textura em círculos.</p>