

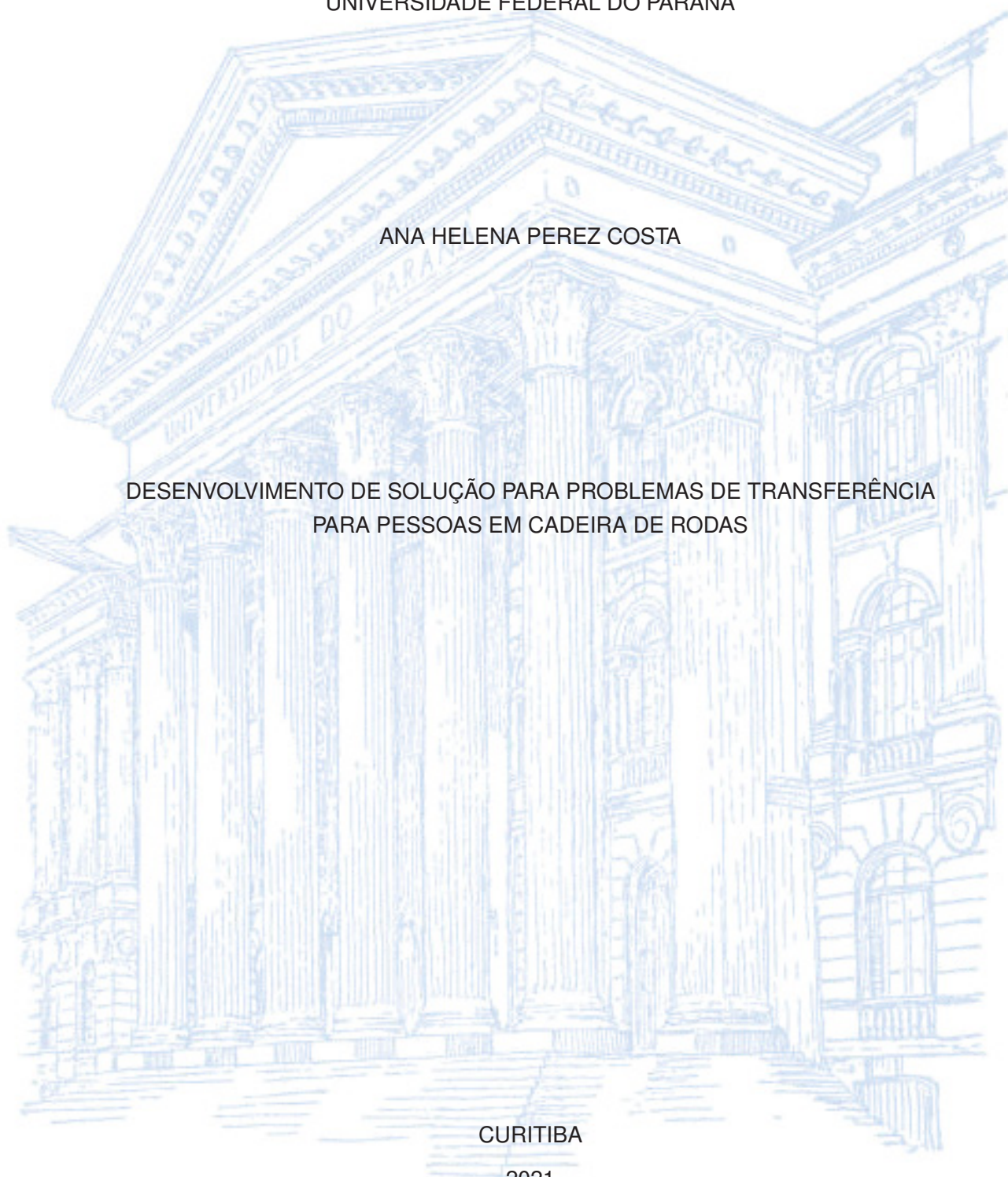
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA HELENA PEREZ COSTA

DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÃO PARA PROBLEMAS DE TRANSFERÊNCIA
PARA PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS

CURITIBA

2021



ANA HELENA PEREZ COSTA

DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÃO PARA PROBLEMAS DE TRANSFERÊNCIA
PARA PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Mecânica pelo Programa de Pós Graduação
em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia
da Universidade Federal do Paraná, na linha de
pesquisa em Engenharia de Produto e Acústica.

Orientadora: Profª Drª Maria Lúcia Leite Ribeiro
Okimoto

CURITIBA

2021

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

C837d Costa, Ana Helena Perez
Desenvolvimento de solução para problemas de transferência para pessoas em cadeira de rodas
[Recurso eletrônico] / Ana Helena Perez Costa. – Curitiba, 2021.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2021.

Orientadora: Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto.

1. Cadeiras de rodas. 2. Pessoas com deficiência física - Orientação e mobilidade. 3. Projeto de acessibilidade. I. Universidade Federal do Paraná. II. Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro. III. Título.

CDD: 362.40483

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
MECÂNICA - 40001016040P5

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA MECÂNICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ANA HELENA PEREZ COSTA** intitulada: **DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÃO PARA PROBLEMAS DE TRANSFERÊNCIA PARA PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS**, sob orientação da Profa. Dra. MARIA LUCIA LEITE RIBEIRO OKIMOTO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 03 de Agosto de 2021.

Assinatura Eletrônica

04/08/2021 10:04:40.0

MARIA LUCIA LEITE RIBEIRO OKIMOTO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

05/10/2021 10:32:07.0

LUIS CARLOS PASCHOARELLI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE EST. PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO)

Assinatura Eletrônica

23/09/2021 20:06:02.0

CARLOS ALBERTO COSTA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL)

Centro Politécnico - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 81531980 - Tel: 41 3361-3701 - E-mail: pgmec@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 104536

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 104536

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas cujas colaborações permitiram a execução deste trabalho.

À minha família por todo o apoio e incentivo que permitiu a realização e conclusão deste trabalho.

À minha orientadora, Prof^a Maria Lúcia, pelo apoio e orientação que transformaram um ninho de ideias em um caminho.

Aos membros das bancas de qualificação e defesa, cujas contribuições valiosas serviram para elevar a qualidade deste trabalho.

A todas as pessoas em cadeira de rodas que aceitaram participar da pesquisa e contribuíram significativamente para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos colegas do laboratório de Ergonomia e Usabilidade da UFPR pelas sugestões, esclarecimentos e conversas essenciais para o desenvolvimento do trabalho. Em especial à Isabella Sierra e Vinícius Ritter pela participação e ideias em tantas etapas do projeto.

Aos amigos, cujas experiências e conhecimentos diversos contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Hospital de Reabilitação de Curitiba, na pessoa do Irajá de Brito Vaz, que aceitou ser parceiro nesta pesquisa com assistência inigualável.

À Associação dos Deficientes Físicos do Paraná - ADFP, em nome da Fátima, por terem me recebido e permitido a realização de etapas da pesquisa em seu espaço.

Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFPR e todos seus funcionários, professores e alunos.

Ao Instituto Mara Gabrilli, nas pessoas da Cida e Rogéria, por terem me recebido, debatido, auxiliado e me mostrado a realidade de tantas pessoas com deficiência no Brasil.

À CAPES pelo aporte para a pesquisa por meio da bolsa de mestrado.

RESUMO

Pessoas em cadeira de rodas encontram dificuldades sucessivas para participar da sociedade e realizar suas atividades de vida diária: quedas, transferências, arquitetura e barreiras psicossociais. Entre elas, a transferência, apesar de ser uma das tarefas mais importantes, é limitada pela possibilidade de queda, risco de lesão, tipo de deficiência e condições físicas do local (altura do assento, presença de obstáculos e espaço para aproximação da cadeira de rodas). Portanto, esta pesquisa objetiva desenvolver um produto para facilitar a tarefa da transferência para pessoas em cadeira de rodas. Para isso, utilizou-se o método *Design Science Research* para o desenvolvimento do produto. Além disso, este trabalho insere ferramentas do design centrado no usuário dentro do método para desenvolver um produto inovador que seja bem aceito e evite uma taxa de abandono alta. A pesquisa foi desenvolvida em parceria com o Hospital de Reabilitação de Curitiba. Com isso, realizou-se um questionário com pessoas em cadeira de rodas, que obteve 127 respostas, destacando dificuldades associadas às quedas e transferências. Nele, encontrou-se que 59,8% das pessoas deixam de realizar atividades por medo de quedas e por uma necessidade de transferir. Em seguida, foram realizadas entrevistas com 13 pessoas, onde se destacaram as maiores dificuldades com a cadeira de rodas. Com um grupo focal, levantou-se os requisitos do produto: ser resistente, estável, de uso independente pelo usuário e com dimensões, custo e peso mínimos. Realizou-se, ainda, uma pesquisa de similares comparando os produtos de auxílio à transferência por meio de uma análise sincrônica. Nela, percebeu-se que nenhum produto atende a todos os requisitos abordados pelos usuários. Realizou-se, então, um brainstorming entre uma equipe de projeto para levantar alternativas de solução. Com uma solução proposta, foi realizado um novo grupo focal para avaliar e propor modificações. Com as alterações realizadas: a inclusão de apoios de braço e pés, possibilidade de inclinação do encosto e mudança no material do assento, foi iniciado o projeto mecânico da estrutura. Assim, fez-se uma representação gráfica 3D do produto utilizada para realizar uma avaliação por meio de uma simulação ergonômica usando a ferramenta RULA e um questionário de usabilidade. Com isso, obteve-se um produto de auxílio à transferência cujos resultados preliminares mostram satisfação dos usuários e possibilidade de melhora na qualidade de vida. Discutiu-se, então, os principais resultados obtidos na pesquisa: a dificuldade na seleção de participantes, a comparação entre os dados encontrados e a literatura, as formas utilizadas para atender às diversas deficiências em um mesmo produto e a efetividade do método e suas alterações no desenvolvimento de produto. Por fim, foi realizada uma análise da pesquisa quanto ao cumprimento dos objetivos propostos e as limitações da pesquisa.

Palavras-chaves: cadeira de rodas. tecnologia assistiva. desenvolvimento de produto. transferência. design science research. design centrado no usuário.

ABSTRACT

People in wheelchairs face several difficulties to participate in society and carry out their daily activities: falls, transfers, architecture and psychosocial barriers. Among them, transfers, despite being one of the most important tasks, is limited by factors such as the possibility of falling, risk of injury, type of disability and physical conditions of the location (seat height, presence of obstacles and suficiente space to approach the wheelchair). Therefore, this research aims to develop a product to facilitate the transfer task for wheelchair users. For this, the Design Science Research method was applied for the product development. In addition, this work inserts user-centered design tools within the method to develop an innovative product that is well accepted by potential users and to avoid a high abandonment rate. Research was developed in partnership with the Rehabilitation Hospital in Curitiba. Thus, a questionnaire was carried out with wheelchair users, which obtained 127 responses, highlighting difficulties associated with falls and transfers. It found that 59.8% of people avoid activities for fear of falling and because of a need to transfer. Then, interviews were conducted with 13 people, which highlighted the greatest difficulties with a wheelchair. With a focus group, the product's requirements were raised: to be resistant, stable, for independent use by the user and with minimal dimensions, cost and weight. A search for similar products was also carried out, comparing the transfer aid products through a synchronic analysis. In it, it was noticed that none of the products found meets all the requirements addressed by users. Then, a brainstorming took place among a project team to find alternative solutions. With a proposed solution, a new focus group was carried out to assess it and propose modifications. With the changes made (the inclusion of arm and foot rests, the possibility of tilting the backrest and changing the seat material) the mechanical design of the structure began. Thus, a 3D graphical representation of the product was made, which was used to carry out an evaluation through an ergonomic simulation using the RULA tool and a usability questionnaire. Thus, a transfer aid product was obtained and its preliminary results show user satisfaction and the possibility of improving quality of life. The difficulties faced and the main results obtained in the research were then discussed: the selection of participants, the comparison between the data found and the literature, the ways used to meet the various disabilities in the same product and the effectiveness of the method and its changes in product development. Finally, an analysis of the research was carried out regarding its fulfillment of the proposed objectives and the research limitations.

Key-words: wheelchair. assistive technology. product development. transfer. design science research. user centered design.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Dispositivo Anti-Tombo (ORTOPONTO, 2020).	25
FIGURA 2 – Airbag Vestível (FUKAYA; UCHIDA, 2008).	26
FIGURA 3 – Técnica de Transferência do Pivô Sentado (OMS, 2012)	32
FIGURA 4 – Análises da Tarefa	34
FIGURA 5 – Técnica de Transferência do Pivô em Pé (PREFEITURA DE MARINGÁ, 2018)	35
FIGURA 6 – Áreas de Transferência para a Bacia Sanitária NBR 9050 (ABNT, 2015a).	37
FIGURA 7 – Áreas de Transferência para a Banheira NBR 9050 (ABNT, 2015a).	38
FIGURA 8 – Principais Tecnologias Assistivas de Transferência	39
FIGURA 9 – Etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos (ROZENFELD et al., 2005).	43
FIGURA 10 – Recursos Aplicados ao Projeto (MADUREIRA, O. M. DE., 2015).	43
FIGURA 11 – Critérios de Utilização da Design Science Research (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).	45
FIGURA 12 – Etapas da Design Science Research (Adaptado de Dresch, Lacerda e Júnior (2015).	51
FIGURA 13 – Lógica para Construção de Classes de Problemas (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).	60
FIGURA 14 – Síntese das Ferramentas Utilizadas (Fonte:Autora)	63
FIGURA 15 – Tábua de Transferência (CASA ADAPTADA, 2021)	86
FIGURA 16 – Utilização da Placa de Transferência (NHS FOUNDATION, 2018).	87
FIGURA 17 – Tábua de Transferência Giratória (ACTIVEFOREVER, 2021a).	87
FIGURA 18 – Guinchos de Transferência	88
FIGURA 19 – Banco de Transferência Giratório (ACTIVEFOREVER, 2021b).	89
FIGURA 20 – Dispositivo Robótico de Transferência Fixado em CR (GRINDLE et al., 2015).	90
FIGURA 21 – Dispositivo de Auto-Transferência (KRISHNAN; PUGAZHENTHI, 2019).	90
FIGURA 22 – Processo de Transferência (KRISHNAN; PUGAZHENTHI, 2019).	91
FIGURA 23 – Painel Semântico	91
FIGURA 24 – Modelo Inicial de Produto	95
FIGURA 25 – Maquetes para Estudo de Estabilidade	95
FIGURA 26 – Modelo para Apresentação no Grupo Focal	96
FIGURA 27 – Esquema Mecânico para Permitir a Inclinação do Encosto	99

FIGURA 28 – Proposta de Artefato Formalizada	100
FIGURA 29 – Funcionamento do Artefato Proposto	101
FIGURA 30 – Componentes do Artefato	102
FIGURA 31 – Forças Atuando no Assento	103
FIGURA 32 – Fator de Segurança no Assento	104
FIGURA 33 – Deflexão no Assento	104
FIGURA 34 – Força na Barra de Inclinação do Assento	105
FIGURA 35 – Deformações da Barra de Inclinação	106
FIGURA 36 – Fator de Segurança da Barra de Inclinação	106
FIGURA 37 – Peça de Encaixe do Assento na Base	107
FIGURA 38 – Forças Atuando sobre o Encaixe do Assento	107
FIGURA 39 – Fator de Segurança sobre o Encaixe do Assento em Alumínio	108
FIGURA 40 – Fator de Segurança sobre o Encaixe do Assento em ABS	109
FIGURA 41 – Deflexões do Encaixe do Assento em ABS	109
FIGURA 42 – Apoio de Braço 1	110
FIGURA 43 – Forças Aplicadas no Apoio de Braço 1	110
FIGURA 44 – Fator de Segurança do Apoio de Braço 1 em Alumínio	111
FIGURA 45 – Apoio de Braço 2	111
FIGURA 46 – Apoio de Braço 3	112
FIGURA 47 – Forças Atuando no Apoio de Braço 3	112
FIGURA 48 – Deflexões do Apoio de Braço 3 em Alumínio	113
FIGURA 49 – Fator de Segurança do Apoio de Braço 3 em Alumínio	113
FIGURA 50 – Apoio de Braço 4	113
FIGURA 51 – Forças Atuando no Apoio de Braço 4	114
FIGURA 52 – Deflexões do Apoio de Braço 4 em Alumínio	114
FIGURA 53 – Fator de Segurança do Apoio de Braço 4 em Alumínio	115
FIGURA 54 – Deflexões do Apoio de Braço 4 em Policarbonato	115
FIGURA 55 – Fator de Segurança do Apoio de Braço 4 em Policarbonato	116
FIGURA 56 – Deflexões do Apoio de Braço 4 em Alumínio	116
FIGURA 57 – Fator de Segurança do Apoio de Braço 4 em Alumínio	117
FIGURA 58 – Forças Atuando na base	117
FIGURA 59 – Deflexões na Base	118
FIGURA 60 – Fator de Segurança da Base	118
FIGURA 61 – Condições de Posicionamento do Trilho do Assento	119
FIGURA 62 – Forças Atuando no Trilho do Assento	119
FIGURA 63 – Deflexões do Trilho do Assento	120
FIGURA 64 – Fator de Segurança do Trilho do Assento	120
FIGURA 65 – Trilho Selecionado (Adaptado de Rexroth (2021))	121
FIGURA 66 – Plataforma Giratória (MCMaster-CARR, 2021)	121

FIGURA 67 – <i>Conform Chair</i> (WILLIAMSON, 2021)	122
FIGURA 68 – Modelo Humano no Artefato	126
FIGURA 69 – Vista Frontal do Modelo Humano no Artefato	127
FIGURA 70 – Definição de Ângulos para Análise RULA	127
FIGURA 71 – Planilha de Referência RULA (Adaptado de Garcia, Merino e Merino (2017))	128
FIGURA 72 – Resultado do Questionário de Avaliação com Usuários	130
FIGURA 73 – Artefato Proposto	140
FIGURA 74 – Exemplificação da Tensão Normal e Cisalhante (ALFACONNECTION, 2021)	179
FIGURA 75 – Exemplificação da Deformação Normal e por Cisalhamento (HIBBELER, 2004)	179
FIGURA 76 – Diagrama Tensão-Deformação (GOMES, 2010)	180
FIGURA 77 – Comparação Gráfica dos Critérios de Escoamento (SCHÖN, 2009)	182
FIGURA 78 – Modelo de Funcionamento do Método de Elementos Finitos (BHASKARAN, 2018)	184
FIGURA 79 – Elemento Infinitesimal (BHASKARAN, 2018)	185

LISTA DE TABELAS

TABELA 2 – Resultado RBS	30
TABELA 3 – Desmembramento da Aplicação do Método DSR (Continua) . . .	52
TABELA 4 – Características de Gênero e Idade dos Participantes do Questionário	65
TABELA 5 – Características de Deficiência dos Participantes do Questionário .	66
TABELA 6 – Características de Uso da CR dos Participantes do Questionário .	66
TABELA 7 – Número de Quedas da CR no Último Ano dos Participantes do Questionário	67
TABELA 8 – Motivos para Quedas da CR dos Participantes do Questionário .	67
TABELA 9 – Lesões Graves em Casos de Quedas da CR dos Participantes do Questionário	69
TABELA 10 – Forma de Transferência dos Participantes do Questionário	70
TABELA 11 – Situações de Transferência sem Auxílio dos Participantes do Ques- tionário	71
TABELA 12 – Quadro Descritivo dos Entrevistados	73
TABELA 13 – Respostas Simplificadas dos Entrevistados	75
TABELA 14 – Temas e Códigos Utilizados para Análise das Entrevistas	75
TABELA 15 – Códigos Encontrados na Análise do Grupo Focal de Requisitos .	84
TABELA 16 – Base para a Conceituação dos Produtos	92
TABELA 17 – Análise Sincrônica dos Produtos de Transferência	93
TABELA 18 – Ordenação de Produtos de Movimentação de Pessoas Quanto a seu Nível Tecnológico	94
TABELA 19 – Propriedades do Alumínio 6061 (MATWEB, 2021a)	103
TABELA 20 – Dimensões Finais do Assento	105
TABELA 21 – Propriedades do ABS Moldável (MATWEB, 2021b)	108
TABELA 22 – Propriedades da Liga Policarbonato/ABS (MATWEB, 2021c) . . .	115
TABELA 23 – Componentes Selecionados	123
TABELA 24 – Estimativa de Custo Total	124
TABELA 25 – Estimativa de Peso Total	125
TABELA 26 – Verificação dos Requisitos do Produto	138
TABELA 27 – Fatores de Penalização do FS para Cada Critério	183

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADA	Americans with Disabilities Act (Lei dos Americanos com Deficiência)
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AVD	Atividades de Vida Diária
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
CR	Cadeira de Rodas
DCU	Design Centrado no Usuário
DSR	Design Science Research
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
LM	Lesão Medular
OMS	Organização Mundial da Saúde
PcD	Pessoa com Deficiência
TA	Tecnologia Assistiva
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Justificativa	19
1.2	Problema da Pesquisa	20
1.3	Hipótese	20
1.4	Objetivo	20
1.4.1	Objetivo Geral	20
1.4.2	Objetivos Específicos	20
1.5	População de Interesse	20
1.6	Organização do Trabalho	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1	Dificuldades no Uso da Cadeira de Rodas	23
2.1.1	Quedas e Tombamentos	23
2.1.2	Barreiras Arquitetônicas	26
2.1.3	Transferência	27
2.1.4	Barreiras Psico-Sociais	28
2.2	Normas Associadas a Cadeiras de Rodas	28
2.3	Revisão Bibliográfica Sistemática	29
2.4	Transferência	31
2.4.1	Técnicas de Transferência	31
2.4.1.1	Análise da Tarefa	33
2.4.1.2	Pivô em Pé	34
2.4.1.3	Transferência para o Carro	35
2.4.2	Parâmetros de Transferência	36
2.4.3	Dificuldades na Transferência	38
2.4.4	Tecnologias Assistivas para Transferência	39
2.4.5	Riscos Associados à Transferência	40
2.4.5.1	Queda e Lesão	40
2.4.5.2	Dores nos Membros Superiores	41
2.5	Desenvolvimento de Produto	42
2.5.1	<i>Design Science Research</i>	44
2.5.2	Design Centrado no Usuário	45
3	MÉTODO	49
3.1	Caracterização da Pesquisa	49
3.2	Seleção e Relevância do Método	49
3.3	Fases e Ferramentas da Pesquisa	50
3.3.1	Identificação do Problema	54

3.3.2	Conscientização do Problema e Revisão Sistemática da Literatura	56
3.3.2.1	Perguntas	58
3.3.3	Identificação dos Artefatos e Configuração das Classes de Problemas .	59
3.3.4	Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico	60
3.3.5	Projeto do Artefato Selecionado	62
3.3.6	Desenvolvimento do Artefato	62
3.3.7	Avaliação do Artefato	62
3.3.8	Finalização	63
4	DESENVOLVIMENTO	64
4.1	Identificação do Problema	64
4.1.1	Questionário	64
4.1.1.1	Características Demográficas e de Uso da Cadeira de Rodas	65
4.1.1.2	Características de Queda da Cadeira de Rodas	67
4.1.1.3	Características de Transferência da Cadeira de Rodas	69
4.1.2	Entrevistas	72
4.1.2.1	Arquitetura	75
4.1.2.2	Quedas	76
4.1.2.3	Transferência	78
4.1.3	Formalização da Questão da Pesquisa	80
4.2	Conscientização do Problema	80
4.2.1	Levantamento de Requisitos com Base na Literatura	81
4.2.2	Verificação de Requisitos com Usuários	82
4.2.2.1	Protocolo do Grupo Focal	83
4.2.2.2	Análise das Respostas do Grupo Focal	83
4.2.3	Lista de Requisitos do Produto	84
4.3	Identificação dos Artefatos e Configuração das Classes de Problemas .	86
4.3.1	Pesquisa de Similares e Patentes	86
4.3.2	Análise Sincrônica	91
4.3.3	Definição das Classes	93
4.4	Proposição de Artefato para Resolver o Problema	94
4.4.1	<i>Brainstorming</i>	94
4.4.2	Avaliação da Proposta	96
4.4.2.1	Preparação e Execução do Grupo Focal	97
4.4.2.2	Análise do Grupo Focal	98
4.4.3	Proposta do Artefato Formalizada	98
4.5	Projeto Mecânico do Artefato	101
4.5.1	Dimensionamento da Estrutura	102
4.5.1.1	Estrutura do Assento e Encosto	102
4.5.1.2	Inclinação do Encosto	105
4.5.1.3	Acoplamento do Assento	106

4.5.1.4	Apoio de Braço	109
4.5.1.5	Base	117
4.5.1.6	Trilho do Assento	118
4.5.2	Seleção de Componentes	120
4.5.2.1	Trilho e Patim de Esfera	120
4.5.2.2	Plataforma Giratória	121
4.5.2.3	Faixas de Tecido Elásticas	122
4.5.2.4	Demais Componentes	122
4.5.3	Definição do Funcionamento	123
4.5.4	Estimativa de Peso e Custo	123
4.6	Desenvolvimento do Artefato	125
4.7	Avaliação do Artefato	125
4.7.1	Simulação Ergonômica	126
4.7.2	Questionário de Avaliação	129
4.7.3	Sugestões de Alterações	130
4.7.4	Heurísticas Contingenciais	130
5	DISCUSSÃO	132
5.1	Seleção de Participantes	132
5.2	Dificuldades no Uso da Cadeira de Rodas	133
5.3	Atender as Variadas Deficiências	136
5.3.1	Modularidade	136
5.3.2	Grau de Complexidade do Produto	136
5.4	Método da <i>Design Science Research</i> no Desenvolvimento de Produtos Assistivos	137
5.5	Verificação dos Requisitos	137
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	139
6.1	Generalização para uma Classe de Problemas	141
6.2	Limitações da Pesquisa	141
6.3	Trabalhos Futuros	142
	REFERÊNCIAS	144
APÊNDICE 1	PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	159
APÊNDICE 2	QUESTIONÁRIO	160
APÊNDICE 3	ROTEIRO DA ENTREVISTA	164
APÊNDICE 4	GRUPO FOCAL PARA DEFINIÇÃO DE REQUISITOS . . .	165
APÊNDICE 5	PERGUNTAS GRUPO FOCAL PARA ANÁLISE DA PRO-POSTA	166
APÊNDICE 6	TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	167

APÊNDICE 7	RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO	172
APÊNDICE 8	TERMO DE CONFIDENCIALIDADE	177
APÊNDICE 9	CONCEITOS DA ENGENHARIA MECÂNICA	178
9.1	Tensões	178
9.2	Deformação	178
9.3	Propriedades Mecânicas dos Materiais	179
9.3.1	Módulo de Elasticidade	180
9.3.2	Coeficiente de Poisson	180
9.3.3	Tensão de Escoamento	180
9.4	Critério de Falha	181
9.5	Fator de Segurança	181
9.6	Simulação Estática	184
9.6.1	Modelo Matemático	184
APÊNDICE 10	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO	187
APÊNDICE 11	DESENHOS TÉCNICOS	188

1 INTRODUÇÃO

O último censo demográfico realizado pelo IBGE registrou cerca de 45,6 milhões de pessoas autodeclarando ao menos uma das deficiências pesquisadas. São elas: visual, auditiva, motora e mental/intelectual (IBGE, 2009). As deficiências motoras foram classificadas no censo em relação à dificuldade da pessoa de se locomover nas seguintes categorias: 'Não consegue de modo algum' com cerca de 734 mil pessoas, 'Grande dificuldade' com 3,7 milhões e 'Alguma dificuldade' com 8,8 milhões (IBGE, 2009).

Neste contexto, inserem-se as tecnologias assistivas como forma de "potencializar as habilidades funcionais das pessoas com deficiência" (CAT, 2009, p.11). Ou seja, buscam inserir a pessoa com deficiência (PcD) na sociedade com recursos ou estratégias. Um dos produtos mais utilizados para auxiliar as pessoas com dificuldade de locomoção é a cadeira de rodas.

Dessa forma, no Brasil, a tecnologia assistiva (TA) é definida de acordo com o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) como:

Tecnologia Assistiva (TA) é 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, 2009, p.9).

Já a *Americans with Disability Act* (ADA) (2019) classifica as tecnologias assistivas como "Qualquer item, equipamento ou produto usado para aumentar, manter ou melhorar capacidades funcionais de indivíduos com deficiências" (ADA, 2019, tradução da autora, não p.). Já a OMS possui uma classificação similar para as tecnologias assistivas:

Dispositivos e tecnologias assistivas são aqueles cujo objetivo principal é manter ou melhorar o funcionamento e a independência de um indivíduo para facilitar a participação e aumentar o bem-estar geral. Podem, também, prevenir deficiências e condições secundárias de saúde. (OMS, 2019).

É interessante notar que estas duas últimas definições destacam a tecnologia assistiva apenas como um produto ou dispositivo. Já o CAT (2009) apresenta um conceito mais amplo que envolve não apenas produtos, mas recursos variados. Essa definição é corroborada por Cook e Polgar (2014) que apresentam a tecnologia assistiva

como, não somente dispositivos, mas serviços, práticas e estratégias que buscam melhorar os problemas enfrentados pela pessoa com deficiência.

A tecnologia assistiva tem papel essencial na inclusão de pessoas com deficiência na sociedade, permitindo que tenham vidas produtivas, com acesso a educação, saúde, mercado de trabalho e atividades sociais (OMS, 2018). Santos et al. (2017) afirmam que a TA impacta a qualidade de vida da pessoa com deficiência por facilitar a participação em atividades, e permite a independência e a autonomia gerando uma autoimagem positiva. No caso de deficiências físicas, as TAs permitem a realização das atividades de vida diária (AVD), locomoção e saúde (equilíbrio de tronco, respiração e postura) (SANTOS et al., 2017).

Abrangendo o uso não só por pessoas com deficiência mas por idosos e pessoas com doenças e impedimentos permanentes ou temporário, a OMS (2018) estima que mais de 1 bilhão de pessoas no mundo precisa de uma tecnologia assistiva. No entanto, afirma que apenas uma em cada dez pessoas no mundo tem acesso a uma TA devido ao alto custo e disponibilidade. No Brasil, o acesso às tecnologias assistivas é dificultado pelo alto custo associado aos produtos, em especial àqueles importados, e pela baixa variedade disponível (VARELA; OLIVER, 2013).

Além disso, onde há o acesso às tecnologias assistivas, cerca de 30% dos dispositivos deixam de ser utilizados nos primeiros 5 anos após a obtenção, sendo que alguns nunca chegam a ser usados (COSTA et al., 2015). No entanto, a OMS (2018) sugere que algumas estimativas chegam a taxas de abandono de 75%. No caso de pessoas com deficiência motora, é relatado abandono da tecnologia assistiva quando esta apresenta dificuldades de manuseio e transporte indicando que ela deve ser de uso intuitivo para facilitar a adaptação (SANTOS et al., 2017).

Os principais motivos destacados para a elevada taxa de abandono, de acordo com Costa et al. (2015), são uma mudança no estado físico do usuário (como é o caso em doenças degenerativas, por exemplo), ausência de orientações e treinamentos para o uso da TA tanto de usuários quanto profissionais, dor devido ao uso da TA indicando uma necessidade de redução de peso ou melhoria no conforto. Além disso, destacam ainda uma limitação funcional causada pelo uso da TA, falta de participação na escolha do dispositivo, dificuldade de uso e deterioração do produto como causas para o abandono. Já Braccialli et al. (2016) apresentam um estudo com taxa de abandono de 23% com principal fator de abandono (67%) a mudança na condição física e o produto não atender mais as necessidades. No entanto, destaca-se que apenas 6 dos 26 participantes escolheram responder esta pergunta e a motivação para esta mudança pode estar associada a maioria dos participantes responder referenciando TAs de uso infantil, destacando que estas "não cabiam mais".

Um dos produtos de tecnologia assistiva mais utilizados para auxiliar as pes-

soas com dificuldade de locomoção é a cadeira de rodas (CR). Existem 65 milhões de usuários de cadeiras de rodas no mundo, representando cerca de 10% das pessoas com deficiência (OMS, 2010). Nos EUA, estima-se que 1.6 a 2.2 milhões de pessoas dependem da cadeira de rodas para a mobilidade (OPALEK; GRAYMIRE; REDD, 2009). Já no Brasil, cerca de 23 mil cadeiras de rodas do tipo padrão e quase 13 700 cadeiras de rodas para tetraplégicos foram dispensadas pelo SUS em 2011 (CONITEC, 2013). Além disso, estima-se que, no Brasil, a cada ano se tenha 10 mil novos casos de lesão medular, em sua maioria causada por traumas, segundo Masini (2000 apud CARO; CRUZ, 2020, p. 1135), que é uma das causas que acarretam no uso da cadeira de rodas.

A cadeira de rodas é um dispositivo de tecnologia assistiva essencial para a participação dessas pessoas na sociedade. Sem uma cadeira de rodas, as pessoas com deficiências motoras de locomoção que necessitam deste dispositivo ficam isoladas e sem acesso às mesmas oportunidades que as pessoas sem deficiência, como emprego, educação e vida social (OMS, 2008).

Apesar da cadeira de rodas ser uma forma de mobilidade e liberdade para pessoas com deficiência, ela é, também, uma fonte de acidentes e de lesões. O número de acidentes relacionados à cadeira de rodas tratados em emergências nos EUA aumentou entre 69,8%, 146,8% e 108% (dependendo do grupo de idade) entre 1991 e 2003 (XIANG; CHANY; SMITH, 2006). No entanto, os autores destacam que essa variação pode ser relacionada à um aumento proporcional no número de usuários de cadeiras de rodas.

Causas de acidentes são elencadas por Chen et al. (2011) como distração, inexperiência, superfícies irregulares e a presença de obstáculos enquanto que a falta de manutenção da cadeira de rodas, não usar o cinto de segurança ou uma cadeira de rodas não prescrita por profissionais é destacado como fatores potencializadores de acidentes. As classes mais comuns de acidentes são separadas em queda e tombamentos, fatores ambientais e transferências (CALDER; KIRBY, 1990; UMMAT; KIRBY, 1994; XIANG; CHANY; SMITH, 2006).

Neste contexto, para reduzir o número de acidentes, é necessário o uso de uma cadeira de rodas apropriada, ou seja, que atende às necessidades do usuário e do ambiente, dispõe de suporte postural adequado, é segura, durável e ajustável (OMS, 2008). Assim, cadeiras de rodas apropriadas, além de ajudarem a reduzir o número de acidentes, permitem o acesso à educação e ocupação e reduzem custos de saúde por evitar risco de desenvolvimento de úlceras por pressão e contraturas musculares (OMS, 2018). Um estudo no Brasil (Ribeirão Preto - SP) indica que 60% dos usuários de cadeira de rodas manual consideraram que suas cadeiras não eram adequadas (MEDOLA et al., 2014).

Uma das principais causas de acidentes com cadeiras de rodas é a transferência, sendo capaz de gerar lesões graves. Apesar de ser uma das tarefas mais importantes para a independência e autonomia de pessoas em cadeira de rodas, ocorrendo em média 15 a 25 vezes por dia (BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2018), a transferência é limitada devido a baixa força e controle dos membros superiores, obstáculos entre os assentos e dificuldade de aproximação vertical e horizontal entre eles. Assim, para muitas pessoas em cadeira de rodas, o uso de uma tecnologia assistiva de transferência é essencial para a liberdade na realização das atividades de vida diária.

Entre as tecnologias assistivas de transferência, as mais utilizadas são a tábua de transferência e o guincho (TORO; KOONTZ; COOPER, 2012). No entanto, estes produtos apresentam limitações e muitas vezes são desconsiderados em detrimento de um cuidador ou familiar que realiza a transferência. Esta alternativa não só limita a independência e autonomia da pessoa em cadeira de rodas como coloca o cuidador em risco de lesão (NELSON, 2006)

1.1 JUSTIFICATIVA

Apesar do censo não apontar quantas pessoas no Brasil utilizam a cadeira de rodas como forma de locomoção, a OMS (2010) estima que cerca de 65 milhões de pessoas no mundo dependem dela. Xiang, Chany e Smith (2006) estimam que mais de 100 mil acidentes com cadeiras de rodas foram tratados em hospitais nos Estados Unidos no ano de 2003. Esse valor não inclui os acidentes menos graves que não são reportados mas que interrompem atividades da vida diária.

No Brasil, apesar de se desconhecer qualquer estudo que tenha avaliado essas questões, esses números podem ser ainda maiores devido às dificuldades arquitetônicas enfrentadas pelas pessoas em cadeira de rodas tais como: ausência de rampas, terrenos irregulares, inclinações excessivas, etc. (SANTOS, 2013).

As investigações sobre as causas dos acidentes apontam as quedas e transferências como principais fatores para causá-los (XIANG; CHANY; SMITH, 2006; CALDER; KIRBY, 1990; UMMAT; KIRBY, 1994). A ausência de investigações similares no Brasil apontam a necessidade de um estudo para verificar se esta realidade também se aplica.

Além dos casos de acidentes, reportados ou não, simplesmente o risco de uma possível queda durante alguma atividade é suficiente para impedir uma pessoa em cadeira de rodas de realizar alguma atividade (RICE et al., 2017). Ainda, a capacidade de conseguir se levantar do chão em caso de alguma queda torna as pessoas mais confiantes na utilização da cadeira de rodas (FORSLUND et al., 2015).

Com isso, percebe-se uma oportunidade de desenvolvimento de um produto

que possa ajudar a prevenir ou reduzir o número de acidentes com cadeiras de rodas, considerando as causas mais comuns dos acidentes. Um produto que auxilie a transferência tornará as pessoas em cadeira de rodas mais confiantes para que não deixem de realizar alguma atividade.

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Com base nas informações descritas anteriormente propões-se o problema da pesquisa: É possível desenvolver um dispositivo de transferência que auxilie a tarefa, reduzindo acidentes e limitações de atividades para pessoas em cadeira de rodas?

1.3 HIPÓTESE

Com base no problema da pesquisa define-se a hipótese para nortear a pesquisa como: o método da *Design Science Research*, associado ao Design Centrado no Usuário, pode contribuir para encontrar soluções que atendam os usuários de tecnologia assistiva de forma a melhorar a qualidade de vida de pessoas em cadeira de rodas.

1.4 OBJETIVO

Os objetivos do trabalho são separados em objetivo geral e específicos.

1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver um produto que facilite a tarefa da transferência para pessoas em cadeira de rodas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar as dificuldades da pessoa em cadeira de rodas na transferência;
- Aplicar o método de desenvolvimento de produto *Design Science Research* associado ao Design Centrado no Usuário;
- Avaliar a solução desenvolvida com base nos requisitos estabelecidos.

1.5 POPULAÇÃO DE INTERESSE

O público a que se destina a pesquisa são as pessoas usuárias de cadeira de rodas. No entanto, esse perfil é extremamente amplo e diverso. Toro, Koontz e Cooper (2012), Barbareschi e Holloway (2018) e Tsai et al. (2014) apontam que a

principal deficiência que leva as pessoas a utilizarem uma cadeira de rodas é a lesão medular. Apesar das pessoas com lesão medular representarem um grupo significativo das pessoas em CR, eles não representam o grupo inteiro (BARBARESCHI; CHENG; HOLLOWAY, 2018). Outras deficiências recorrentes são: paralisia cerebral, esclerose múltipla, amputação de membros inferiores e espinha bífida. As que ocorreram de forma menos frequente nestes estudos são: fraturas tibiais e fibulares bilaterais com lesão do nervo, distrofia muscular e osteogênese imperfeita.

Dessa forma, a pesquisa busca a participação de pessoas que utilizam a cadeira de rodas como principal forma de locomoção (não sendo, necessariamente, a única) ou seus cuidadores, desde que sejam adultos. No entanto, destaca-se que critérios de inclusão em estudos de pessoas em cadeira de rodas não devem ser realizados com base em deficiência e sim em habilidade funcional (BARBARESCHI; CHENG; HOLLOWAY, 2018). Portanto, o foco maior é estabelecido em pessoas que tenham dificuldades para realizar a tarefa da transferência sem assistência de um cuidador.

Limita-se a pesquisa, ainda, a usuários com mais de 18 anos. Essa limitação é aplicada por dois motivos: simplificar as questões éticas e burocráticas de aprovação da pesquisa com seres humanos e por se entender que a forma de transferência ou o risco de queda de crianças é diferente dos adultos.

Apesar das pesquisas relacionadas ao uso da cadeira de rodas geralmente possuírem um tempo mínimo de utilização do dispositivo (TORO; KOONTZ; COOPER, 2012; BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2019; JØRGENSEN et al., 2016), entende-se que as necessidades relacionadas a transferência não são exclusivas de um usuário experiente. Portanto, optou-se por não aplicar tal restrição.

1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O texto desta dissertação está organizado de forma a seguir o raciocínio do desenvolvimento de produto. Assim, o Capítulo 2 recapitula temas importantes da literatura sobre o tema. Ele se inicia com uma fundamentação teórica sobre as dificuldades decorrentes do uso da cadeira de rodas. É apresentada, então, uma revisão bibliográfica sistemática sobre as características da realização da transferência e os riscos associados à tarefa. Além disso, discute ainda o que é o desenvolvimento de produto e a metodologia do Design Centrado no Usuário e princípios básicos da Engenharia Mecânica que serão utilizados no desenvolvimento do produto.

O Capítulo 3 apresenta o método utilizado para o desenvolvimento de produto nesta pesquisa: o *design science research* e a motivação para sua seleção. Desmembra, ainda, a inserção do Design Centrado no Usuário e as etapas do método proposto

e como elas serão aplicadas neste estudo. Além disso é apresentada uma tabela detalhada das ferramentas aplicadas em cada etapa do estudo e sua localização no texto desta dissertação.

Em seguida, o Capítulo 4 apresenta o desenvolvimento do produto com a aplicação do método e suas ferramentas. Ele se inicia com a identificação do problema, utilizando ferramentas de questionário e entrevista como forma de participação do usuário, realiza o levantamento de requisitos (com base na literatura e com um grupo focal de usuários) e apresenta a pesquisa de similares com uma análise sincrônica com os produtos encontrados. Em seguida, se propõe um artefato, verifica-se o artefato com usuários, modifica-se o artefato para atender os levantamentos dos usuários e assegura-se o artefato mecanicamente por meio de simulações e, por fim, avalia-se o artefato.

O Capítulo 5 discute os resultados encontrados avaliando a hipótese levantada na Seção 1.3. Em especial, aborda-se a dificuldade de encontrar participantes para a pesquisa, comparam-se os dados encontrados no Brasil com a literatura mundial e analisa-se as desvantagens de aumentar o grau de complexidade do artefato para atender as diversas deficiências. Por fim, o Capítulo 6 aponta as conclusões finais do estudo, assim como as limitações da pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica objetiva um aprofundamento nos conhecimentos sobre a tecnologia assistiva, em especial o uso da cadeira de rodas e as dificuldades encontradas por este público. Para tal, utiliza-se da revisão bibliográfica sistemática para coletar informações e discutir as dificuldades no uso da cadeira de rodas, as necessidades de transferência e os riscos associados. Além disso, discute-se o processo de desenvolvimento do produto com foco no Design Centrado no Usuário e conceitos básicos de Engenharia Mecânica necessários para o desenvolvimento do produto.

2.1 DIFICULDADES NO USO DA CADEIRA DE RODAS

Como discutido no Capítulo 1, as tecnologias assistivas são caracterizadas como produtos ou estratégias para aumentar a qualidade de vida das pessoas com deficiências. Neste cenário, se incluem as cadeiras de rodas como tecnologia assistiva de auxílio a mobilidade (NICHHD, 2021) inclusive sendo uma das mais citadas em um estudo com pessoas que sofreram um AVC (CARO; COSTA; CRUZ, 2018).

No entanto, seu uso acarreta inúmeras dificuldades no dia-a-dia, com apenas 20% relatando não encontrar nenhuma dificuldade (MEDOLA et al., 2014). Apesar das inúmeras dificuldades atingindo desde dificuldades físicas de mobilidade até dificuldades emocionais e psicológicas, destaca-se neste trabalho 4 principais dificuldades encontradas na literatura: quedas, barreiras arquitetônicas, transferências e barreiras psico-sociais.

2.1.1 Quedas e Tombamentos

Considerada como a principal origem de acidentes, a queda é definida por "atingir o solo, piso ou outro nível inferior inadvertidamente, excluindo a mudança intencional na posição para descansar em móveis, parede ou outro objeto" (OMS, 2007, pg.1, Tradução da Autora). No contexto da cadeira rodas é comum a ocorrência de quedas da pessoa da cadeira de rodas assim como os tombamentos, ou seja, quedas da cadeira de rodas com a pessoa.

Quedas e tombamentos são tão comuns que estudos relatam que 53% das pessoas em cadeira de rodas com lesão medular (LM) caíram pelo menos uma vez em um período de 6 meses (SINGH et al., 2020a). Já (JØRGENSEN et al., 2016) apontam que 73% tiveram pelo menos uma queda em um período de 1 ano e 41% relataram mais de duas quedas. Na mesma linha, Forslund et al. (2017) apresentam que 64% dos participantes relataram pelo menos uma queda em um ano e 32% tiveram mais de

duas quedas. Já estudos que avaliam outros tipos de deficiências, Rice et al. (2017) foca em pessoas com esclerose múltipla e, entre os participantes, 37,5% reportaram pelo menos uma queda utilizando cadeira de rodas manuais e 66,7% utilizando uma cadeira de rodas motorizada. Percebe-se valores significativamente diferentes ao se estudarem deficiências diferentes. Em estudo com avaliação de uma variedade de deficiências, 54,7% relatam pelo menos uma queda em um período de 3 anos e 16,8% relataram duas ou mais quedas neste período (CHEN et al., 2011).

As quedas e tombamentos são responsáveis pela maioria dos acidentes com cadeiras de rodas. Xiang, Chany e Smith (2006) apontam que 65,5% dos acidentes relacionados a cadeiras de rodas com lesões entre pessoas de 18 a 34 anos que foram tratados em emergências dos EUA entre os anos de 2002 e 2003 deram-se por quedas e tombamentos. Este número passa para 70,8% para pessoas entre 35 e 64 anos e 80,9% para pessoas com 65 anos ou mais.

Outro estudo avaliou 2066 acidentes não fatais reportados nos EUA entre os anos de 1986 e 1990 relacionados à cadeiras de rodas (UMMAT; KIRBY, 1994). Destes, quedas e tombamentos foram responsáveis por 73,2% dos acidentes. No entanto, o levantamento da origem dos 770 casos de acidentes fatais entre 1973 e 1987 relacionados à cadeiras de rodas apresentou as quedas e tombamentos como responsáveis por 77,4% deles (CALDER; KIRBY, 1990). Dentre eles, 66% foram quedas da cadeira de rodas e 11,4% foram tombamentos com a cadeira de rodas.

Segundo Xiang, Chany e Smith (2006), os fatores que apresentam relação com as quedas são fatores de engenharia da cadeira de rodas (forma de propulsão da CR, travas, cintos e dispositivo anti-tombo), características do usuário (gênero, deficiência, idade, etc), características do ambiente (rampas, terreno irregular, adaptações em casas/banheiros) e ambiente social (manutenção e/ou prescrição da cadeira de rodas e atividades realizadas). Dessa forma, ao modificar algum desses fatores (aqueles que são modificáveis) seria possível diminuir o risco de lesão e queda. Os participantes da pesquisa de Singh et al. (2020a) destacam como riscos de queda características do ambiente como baixa iluminação nos fim de tardes e banhos, além de não dormir bem na noite anterior.

Isso vai de encontro com outras pesquisas na área como a de Opalek, Graymire e Redd (2009) que apresentam a idade avançada como potencializador do risco de queda. Além disso, apresenta outros riscos de queda como força e amplitude de movimento, que poderiam ser associadas ao tipo de deficiência e portanto, uma característica do usuário, o risco associado à falhas no equipamento (CR) e o modo de ação dos cuidadores e do usuário.

Já Jørgensen et al. (2016) apontam como fatores de risco para quedas em pacientes com lesão medular: possuir capacidade de se levantar sem assistência, fazer

exercícios regularmente e ter maior funcionalidade. Isso se deve, segundo eles, pois esses fatores dão maior confiança ao indivíduo para aceitar correr maiores riscos de queda. De forma similar, Singh et al. (2020a) apontam um maior número de quedas em casa e uma das justificativas dadas pelos participantes da pesquisa, que possuem lesão medular, é uma maior desatenção e falta de cuidado em casa causada pela sensação de segurança.

Existem alguns produtos de tecnologia assistiva com o objetivo de prevenir quedas ou amenizar o risco de lesão. Um deles é o dispositivo anti-tombo que é um dos mais conhecidos ao se discutir prevenção de quedas da cadeira de rodas. Se trata de um acessório que algumas cadeiras de rodas possuem que auxilia a evitar o tombamento traseiro. Uma ou duas rodinhas são fixadas na estrutura da CR por meio de uma haste como visto na Figura 1. De acordo com OMS (2008), é útil para pessoas em cadeira de rodas com menos estabilidade ou que estejam aprendendo a executar manobras para transpor obstáculos. Sua desvantagem, no entanto, ocorre em terrenos irregulares ao restringir o movimento. No entanto, Chen et al. (2011) apresentam conclusões que o dispositivo anti-tombo não é eficiente na prevenção de acidentes.



FIGURA 1 – Dispositivo Anti-Tombo (ORTOPONTO, 2020).

Além disso, outro acessório que se prova eficiente na prevenção de quedas da cadeira de rodas são os cintos de segurança, que podem vir em diversas formas. Desde o mais simples atravessando a cintura, faixas que atravessam o torso e as pernas e até para segurar a cabeça. A escolha do nível de firmeza apresentado pelo cinto é dependente da deficiência e do controle corporal apresentado por cada pessoa.

Um produto que busca reduzir a probabilidade e grau de lesão em caso de queda foi apresentado por Fukaya e Uchida (2008) e é visto na Figura 2. A tecnologia é baseada em um *airbag* vestível que seria utilizado pela pessoa em cadeira de rodas. Por meio de sensores, a queda seria detectada e, somente então, o *airbag* seria acionado se inflando e ajudando a proteger a pessoa na queda.



FIGURA 2 – Airbag Vestível (FUKAYA; UCHIDA, 2008).

Apesar de se desconhecer um estudo mais aprofundado acerca da eficácia destas tecnologias assistivas para prevenir quedas e/ou lesões, os cintos são o maior consentimento quanto a sua capacidade de atingir tal objetivo entre pesquisas (XIANG; CHANY; SMITH, 2006; CHEN et al., 2011) e profissionais da área.

2.1.2 Barreiras Arquitetônicas

As barreiras arquitetônicas estão associadas a obstáculos que impedem a ocupação e deslocamento em espaços físicos (externos e internos), verificando-se tanto em estabelecimentos comerciais e residenciais (interno) quanto em ruas, espaços públicos e jardins (externo). Os acidentes associados à dificuldades arquitetônicas externas ocorrem com frequência duas vezes maior do que nos ambientes internos (GAVIN-DRESCHNACK et al., 2005).

Já Caro e Cruz (2020) destacam barreiras como soleiras, pisos irregulares e buracos na residência dos usuários de CR (ambiente interno), enquanto que barreiras como terrenos irregulares, rampas inclinadas e piso com inclinação lateral são destaque de dificuldade fora de casa (ambientes externos). Estas barreiras arquitetônicas descritas por Caro e Cruz (2020), que ainda destacam que todos os participantes relataram algum tipo de barreira no quarteirão de suas casas, vai na contramão da NBR 9050 (ABNT, 2015a) que assegura a acessibilidade em edificações e espaços.

Entre os problemas mais comuns destacados na pesquisa de Medola et al. (2014) estão rampas e degraus, mobilidade em ambientes externos e transporte da cadeira de rodas. Além disso, destacaram a necessidade de auxílio de outras pessoas, em especial, em rampas, transferências, degraus e terrenos irregulares. Estas dificuldades também são evidenciadas por Santos (2013) que indicam a arquitetura do ambiente como impedimento de mobilidade destacando rampas excessivamente inclinadas, degraus sem rampa para acesso de pessoas em CR e terrenos irregulares.

Enquanto que no Brasil, dados como os destacados Medola et al. (2014) e Caro e Cruz (2020) indicam dificuldades arquitetônicas, estudos como Mohanta,

Reddy e Lakshmi (2017) e Meyers et al. (2002) também destacam essa dificuldade em outros países. Inclusive, são consideradas a segunda maior causa de acidentes com cadeiras de rodas em alguns estudos entre eles o de Ummat e Kirby (1994) que apresenta móveis, escadas, banheiros e rampas (entre outros) como causa de 41,4% dos acidentes não fatais e o de (CALDER; KIRBY, 1990) que indica esses mesmos fatores como responsáveis por 11% dos acidentes fatais.

No entanto, apesar dessas dificuldades destacadas, Caro e Cruz (2020) apresentam que todos os participantes se declararam independentes para mobilidade em casa e na calçada em frente à casa, enquanto que 90,9% se dizem independentes também no quarteirão de casa, ambientes públicos acessíveis e ambientes públicos gerais. Essa independência apesar das barreiras indica que os participantes já desenvolveram padrões de mobilidade para superar as barreiras e terem independência.

2.1.3 Transferência

A transferência é uma das atividades mais importantes da pessoa em cadeira de rodas representando independência e oportunidades de participação na sociedade (BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2019). Pode ocorrer cerca de 15 a 25 vezes por dia, chegando até 45 em algumas fontes (TORO; KOONTZ; COOPER, 2012; BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2018). Ela é uma das causas de queda para pessoas em cadeira de rodas (RICE et al., 2017), sendo, inclusive, uma das principais origens de acidentes.

Entre os acidentes não fatais descritos por Ummat e Kirby (1994), a transferência é apontada como causa de 16,9% deles. Além disso, entre os acidentes fatais ela aparece com 9,1%, como a terceira maior causa, não especificando se os erros foram causados pelo cuidador ou pelo próprio usuário (CALDER; KIRBY, 1990). Entre os acidentes causadores de lesão, a transferência é destacada como segunda maior fonte com 16,8%, 12,7% e 12,2% nas populações de 18-34 anos, 35-64 e 65 ou mais, respectivamente (XIANG; CHANY; SMITH, 2006).

Ademais, a necessidade de transferir é um fator impeditivo para a independência e para a realização de certas atividades. A transferência exige força significativa nos membros superiores para ser realizada. Dessa forma, pessoas com lesões medulares mais elevadas que não possuem movimentação dos braços, não possuem força ou controle suficiente são dependentes de cuidadores ou de tecnologias assistivas para realizar a atividade em qualquer situação.

Além disso, mesmo para aqueles com força suficiente, 'obstáculos' para a transferência podem impedir ou dificultar o movimento. A impossibilidade de aproximar a cadeira de rodas do assento de destino, diferenças de altura significativas (mais de 8,9cm) entre os dois, casos em que o usuário ou a cadeira estão molhados, dificuldade de posicionar a CR adequadamente devido à restrições espaciais ou a inclinação

do assento de destino são reportados como potencializadores das dificuldades na transferência (BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2019; TORO; KOONTZ; COOPER, 2012).

No entanto, apesar das dificuldades encontradas, a transferência é considerada como etapa essencial para a liberdade da pessoa em cadeira de rodas (BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2019; DONNELLY et al., 2004). O uso da tecnologia assistiva para amenizar as dificuldades na transferência é relativamente comum, com 18% dos participantes da pesquisa de Toro, Koontz e Cooper (2012) utilizando algum produto. O estudo, que utilizou pessoas com diversas deficiências, apontou 14 pessoas que utilizam uma tábua de transferência, 3 usam guinchos, 3 usam bengalas e 2 usam andadores em um total de 120 participantes.

2.1.4 Barreiras Psico-Sociais

Descreve-se como uma barreira psico-social os impactos que as dificuldades do uso da CR e as suas consequências possuem nas atividades de vida diária de seus usuários. Nem todos os acidentes tem impactos diretos na saúde com 55,4% deles gerando lesão e apenas 6,77% requerendo atenção médica (CHEN et al., 2011).

No entanto, o receio de queda é suficiente para impedir a realização de atividades por pessoas em cadeira de rodas. Segundo Rice et al. (2017), 75% dos indivíduos com esclerose múltipla participantes do estudo relatam medo de sofrer uma queda e 65% evita realizar certas atividades por causa disso. Já o estudo de Rice et al. (2018) aponta, em um grupo de participantes usuários de cadeira de rodas motorizada com diversas deficiências, 89,5% (17 de 19) tem preocupação em cair. Essa preocupação constante em cair leva a um aumento de estresse e emoções negativas na vida das pessoas em cadeira de rodas como frustrações, vulnerabilidade, decepções, constrangimento e perda de dignidade (SINGH et al., 2020b).

Além disso, a preocupação leva a impedimentos na realização de atividades. O estudo de Rice et al. (2018) aponta que mais da metade dos participantes (9 de 17) afirmaram deixar de realizar atividades devido ao receio de ter uma queda. As quedas mesmo com lesão mínima ou até sem lesão, tem um impacto na vida da pessoa com lesão medular incluindo a habilidade de participar em atividades diárias, trabalho (voluntário ou pago), atividades de lazer e recreação, entre outras (SINGH et al., 2020b). Ainda, 13 em 19 indivíduos participantes do estudo de Rice et al. (2018) afirmaram desenvolver um medo de queda após uma queda grave que tiveram.

2.2 NORMAS ASSOCIADAS A CADEIRAS DE RODAS

Várias normas discutem a utilização da cadeira de rodas apesar de não haver direcionamento sobre como projetar a cadeira de rodas ou acessórios que possam

auxiliar a vida de pessoas em cadeira de rodas. As normas que podem ser utilizadas para embasar uma pesquisa que utiliza cadeiras de rodas estão listadas a seguir.

- ABNT NBR ISO 7176 - Cadeira de Rodas: Discute formas de determinação de eficiência, estabilidade e dimensões da CR. É a norma mais importante em relação a CR. Apesar de possuir o objetivo de avaliar cadeiras de rodas existentes no mercado, ela é usada para realizar projetos de cadeira de rodas ou tecnologias assistivas similares por discutir capacidade mínima, dimensões e forças que a CR deve suportar.
 - ABNT ISO 7176-5 - Determinação das dimensões, massa e espaço para manobra
 - ABNT ISO 7176-7 - Medição de dimensões de assento e rodas
 - ABNT ISO 7176-8 - Requisitos e métodos de ensaio para força estática, de impacto e fadiga
- ABNT NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. É a norma mais referenciada em termos de acessibilidade. Discute espaços de acesso para cadeira de rodas, sinalizações, piso tátil, dimensões de objetos como banheiras, vasos sanitários, bancos de transferência, escadas e corrimões, entre outros.

2.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

A revisão bibliográfica sistemática (RBS) seguiu o modelo proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011) por apresentar elevado rigor científico. O problema que se busca estudar são os riscos e dificuldades na tarefa da transferência da cadeira de rodas. Utilizou-se como fontes primárias artigos encontrados em pesquisas preliminares sobre o tema.

A RBS foi efetuada nas bases de dados: Web of Science, Scopus e PubMed e utilizou as palavras chaves: *wheelchair* (cadeira de rodas), *transfer* (transferência), *risk* (risco) e *difficulty* (dificuldade). Utilizando os critérios de artigos em periódicos revisados por pares, entre os anos de 2015 e 2021 e nas línguas inglesa e portuguesa foram encontrados um total de 2290 artigos. Na primeira fase, leitura de título, resumo e palavras-chave, foram obtidos um total de 24 artigos. Após o filtro 2 (leitura da introdução e conclusão) e filtro 3 (leitura completa) um total de 13 artigos permaneceram para serem catalogados e os resultados são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – Resultado RBS

Nº	Autores	Deficiência Estudada	Resultados
A1	Haubert et al. (2015)	LM* (T2-L3)	- Duração da elevação de tronco é relacionado a nível de lesão e altura do veículo; - Posicionamento das mãos na transferência afeta o nível de dor no ombro.
A2	Mulroy et al. (2015)	LM* (T2 ou inferior)	- Nível de AVD não é associado ao risco de desenvolver dor no ombro; - Pessoas com LM que desenvolveram dor no ombro eram menos ativos antes da dor.
A3	Akhigbe et al. (2015)	LM*	- Transferência causa grandes nºs de fraturas nos membros inferiores; - Fraturas levam a inclusão de novos equipamentos de TA.
A4	Singh et al. (2020a)	LM* (C1-L1)	- Quedas comumente ocorrem durante a transferência ou uma atividade com a CR; - Necessidade de aprender técnicas de transferência individualizada.
A5	McKernan et al. (2020)	Espinha Bífida	- Redução da habilidade motora equivale a uma redução na chance de transferir de forma independente.
A6	Barbareschi e Holloway (2019)	Diversas Terapeutas Ocupacionais	- Pessoas mais velhas tem maior preocupação em cair durante uma transferência; - TA de transferência são limitadas em casos mais complexos ou usuários mais qualificados
A7	Barbareschi et al. (2020)	Diversas	- Condições ambientais afetam a performance da transferência incluindo técnica e uso de TA; - Diferença de altura na transferência só afetou transferências com a tábua.
A8	Koontz, Bass e Kulich (2020)	Diversas	- Barra de apoio auxilia a maioria dos usuários de CR, especialmente quem não tem LM; - Limitação na participação em atividades de lazer devido à transferência.
A9	Barbareschi, Cheng e Holloway (2018)	Diversas	- Transferência sentado gera maior risco de lesão no ombro mas menor risco de queda do que em pé ou com a tábua de transferência.
A10	Guillon et al. (2015)	LM* (C4-L1)	- Transferência (da pessoa e da CR) para o carro de forma independente teve menor tempo de conclusão e maior satisfação com CR manual do que com auxílio motorizado.
A11	Rice et al. (2018)	Diversas	- Entre as ações mais associada a acidentes da CR está a transferência; - Medo de queda limita a participação na comunidade para usuários de CR motorizada.
A12	Caro e Cruz (2020)	LM*	- Maioria (63,63%) afirma ser independente para transferências da mesma altura mas apenas 45,45% são independentes em transferências para o carro.
A13	Barbareschi e Holloway (2018)	Diversas	- Presença de dor no ombro não relacionado ao uso de TA - Participantes que usam TA para transferência são significativamente mais pesados

*LM: Lesão Medular.

Os artigos selecionados na RBS destacam dificuldades associadas à realização da transferência incluindo a técnica, quedas, e o local da transferência. A maior parte das pesquisas conta com a participação de usuários com lesão medular, exclusivamente ou como principal grupo. Percebe-se, então, uma limitação nas pesquisas com outras deficiências, isso pode se dar devido a facilidade de acesso e comunicação com lesados medulares. O resultado da RBS é discutido no item a seguir.

2.4 TRANSFERÊNCIA

A transferência pode ocorrer até 45 vezes por dia (CURTIS; BLACK, 1999) e ocorre menos frequentemente entre aqueles que possuem maior dificuldade e dependência (BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2018), limitando, assim, a independência. Koontz, Bass e Kulich (2020) afirmam que a transferência é uma tarefa essencial para a execução de atividades de vida diária (AVD) como banho, ida ao banheiro, dirigir, etc. e para a participação em sociedade como idas a restaurantes, parques, piscinas, parques temáticos e escritórios médicos.

2.4.1 Técnicas de Transferência

As técnicas de transferência podem ser separadas baseadas em nível de autonomia e forma de movimentação. A nível de autonomia, pode ser realizada de forma independente ou com assistência. A nível de movimentação, existem duas principais técnicas distintas: pivô sentado ou pivô em pé. A variação na técnica de transferência para pessoas em cadeira de rodas depende do nível de lesão ou dificuldade de cada um (GAGNON et al., 2008b).

Para a técnica da transferência de pivô sentado independente o usuário necessita ser capaz de erguer o próprio corpo com os braços (OMS, 2012). Apesar de cada pessoa ter a sua forma de realizá-la, em termos gerais o usuário deve posicionar a cadeira de rodas próxima ao local de destino, se posicionar na parte frontal do assento, colocar uma das mãos no assento de destino, erguer o corpo e movimentar o corpo para a transferência. Esse processo é exemplificado pela Figura 3. Esta técnica é uma das atividades rotineiras relacionadas ao uso da cadeira de rodas mais desafiadoras para pessoas com lesão medular devido ao esforço mecânico (forças e momentos) sobre os ombros e cotovelos (GAGNON et al., 2008b).



FIGURA 3 – Técnica de Transferência do Pivô Sentado (OMS, 2012)

Um estudo por Barbareschi e Holloway (2018), aponta que 73,8% dos 42 entrevistados são capazes de realizar a transferência independente. Destes, 74,2% utilizam a técnica de pivô sentado. Vale destacar que, entre os entrevistados, existem aqueles que, apesar do uso frequente da cadeira de rodas, são capazes de andar em variados níveis.

Esta técnica é ranqueada como a tarefa mais onerosa nas atividades de vida diária da pessoa em cadeira de rodas (GAGNON et al., 2008a). Existem diversos estudos que buscam analisar as técnicas de transferências em cada cenário (carro, cama, banheiro sendo as mais analisadas). As condições de cada cenário representam uma barreira ou um facilitador para a execução da técnica da transferência e a opção de uso de tecnologias assistivas para auxílio (BARBARESCHI et al., 2020). Kankipati et al. (2015) descreve detalhadamente a técnica de transferência do pivô sentado:

Para se preparar para a transferência, os indivíduos geralmente deslocam o corpo para a frente em suas cadeiras e colocam os pés no chão. Uma mão é colocada sobre o assento de destino (mão dianteira) enquanto a outra mão é colocada em uma parte da cadeira de rodas ou barra de apoio (mão de apoio). A partir desta posição inicial, o indivíduo começa a transferência: os braços levantam o corpo da cadeira de rodas e o deslocam lateralmente enquanto controlam os movimentos de articulação do tronco (por exemplo, flexão, rotação e elevação) e membros inferiores em torno dos pés. A transferência é concluída quando a pessoa senta no assento de destino e recupera a estabilidade postural. (KANKIPATI et al., 2015, Tradução da Autora).

Barbareschi et al. (2020) apontam que a técnica geral de transferência é similar entre os diferentes cenários para cama, banheiro e carro com elevador ou banco giratório. Além disso, variações no posicionamento das mãos e pés era frequente devido à pequenas diferenças no posicionamento da cadeira de rodas a cada vez que o participante aproximava a cadeira de rodas do assento de destino. A técnica utilizada relatada no estudo é similar à apresentada por Kankipati et al. (2015) com destaque apenas para as transferências para o banheiro onde haviam duas barras de apoio e

os participantes a utilizaram em 25% das transferências com a mão dianteira e 33,3% com a mão de apoio.

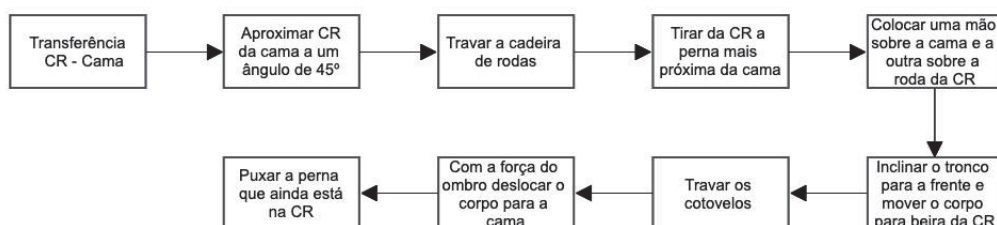
A técnica de transferência é relevante pois afeta os esforços sofridos pelos ombros uma vez que a maior parte do peso do corpo é inicialmente sustentada pelo braço de apoio e, em seguida, passa a ser sustentado pelo braço dianteiro (GAGNON et al., 2008b). A técnica é influenciada também pela deficiência que afeta a dificuldade de execução da tarefa. Haubert et al. (2015) destacam que lesões medulares mais altas geram um tempo maior de elevação do corpo e, portanto, um esforço maior para realizar a transferência.

Barbareschi e Holloway (2019) apresentam como fatores essenciais para o sucesso na transferência independente: força suficiente nos membros superiores, técnica, confiança e equilíbrio. A técnica para a transferência independente sentado passa pela “inclinação suficiente do tronco para gerar momento e aliviar o peso sobre as nádegas” (BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2019, p.3) que é um fator que também é limitado pelo tipo e grau da deficiência.

2.4.1.1 Análise da Tarefa

A análise da tarefa é caracterizada por retratar uma ação do usuário na interação com um produto (PAZMINO, 2015). Assim, foi realizada pela autora uma análise da tarefa da transferência entre a cadeira de rodas e a cama e entre a cadeira de rodas e o carro, tarefas comuns nas atividades de vida diária.

Para esta análise, foi utilizada como base a descrição do procedimento feita por uma pessoa com lesão medular C6 sobre o seu processo de transferência independente (MELO JR, 2017). Por meio da observação cautelosa dos movimentos e ações da pessoa em cadeira de rodas e pela sua narração foram elaborados os fluxogramas apresentados na Figura 4.



(a) Análise da Tarefa da Transferência da CR para a Cama (Autora)

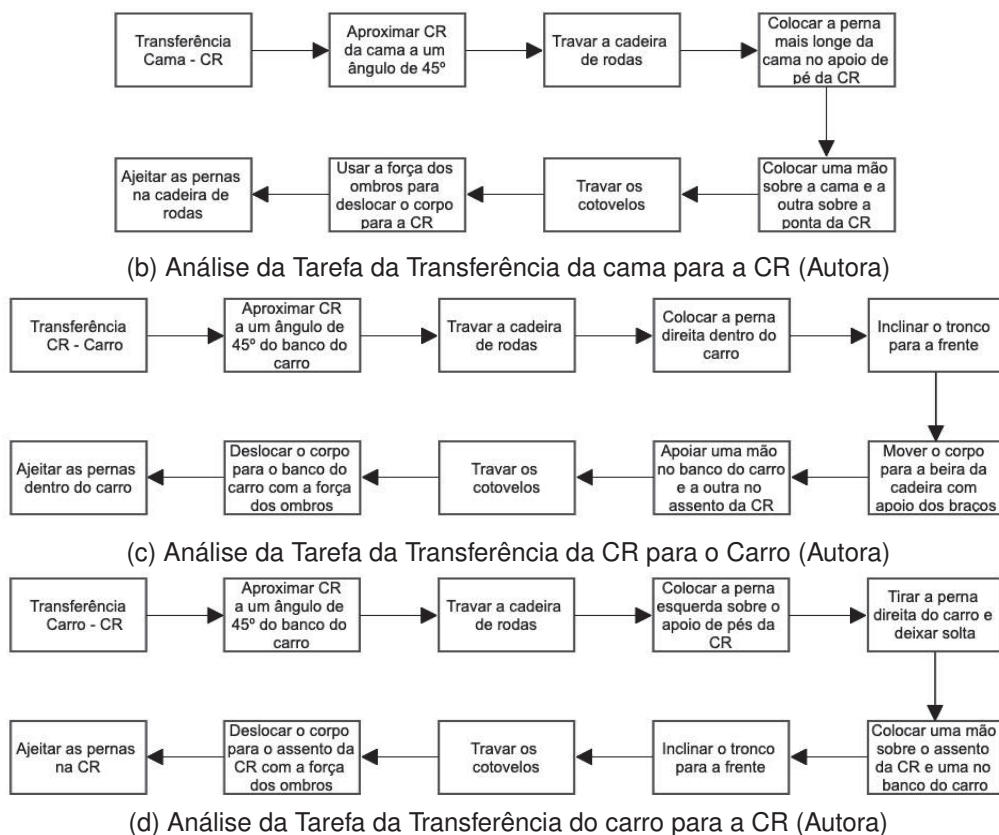


FIGURA 4 – Análises da Tarefa

Destaca-se, novamente, que cada usuário tem a sua forma de realizar a transferência. Neste caso, o usuário utiliza a força do ombro por não possuir força nos braços para realizar o movimento (MELO JR, 2017). No entanto, outros usuários possuem essa força e se utilizam mais da força do próprio braço para se transferir. No entanto, a situação mais crítica da transferência é justamente na etapa de deslocar o corpo de um assento para o outro utilizando a força dos membros superiores. É nesse momento que ocorrem a maioria das quedas seja por faltar força, pelos apoios se moverem (por exemplo a cadeira de rodas não estar travada direito e se movimentar levando a queda do usuário) ou por um espasmo do corpo. Nesse sentido que os produtos de transferência atuam auxiliando a reduzir o espaço de deslocamento ou inserindo uma força puxando o usuário para cima.

2.4.1.2 Pivô em Pé

Para a transferência em pé o usuário deve ser capaz de se levantar e suportar o peso do corpo com as pernas para conseguir realizar a técnica sem assistência (OMS, 2012). Para isso, a pessoa em cadeira de rodas deve se levantar (com auxílio de um cuidador se necessário) e virar o corpo em direção ao assento de destino. Um

exemplo dessa forma de transferência com assistência é apresentada na Figura 5.

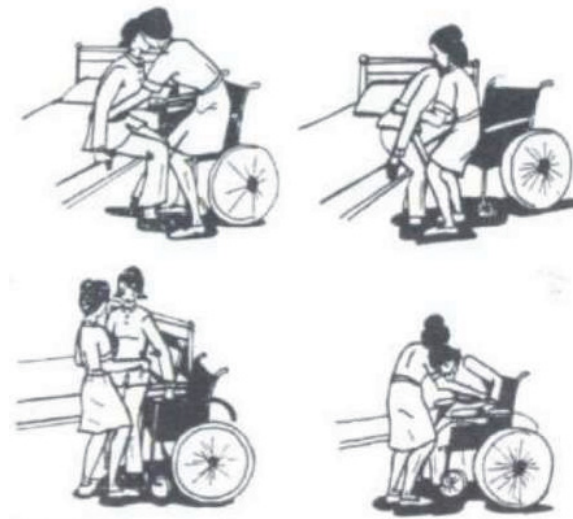


FIGURA 5 – Técnica de Transferência do Pivô em Pé (PREFEITURA DE MARINGÁ, 2018)

No estudo de (BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2018), os participantes que usaram técnicas de transferência em pé possuem condições tais como: esclerose múltipla, paralisia cerebral, entre outros (BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2018). Além disso, o estudo aponta ainda que 9,5% são totalmente dependentes na transferência.

2.4.1.3 Transferência para o Carro

A transferência para o carro é apontada como uma das tarefas mais onerosas para as pessoas em cadeira de rodas devido a necessidade de suportar o peso do corpo em um vão maior que o normal já que o assento do carro é afastado para dentro e muitas vezes mais alto que a cadeira de rodas (JANSSEN et al., 1994; HAUBERT et al., 2015). Por esse motivo, é uma das tarefas que é mais acompanhada de dores nos ombros, perdendo apenas para a propulsão em rampas muito inclinadas, colocar a cadeira de rodas dentro do carro e elevar objetos de uma prateleira superior (ALM; SARASTE; NORRBRINK, 2008). Consequentemente, é uma tarefa que muitas pessoas em cadeira de rodas requerem assistência para executar. Entre os participantes do estudo por Caro e Cruz (2020), a maioria (54,54%) relatou dependência para execução.

A técnica da transferência para o carro é similar a descrita na Seção 2.4.1. Ao entrar no veículo, a maioria dos participantes do estudo de Barbareschi et al. (2020) coloca a mão de apoio na cadeira de rodas (80%) e alguns (20%) na porta do carro enquanto que a mão dianteira é mais frequentemente posicionada no banco do motorista (75%) ou no volante com menor frequência (25%). No entanto, Haubert et al.

(2015) apontam que participantes que colocam a mão dianteira no volante apresentam maiores dores no ombro do que os que colocavam a mão no banco do carro. O mesmo estudo de Barbareschi et al. (2020) aponta que, em relação ao posicionamento dos pés dos participantes, era igualmente comum colocar o pé dianteiro dentro do carro e o pé de apoio no chão ou colocar os dois pés no chão (37,5% cada caso) e menos comum colocar os dois pés dentro do carro (25%).

O processo para transferência do carro para a cadeira de rodas é análogo, com 70% dos participantes do estudo de Barbareschi et al. (2020) posicionando a mão dianteira no assento da cadeira de rodas e o restante igualmente dividido entre a estrutura da cadeira de rodas (15%) ou na roda da cadeira (15%). A mão de apoio foi mais frequentemente posicionada no banco do carro (65%), seguida do volante (22,5%) e por fim no topo da porta do carro (12,5%). Os pés eram comumente posicionados com o pé dianteiro no chão e o pé de apoio dentro do carro (80% dos participantes), seguido do posicionamento dos dois pés no chão do carro (17,5%) e raramente os dois pés colocados no chão (2,5%).

A capacidade de dirigir um veículo indica independência e autonomia entre pessoas em cadeira de rodas. Tanto que aqueles usuários de cadeira de rodas com paraplegia que dirigem são quase duas vezes mais prováveis de possuírem um emprego ou um trabalho voluntário do que aqueles que não dirigem (HATCHETT et al., 2009 apud HAUBERT et al., 2015). Destaca-se que a altura do veículo (sedan x SUV por exemplo) influencia a técnica de transferência, principalmente quanto ao posicionamento das mãos enquanto o posicionamento das pernas não foi muito afetado (HAUBERT et al., 2015).

2.4.2 Parâmetros de Transferência

Os parâmetros para a realização das transferências são regulados, no Brasil, pela norma NBR 9050 (ABNT, 2015a). Ela define áreas e alturas dos assentos de destino para a realização da transferência.

A norma propõe que a altura do assento de destino seja similar à do assento da cadeira de rodas. Apesar de não estar compactado em uma única seção, esses valores variam entre 400 e 480 mm para a altura de bancos de transferência para piscina, bacias sanitárias, banheiras, entre outros. No entanto, a norma NBR ISO 7176:5 (ABNT, 2015b) apresenta como valor de referência da altura do assento de uma cadeira de rodas com aros de propulsão 520 mm.

Corroborado pela NBR ISO 7176:5 (ABNT, 2015b), o estudo por Toro, Koontz e Cooper (2012) apresenta, experimentalmente, os valores de 544 a 559 mm como as alturas mínima e máxima para que o percentil 95 consiga realizar a transferência com desvios de altura sem obstáculos. Dessa forma, percebe-se uma defasagem da norma

de acessibilidade (ABNT, 2015a) com os estudos científicos.

Além disso, a NBR 9050 (ABNT, 2015a) apresenta as áreas mínimas necessárias para permitir a transferência em diversas situações. No entanto, as áreas exigidas são diferentes em cada caso. Em alguns, como nas dimensões do boxe sanitário acessível, ela exige que seja possível o posicionamento paralelo, perpendicular e diagonal da cadeira de rodas em relação a bacia sanitária, visto na Figura 6.

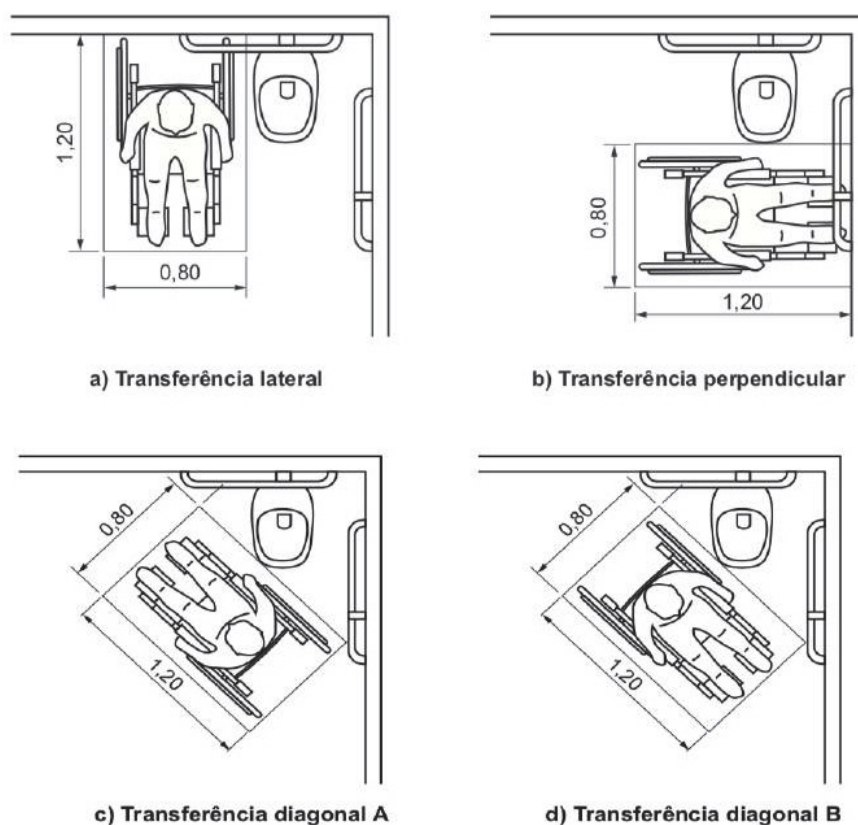


FIGURA 6 – Áreas de Transferência para a Bacia Sanitária NBR 9050 (ABNT, 2015a).

No entanto, em outras situações, é apresentada somente a necessidade de haver espaço para o posicionamento paralelo da cadeira de rodas, como no caso da transferência para uma banheira. Essa aproximação é vista na Figura 7.

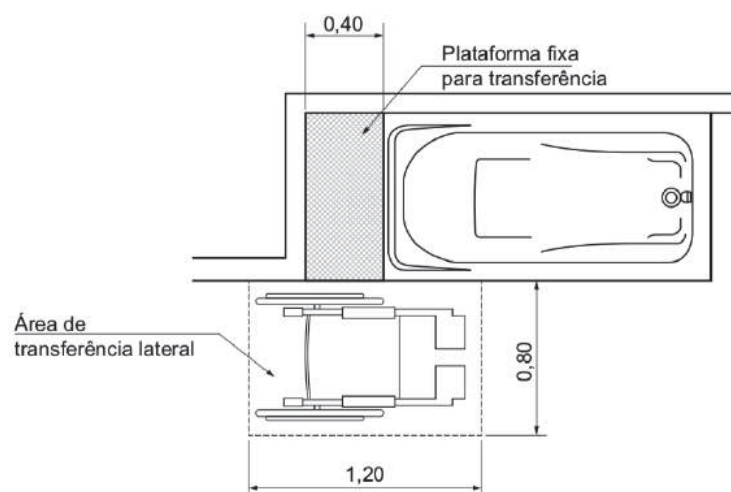


FIGURA 7 – Áreas de Transferência para a Banheira NBR 9050 (ABNT, 2015a).

Novamente, de forma contraditória a norma, o estudo de Toro, Koontz e Cooper (2012) relata que frequentemente pessoas em cadeira de rodas vão optar pelo posicionamento da cadeira com um ângulo em relação ao objeto alvo da transferência. Isso permite maior facilidade para realizar a tarefa.

2.4.3 Dificuldades na Transferência

Existem diversos fatores que dificultam a transferência para as pessoas em cadeira de rodas. Toro, Koontz e Cooper (2012) apontam a diferença de altura como um dos fatores complicantes para a execução da tarefa e para assegurar que a maioria (percentil 95) consiga transferir a altura do assento de destino deve variar próximo a média da altura da cadeira de rodas (54,4 - 55,9 cm). Corroborando, Caro e Cruz (2020) apontam que a maioria dos participantes (63,63%) relataram serem independentes em transferências para superfícies da mesma altura.

Além disso, outra pesquisa indica que para 90,5% das pessoas um assento mais alto que a cadeira de rodas limita a transferência (KOONTZ; BASS; KULICH, 2020). No entanto, estudo de Barbareschi et al. (2020) indicou que a diferença de altura não afetou significativamente a capacidade de transferir dos participantes, apenas para aqueles que utilizavam a tábua de transferência. No entanto, explicam que isso pode ser devido à participação de pessoas muito experientes e habilidosas na transferência, podendo ter padrões diferentes para pessoas com habilidades mais limitadas.

A presença de barras de apoio são destacadas por diversas pesquisas como auxílio a transferência. Toro, Koontz e Cooper (2012) apontam que uma barra frontal foi utilizada para auxiliar a transferência de 51% dos participantes transferindo para uma altura mais baixa e 59% transferindo para uma altura mais alta. Para os participantes

da pesquisa de Koontz, Bass e Kulich (2020), a presença de barras de apoio é um facilitador para 91,2% dos participantes. No entanto, aponta que esse facilitador é particularmente vantajoso para deficiências que não sejam a lesão medular.

Outros facilitadores de transferência são a presença de tecnologias assistivas, tamanho da superfície, espaço para realizar a transferência e superfícies macias (KOONTZ; BASS; KULICH, 2020). No entanto, além de facilitadores referentes ao espaço físico, existem limitantes associados às características do usuário. McKernan et al. (2020) apontam que uma redução na força ou na habilidade motora reduz a probabilidade do usuário conseguir transferir de forma independente. Além disso, alguns ambientes são caracterizados por limitar a participação de pessoas em cadeira de rodas devido à necessidade de transferência, entre eles: piscina, hotéis, médicos (macas clínicas e equipamentos de exame por imagem), vestiários, parques temáticos, arenas esportivas, restaurantes, entre outros (KOONTZ; BASS; KULICH, 2020).

2.4.4 Tecnologias Assistivas para Transferência

Existem diversas tecnologias assistivas cujo intuito é auxiliar a realização da transferência. Elas serão discutidas mais aprofundadamente na seção 4.3.1. No entanto, os mais conhecidos e utilizados são a tábua de transferência e o guincho (Figura 8). A tábua de transferência é utilizada para facilitar a passagem pelo vão entre assentos reduzindo o espaço que o corpo deve ficar elevado. Quanto a técnica de uso, ela varia com a direção da transferência (de/para a cadeira de rodas) e não necessariamente com o cenário (BARBARESCHI et al., 2020). Este estudo aponta que para sair da cadeira de rodas os participantes mantinham os dois pés nos apoios e pé da cadeira de rodas mas para voltar para a cadeira de rodas um pé era posicionado no apoio de pé e o outro no chão.



(a) Tábua de Transferência (CASA ADAPTADA, 2021)



(b) Guincho de Transferência (CAVENAGHI, 2020).

FIGURA 8 – Principais Tecnologias Assistivas de Transferência

As transferências com tábua de transferência possuem a vantagem de apresentar forças de reação nas mãos parcialmente reduzidas em relação a transferência sem tábua (BARBARESCHI; CHENG; HOLLOWAY, 2018). No entanto, apesar de haver uma redução no risco de lesão nos membros superiores com a tábua de transferência, eles apontam uma redução na qualidade da transferência, aumentando o risco de queda.

O guincho é um equipamento mais vantajoso para cuidadores de pessoas com maiores limitações. Muito usado em ambientes como casas de repouso e hospitais, o guincho auxilia a reduzir a carga sobre os cuidadores e funcionários destes ambientes. Engst et al. (2005) aponta que 96% dos funcionários de uma unidade de cuidados prolongados de um hospital consideraram que o guincho de teto facilitou o trabalho deles. No entanto, o guincho possui desvantagens significativas como: são demorados para utilizar, não focam no conforto do paciente/pessoas com deficiência, podem gerar hematomas e feridas na pele além da pessoa sentir que o processo é pouco digno (GRINDLE et al., 2015). Além disso, os guinchos são limitados devido ao seu tamanho e peso e dificilmente podem ser transportados ou utilizados em ambientes lotados (BURKMAN et al., 2017).

2.4.5 Riscos Associados à Transferência

Os principais riscos associados à transferência são o risco de queda e o risco de causar dores nos membros superiores. Ambos são discutidos a seguir.

2.4.5.1 Queda e Lesão

A transferência, independente ou assistida, apresenta riscos para os usuários de cadeira de rodas. Diversos estudos apontam a queda durante uma transferência como uma das principais causas de acidentes (RICE et al., 2017; XIANG; CHANY; SMITH, 2006; UMMAT; KIRBY, 1994). Quedas durante a transferência são bastante comuns (SINGH et al., 2020a; RICE et al., 2018) e podem apresentar consequências graves como fraturas conforme apresentado na pesquisa de Akhigbe et al. (2015) que indica que 24% das fraturas estudadas ocorreram durante a transferência. Ainda, apontam que a transferência segura da cadeira de rodas é um foco para redução de fraturas.

Fatores que aumentam o risco de queda durante a transferência são pisos molhados e erros de cuidadores manipulando tecnologias assistivas (RICE et al., 2018). Além disso, Garland, Adkins e Stewart (2005) apontam que idade avançada, duração maior da lesão, gênero feminino, paraplegia completa e fraturas prévias estão mais propensos a terem uma fratura. A fratura provocou o recebimento de tecnologias assistivas novas ou modificadas em 83% dos casos (sem especificar se foi causado

pela fratura ou pelo ponto de contato da PcD com o sistema de saúde), entre eles 33% eram TAs de transferência (AKHIGBE et al., 2015).

Os riscos da transferência, no entanto, não são apenas para as pessoas em cadeira de rodas realizando uma transferência independente. O cuidador ao realizar o auxílio na tarefa também se coloca em risco de lesão. Inclusive, a transferência manual de um paciente é um dos maiores riscos para o cuidador (NELSON, 2006). Além disso, são elencados os fatores que mais contribuem para o risco dos cuidadores: o peso da pessoa sendo transferida, distância da transferência, reação imprevisível da pessoa e ausência de auxílio de tecnologias assistivas.

2.4.5.2 Dores nos Membros Superiores

Além do risco de queda, a transferência exige força e controle dos membros superiores exigindo muito fisicamente e potencialmente causando dores e lesões nos membros superiores (BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2019). As forças elevadas que são aplicadas nos ombros e os ângulos que são atingidos com os braços para realizar a transferência são causadores de lesões nos ombros e nos pulsos (TSAI et al., 2016). Dores nos membros superiores ocorrem frequentemente nas pessoas com lesão medular com cerca de 30-60% relatando dores nos ombros, 22-45% nos cotovelos e 40-66% nos pulsos (PRESERVATION. . . , 2005). As forças sobre os ombros na transferência são menos frequentes mas muito mais intensas do que na propulsão (HAUBERT et al., 2015).

As dores nos membros superiores são correlacionadas às transferências no estudo de Barbareschi e Holloway (2018) onde 66% dos respondentes afirmaram que as transferências pioravam as dores nos ombros pelo menos ocasionalmente. Neste mesmo estudo, 69% dos entrevistados relataram dores nos ombros, 52,4% relataram dores nos pulsos, 50% dores nas mãos e 42,9% nos cotovelos. O risco de desenvolver dores nos ombros é maior para aqueles que utilizam a técnica do pivô sentado do que para aqueles que usam uma tábua de transferência ou utilizam a técnica do pivô em pé (BARBARESCHI; CHENG; HOLLOWAY, 2018).

Haubert et al. (2015) apontam que o desenvolvimento de dores no ombro em paraplégicos está associado a um aumento nas demandas de elevação de peso com os membros superiores nas tarefas de transferência, alívio de pressão e propulsão. No entanto, Mulroy et al. (2015) apontam que ser mais ativo e levantar mais peso com o ombro não é um fator de risco para desenvolver dores, pelo contrário, participantes que desenvolveram dores eram menos ativos antes da dor do que aqueles que não desenvolveram.

As consequências das dores no ombro para a vida da pessoa em cadeira de rodas são significativas, afetando independência, mobilidade funcional, qualidade

de vida e redução nas atividades físicas (GUTIERREZ et al., 2007). As atividades de vida diária não são comprometidas por causa da dor no ombro mas ela afeta a participação em atividades sociais opcionais (MULROY et al., 2015). Ou seja, as atividades essenciais da rotina da pessoa em cadeira de rodas são mantidas, mas a participação em sociedade e atividades de lazer ficam suspensas devido a dor no ombro.

2.5 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

O desenvolvimento de produto é uma estratégia utilizada por empresas para criar novos produtos para lançamento no mercado e exige etapas de planejamento, desenvolvimento, validação e implementação. De acordo com Rozenfeld et al. (2005), este processo necessita da compreensão de quais são as necessidades do mercado e as limitações tecnológicas impostas para gerar especificações de produção possíveis. Ou seja, é necessário considerar como será a fabricação do produto final assim como planejar e acompanhar a sua inserção no mercado e, por fim, seu processo de descontinuidade.

Dessa forma, pode-se simplificar a definição do desenvolvimento de produto como uma sequência de etapas que devem ser cumpridas para criar novos produtos que estejam de acordo com as necessidades do mercado desde o momento de estudo e concepção até o final da sua vida útil.

Existem diversos métodos propostos para o desenvolvimento de produtos, dos mais simplificados aos mais complexos. No entanto, todos se baseiam numa sequência lógica similar que incluem o pré-projeto ou pré-design, o desenvolvimento e o pós-projeto (ROCHA, 2004; ROZENFELD et al., 2005). Cada uma dessas fases possui suas características e saídas para assegurar a continuidade do projeto, como descritas a seguir.

- Pré-Projeto: é uma fase de estudo, planejamento e definição do problema. Ao final desta etapa é necessário ter estabelecido os requisitos do projeto.
- Desenvolvimento: é a fase de concepção de soluções, definição de solução e projeto do produto. Ou seja, definição de todos os componentes e preparação para produção. Ao final dessa fase deve se produzir um protótipo ou mínimo produto viável (MVP) para avaliação na próxima fase.
- Pós-Projeto: é a fase de produção, avaliação e acompanhamento do produto no mercado.

Um dos métodos de desenvolvimento de produtos mais utilizados na engenharia é o elaborado por Rozenfeld et al. (2005), cujas etapas do processo são apresentadas na Figura 9.

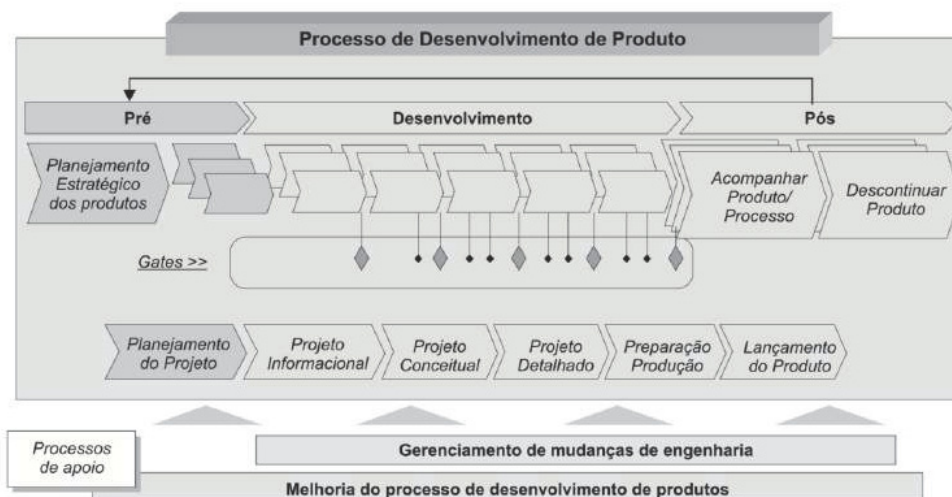


FIGURA 9 – Etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos (ROZENFELD et al., 2005).

A forma de distribuição de recursos entre as diversas etapas do desenvolvimento de produto gera resultados diferentes (MADUREIRA, O. M. DE., 2015). Há a tendência de se investir mais em fases finais do projeto. No entanto, Madureira, O. M. de. (2015) demonstra que a alocação de mais recursos em uma fase inicial do projeto, associado à execução simultânea de tarefas, resulta em um custo total e prazo de conclusão menores, como visto na Figura 10.

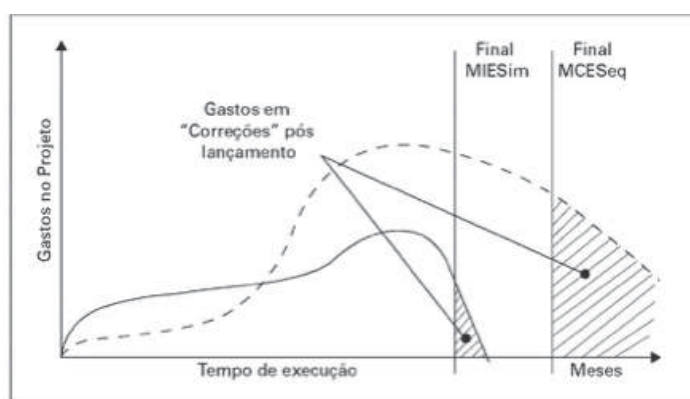


FIGURA 10 – Recursos Aplicados ao Projeto (MADUREIRA, O. M. DE., 2015).

Na figura a linha contínua representa o método integrado com engenharia simultânea (MIESim) e a linha tracejada representa o método convencional com engenharia sequencial (MCESeq). Apesar dos gastos com o projeto na MIESim ser maior

no início, o gasto total com o projeto (a integral da curva) é menor. Isto ocorre pois é muito mais econômico corrigir problemas na fase inicial.

Um dos métodos de desenvolvimento de produto, que será utilizado nesta dissertação, é o *Design Science Research*, que possui como característica o rigor científico na criação de novos artefatos.

2.5.1 *Design Science Research*

O termo *Design Science* foi introduzido em 1996 devida a uma dificuldade de utilizar as ciências tradicionais (naturais e sociais) em contextos "artificiais", ou seja, na criação de métodos ou projeto de produtos (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Dessa forma, pode ser definido da seguinte forma:

"a *design science* é a ciência que procura desenvolver e projetar soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas ou, ainda, criar novos artefatos que contribuam para a melhor atuação humana (...)". (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

Santos (2018) sugere a utilização do Design Science quando há a concepção de um artefato (ou tudo aquilo que é criado pelo homem) que promova melhorias na sociedade. Dessa forma, a utilização nesta pesquisa é embasada visto o objetivo de criação de um produto que promova o aumento na qualidade de vida das pessoas em cadeia de rodas.

A *design science* é a metodologia que busca a solução de problemas e criar uma forma de projetar. Enquanto isso, o *Design Science Research* (DRS) é o método que orienta uma pesquisa ou um projeto que possui como objetivo desenvolver um artefato.

Um diferencial da *design science research* em relação à métodos de desenvolvimento de produto tradicionais é a sua preocupação em generalizar o conhecimento para uma classe de problemas e transmiti-lo para a comunidade científica. Além disso, ela entende que nem sempre a solução ideal para um problema é viável e, portanto, uma solução satisfatória seria suficiente para assegurar o sucesso do projeto.

Dresch, Lacerda e Júnior (2015) elencam 7 princípios elaborados por Hevner et al. (2004) para guiar a utilização do *Design Science Research* na pesquisa. Estes princípios, apresentados na Figura 11, são a base do método e asseguram os seus pontos mais importantes: a criação de um artefato, o rigor científico e a comunicação de resultados. Além disso, eles apresentam uma abertura para a inserção do Design Centrado no Usuário no método ao garantir a contribuição da pesquisa e a avaliação do artefato, pois com a participação dos usuários é possível verificar que o produto

sendo desenvolvido está de acordo com as necessidades e expectativas e possui funcionamento adequado.

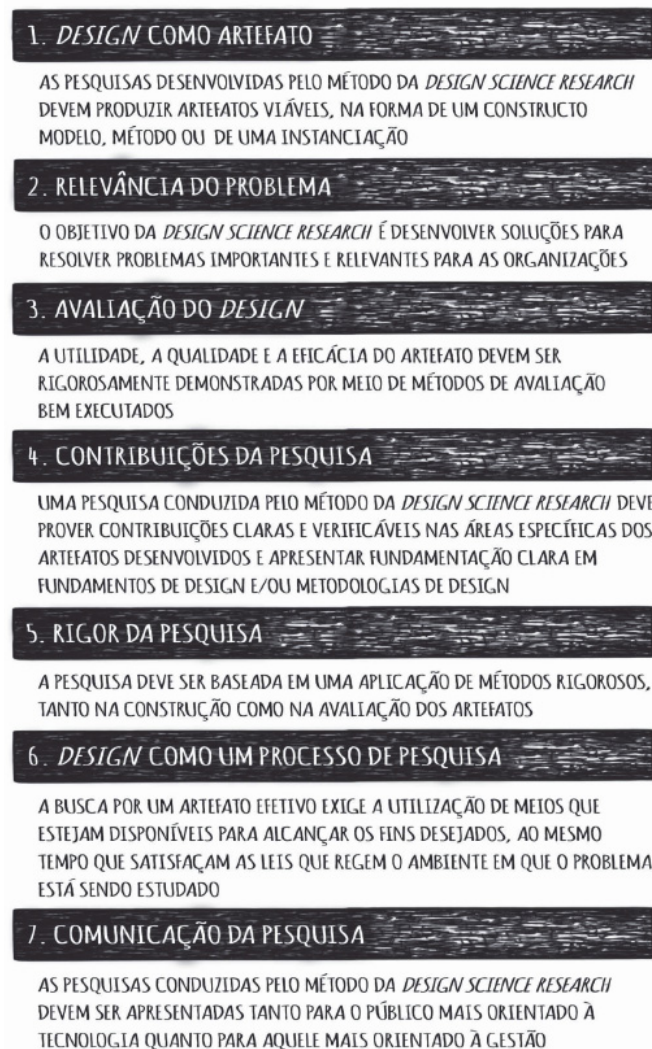


FIGURA 11 – Critérios de Utilização da Design Science Research (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

2.5.2 Design Centrado no Usuário

O termo 'Design Centrado no Usuário' foi utilizado inicialmente por Donald Norman em suas publicações onde ele destaca as necessidades e os interesses dos usuários os colocando como ponto central do *design* (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004). O Design Centrado no ser humano ou Design Centrado no Usuário (DCU), então, é uma metodologia de desenvolvimento de produto que coloca o usuário no centro de cada estágio do projeto, ouvindo-o antes de avançar para o próximo estágio (RUBIN; CHISNELL, 2011). Dessa forma, é necessária a participação e consulta

frequente aos usuários. As ferramentas deste método serão utilizadas juntamente com a *Design Science Research* nesta dissertação.

O método deve focar não apenas no usuário primário (aquele que irá de fato utilizar o produto), mas também nos usuários secundários (aqueles que usarão o produto eventualmente ou através de um intermediário) e terciários (pessoas que serão afetadas pelo uso do produto ou serão os decisores de compra). É somente considerando todos os *stakeholders* no desenvolvimento (apesar de nem todos precisarem participar do processo) que se obterá um produto de sucesso (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004).

Rubin e Chisnell (2011) apontam três princípios básicos do DCU: foco inicial no usuário e suas tarefas (contato direto entre usuários e equipe de design durante o desenvolvimento), avaliação e medição do uso do produto (medições comportamentais da facilidade de uso e aprendizado desde o início do processo) e design iterativo (por meio de testes de modelos conceituais e ideias desde o começo do processo). Garcia, Merino e Merino (2017) apontam que a essência deste método consiste em testes com os usuários com protótipos e modelos funcionais ao fim de cada estágio de projeto.

A ISO 9241-210 (ABNT, 2011) apresenta recomendações para a utilização e visão geral do DCU e o define como:

O projeto centrado no ser humano é uma abordagem para o desenvolvimento de sistemas interativos que objetiva tornar os sistemas utilizáveis e úteis, dando ênfase aos usuários, suas necessidades e exigências, pela aplicação de conhecimentos e técnicas de usabilidade e fatores humanos/ergonomia. Esta abordagem aumenta a eficácia e a eficiência, aprimora o bem-estar do ser humano, a satisfação do usuário, a acessibilidade e a sustentabilidade; e neutraliza possíveis efeitos adversos do seu uso na saúde, na segurança e no desempenho. (ABNT, 2011)

Como explicitado na definição da ISO 9241-210 (ABNT, 2011), o DCU proporciona a criação de produtos mais adaptados às necessidades reais dos usuários o que gera maior aceitação do produto. Este método já é amplamente difundido no meio acadêmico, industrial e com organizações governamentais (THOMAS; REMY; BATES, 2017). Além disso, considera-se que o envolvimento dos usuários em todas etapas de projeto é essencial para uma boa aceitação do produto (MAGNIER et al., 2012).

A ISO 9241-210 (ABNT, 2011) aponta quatro atividades centrais que devem ocorrer em um projeto com Design Centrado no Usuário: "compreender e especificar o contexto de uso, especificar os requisitos do usuário, produzir soluções de projeto e avaliar o projeto". A norma propõe como fluxo de atividades do Design Centrado no Usuário uma iteratividade do processo para o sucesso do produto.

A maior vantagem no uso do DCU é apontada por Abras, Maloney-krichmar e Preece (2004) como a garantia de que o produto desenvolvido vai ser adequado para a finalidade esperada no ambiente em que será usado e, portanto, será um produto mais eficiente, eficaz e seguro. A ISO 9241-210 (ABNT, 2011) aponta vantagens no uso do DCU tanto para o usuário como para as empresas e organizações por: aumentar a produtividade dos usuários e eficiência operacional das organizações; facilitar a compreensão e utilização dos produtos reduzindo custos para treinamentos e suporte; aumentar a acessibilidade; melhorar a experiência do usuário; reduzir estresse e desconforto; fornecer vantagens competitivas para as empresas e contribuir para a sustentabilidade.

Ainda, outra vantagem apresentada pelo DCU é redução de tempo e custo do desenvolvimento do produto por também valorizar detecção de problemas em estágios iniciais do processo (WU, F.-G., MA, M.-Y. & CHANG, R.-H., 2009). Dessa forma, é possível realizar modificações no produto em estágios iniciais para que este se adéque melhor às necessidades dos usuários. O DCU também auxilia a aceitação do produto não apenas pela participação do usuário no seu desenvolvimento criando produtos mais adaptados para uso real mas, também, por criar um elo emocional entre os dois (MUGGE; SCHOORMANS; SCHIFFERSTEIN, 2009; ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004).

Estas vantagens são especialmente importantes no desenvolvimento de produtos de tecnologia assistiva uma vez que o projetista geralmente não pode se basear em experiências próprias como usuários para projetar por possuírem capacidades significativamente diferentes das capacidades dos usuários (MAGNIER et al., 2012). Este fator é especialmente significativo com as tecnologias assistivas por estas possuírem altas taxas de abandono, como mencionado na Seção 1. Nesse sentido, ferramentas de DCU são amplamente utilizadas no desenvolvimento de produtos de TA (MAGNIER et al., 2012).

As vantagens da utilização deste método na criação de produtos para pessoas com deficiência está associado ao fato de que habilidades, deficiências, estado de saúde, situação socioeconômica e de uso do produto e as preferências variam imensamente entre indivíduos o que se torna um enorme desafio de projeto amenizado pela participação deste público no desenvolvimento (PHILIPS et al., 2020). Além disso, ao se considerar não apenas o usuário primário mas o secundário e terciário no contexto da pessoa com deficiência, os cuidadores aparecem, também, como público alvo do Design Centrado no Usuário. Philips et al. (2020) apontam que encontrar o equilíbrio entre as expectativas de todos os *stakeholders*, muitas vezes contrárias, é fundamental para o sucesso do projeto.

No entanto, o Design Centrado no Usuário também é afetado por dificuldades

e desvantagens. Thomas, Remy e Bates (2017) apontam que o emprego deste método dificulta, para a equipe de *design*, a consideração dos impactos do produto para pessoas que não são usuárias, para o meio ambiente e para a sociedade em geral. Essas limitações são exemplificadas por Schweikardt (2009) com o projeto de um carro veículo utilitário esportivo: a abordagem do DCU cria carros com mais espaço interno e uma posição mais dominante na estrada a pedidos dos usuários, porém falha em considerar o impacto ambiental de um carro dessas dimensões e o risco adicional para pedestres e passageiros de carros menores.

A aplicação do DCU no contexto do desenvolvimento de tecnologias assistivas também apresenta desafios, em especial com a dificuldade de encontrar usuários dispostos a participar, testes com pessoas com deficiência são mais caros e demorados, dificuldades de comunicação podem ocorrer, testes podem causar fadiga para os usuários e podem afetar a sua auto-estima (MAGNIER et al., 2012). Wyke (2011) recomenda, ainda, investir tempo para conhecer os usuários com deficiência antes do início dos testes e a inclusão de testes com pessoas sem deficiência no início do projeto para economizar tempo para amenizar as dificuldades na implementação do DCU com este público.

Com as informações apresentadas neste capítulo, percebe-se a necessidade de desenvolvimento de um produto de auxílio na transferência assim como os princípios básicos que permitem que ele seja realizado.

3 MÉTODO

Neste capítulo, é apresentado o método utilizado para o desenvolvimento de produto: a *design science research*. Nele serão inseridas estratégias do Design Centrado no Usuário para resolver o problema encontrado e assegurar uma maior aceitação do produto.

Dessa forma, este capítulo discute a caracterização da pesquisa, a seleção e relevância do método, aprofundamento sobre a *Design Science Research* (DSR) e as fases e ferramentas utilizadas.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A caracterização da pesquisa se dá seguindo as diversas classificações apresentadas por Silva e Menezes (2001). Quanto a sua natureza, a pesquisa é aplicada, ou seja, a pesquisa busca soluções para um problema específico gerando uma aplicação prática do conhecimento (SILVA; MENEZES, 2001). Dessa forma, esta pesquisa se encaixa nesta classificação por ter como objetivo geral a solução para o problema específico da transferência de pessoas em cadeira de rodas.

Quanto a sua abordagem, Silva e Menezes (2001) classificam a pesquisa como quantitativa ou qualitativa. No entanto, Creswell (2014) apresenta a abordagem mista que consiste em conciliar abordagens qualitativas e quantitativas com o objetivo de sanar fraquezas em ambas as abordagens tradicionais. Portanto, nesta dissertação a abordagem mista é empregada alternando análises quantitativas e qualitativas para acrescentar dados ou validá-los.

Em relação aos objetivos, esta pesquisa se qualifica como exploratória quanto a seu objetivo por buscar levantar os problemas associados às transferências da cadeira de rodas para que, então, possam ser sanados pelo desenvolvimento de um produto novo.

3.2 SELEÇÃO E RELEVÂNCIA DO MÉTODO

A opção pelo método da *Design Science Research* se deu por ser uma forma de "guiar as pesquisas orientadas à solução de problemas e ao projeto de artefatos" (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015, p. 52). Além disso, o método permite um rigor científico no desenvolvimento do produto proporcionando, também, a transmissão dos resultados encontrados para a comunidade científica que é essencial para a pesquisa no ambiente acadêmico.

Além disso, a *Design Science Research* é, também, interdisciplinar (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Sabe-se que as tecnologias assistivas possuem a característica da interdisciplinariedade na elaboração dos produtos (CAT, 2009). Trabalha-se com engenheiros, designers, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, cuidadores, entre outros, para a elaboração de um produto adequado para as necessidades da pessoa com deficiência. Neste sentido, o método torna-se vantajoso no desenvolvimento do produto nesta dissertação.

Além disso, a inclusão da etapa de avaliação do produto torna o método compatível com a inclusão das ferramentas do Design Centrado no Usuário, permitindo a combinação de abordagens nesta dissertação.

A seleção se fundamenta, não somente, nas características do método que o tornam atrativo para a sua aplicação mas também em utilizações anteriores no contexto científico mostrando que, de certa forma, ele já foi validado para a utilização em dissertações.

Em consulta realizada ao Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, 2914 textos utilizaram a DSR no campo do design, sendo 2332 dissertações, 397 teses e 185 mestrados profissionais. Já na área da engenharia mecânica, foram 2581 trabalhos sendo 1876 dissertações e 705 teses. Na área do desenvolvimento de produtos especificamente, foram encontrados 925 obras sendo 663 de mestrado e 262 de doutorado. Assim, verifica-se que o método foi amplamente utilizado nas áreas que envolvem esta pesquisa o que demonstra confiabilidade na sua seleção.

3.3 FASES E FERRAMENTAS DA PESQUISA

Dresch, Lacerda e Júnior (2015) sugerem a aplicação do método da DSR em doze etapas que são apresentadas na Figura 12. Além disso, para esta dissertação foi incluída dentro do método da *design science research* a participação dos potenciais usuários do produto seguindo os princípios do Design Centrado no Usuário. As etapas da DSR onde se incluíram ferramentas do DCU, por meio da participação dos usuários, são assinaladas na figura por meio do ícone .

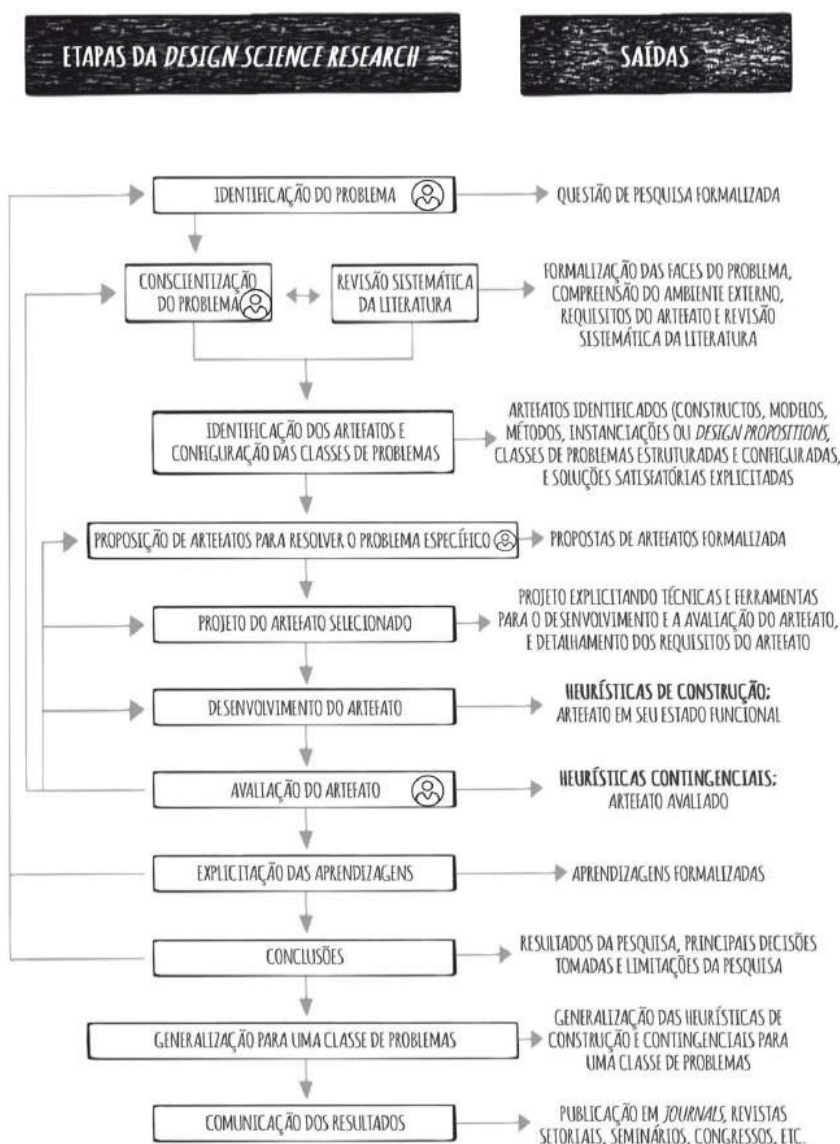


FIGURA 12 – Etapas da Design Science Research (Adaptado de Dresch, Lacerda e Júnior (2015)).

Para isso, a pesquisa foi realizada em parceria com o Hospital de Reabilitação em Curitiba pertencente ao Complexo Hospitalar do Trabalhador. Foi, ainda, aprovada em comitê de ética (da UFPR e do Hospital do Trabalhador) com CAAE 31875920.8.0000.0102 cujo parecer é apresentado no Apêndice 1. Participantes da pesquisa foram abordados por meio de contato com o Hospital, sendo que vários deles são pacientes ou ex-pacientes da instituição.

As etapas propostas pela DSR que foram utilizadas nesta dissertação, assim como as ferramentas implementadas em cada uma, são apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3 – Desmembramento da Aplicação do Método DSR (Continua)

Fase da Pesquisa (DSR)	Ferramentas Utilizadas	Resultado da Fase / Etapa
Identificação do Problema	Pesquisa Científica Inicial - com base na área de pesquisa prévia da autora e do grupo de pesquisa, investigou-se as causas dos acidentes em CR. Dissertação: Capítulo 1	Definição do tema geral da pesquisa - desenvolver um produto que venha a reduzir o número de acidentes com CR e aumentar a qualidade de vida.
	Questionários - Investigação sobre o uso da cadeira de rodas no Brasil e as dificuldades encontradas pelos usuários. Dissertação: Seção 4.1.1	Formalização da questão da Pesquisa - desenvolvimento de um produto de auxílio à transferência que venha a reduzir os acidentes e as limitações para pessoas em CR.
	Entrevistas - Investigação mais aprofundada sobre as dificuldades no uso da CR e as suas causas. Dissertação: Seção 4.1.2	
Conscientização do Problema e Revisão Sistemática da Literatura	Revisão Bibliográfica Sistemática - consulta as bases de dados sobre cadeira de rodas, acidentes, dificuldades, tecnologias assistivas. Dissertação: Capítulo 2	Compreensão aprofundada das dificuldades enfrentadas pelas pessoas em cadeira de rodas. Identificação de possíveis requisitos do artefato.
	Pesquisa de Normas - consulta as normas de cadeiras de rodas e tecnologias assistivas para verificação das necessidades que devem ser atendidas. Dissertação: Seção 2.2	
	Levantamento de Requisitos - com base na literatura se listou requisitos que o produto deve atingir para ser uma solução satisfatória. Dissertação: Seção 4.2.1	Lista de requisitos do produto para serem validados com os usuários.
	Verificação dos Requisitos - consulta, por meio de grupo focal aos usuários de cadeira de rodas sobre os requisitos necessários para que o produto seja satisfatório. Dissertação: Seção 4.2.2	Lista final dos requisitos do produto.

Fase da Pesquisa (DSR)	Ferramentas Utilizadas	Resultado da Fase / Etapa
Identificação dos Artefatos e Configuração das Classes de Problemas	Pesquisa de Patentes e Similares - busca de produtos (comerciais, patentes, estudos científicos) que buscam resolver problemas similares. Dissertação: Seção 4.3.1	Criação de um banco de dados de produtos que servem de inspiração para geração de novas alternativas.
Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico	Geração de Alternativa - brainstorming para geração de ideias que solucionem o problema proposto. Dissertação: Seção 4.4.1	Modelo visual que permita a compreensão do funcionamento da ideia para avaliação de potenciais usuários.
	Verificação do Modelo - realização de GF com potenciais usuários para análise da solução. Uso da ferramenta SCAMPER no GF para auxiliar a determinar melhorias. Dissertação: Seção 4.4.2 	Modelo 3D do produto com as alterações sugeridas pelos potenciais usuários.
Projeto do Artefato	Dimensionamento da Estrutura - Definição das dimensões para suportar as cargas por meio de simulação mecânica. Dissertação: Seção 4.5.1	Projeto mecânico do artefato e desenhos técnicos.
	Seleção de Componentes - Seleção dos componentes que serão necessários para montagem da estrutura. Dissertação: Seção 4.5.2	
	Definição do Funcionamento - Definição do movimento do artefato (mecânico ou elétrico) e componentes necessários para o seu funcionamento. Dissertação: Seção 4.5.3	
	Estimativa de Custo do Produto - realização do cálculo do custo estimado para verificar sua viabilidade. Dissertação: Seção 4.5.4	

Fase da Pesquisa (DSR)	Ferramentas Utilizadas	Resultado da Fase / Etapa
Desenvolvimento do Artefato	Construção do Artefato - Desenvolvimento de uma representação gráfica do artefato que permita a sua avaliação. Dissertação: Seção 4.6	Artefato em seu estado funcional e heurística de construção.
Avaliação do Artefato	Simulação Ergonômica - Estimativa da usabilidade do produto por meio de simulações ergonômicas do uso do produto. Dissertação: Seção 4.7.1  Questionário de Avaliação - Previsão de usabilidade do produto pelos usuários baseado em um vídeo de funcionamento. Dissertação: Seção 4.7.2 	Artefato avaliado e heurísticas contingenciais.
Finalização	Explicitação das Aprendizagens - Reflexão sobre os resultados encontrados. Dissertação: Capítulo 5 Resultados e Limitações da Pesquisa - Discussão dos resultados encontrados. Dissertação: Seção 6.2 Generalização - Generalização das heurísticas de construção e contingenciais para uma classe de problemas. Dissertação: Seção 6.1 Comunicação dos Resultados - Finalização do texto da dissertação e publicação de artigo.	Resultados da pesquisa; generalização das heurísticas; publicação dos resultados

As ferramentas que incluíram a participação dos usuários, configurando a inclusão do Design Centrado no Usuário dentro do método da DSR, foram assinaladas pelo ícone .

3.3.1 Identificação do Problema

A identificação do problema a ser estudado na pesquisa é, geralmente, baseada em um interesse do pesquisador que busca solucionar algum problema ou encontrar uma resposta à um tema importante. Para isso, foi realizada uma pesquisa abrangente na literatura, buscando identificar problemas enfrentados por pessoas em cadeira de rodas. Aliando, assim, o interesse da pesquisadora, os temas de pesquisa

do Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da UFPR e problemas reais a serem solucionados.

Como forma de avaliar os problemas encontrados na literatura na realidade, contou-se com a participação de usuários por meio de duas ferramentas: o questionário e a entrevista. Por meio dessas duas estratégias, é possível compreender a realidade e as dificuldades encontradas para precisar o objetivo da pesquisa.

A primeira ferramenta utilizada, de forma mais quantitativa, para compreender o problema é o questionário com perguntas fechadas. Nele, busca-se obter dados numéricos que comprovem a necessidade de se tratar do tema e de se buscar uma solução ou melhoria para as pessoas em cadeira de rodas. Dessa forma, apresentam-se perguntas que solicitam ao respondente quantificar problemas enfrentados com a cadeira de rodas, conforme apresentado no Apêndice 2.

Assim, para uma análise quantitativa, necessita-se de um número maior de respostas. Utiliza-se, então, um cálculo baseado no tamanho da população (N), a margem de erro desejada (e) e o nível de confiança da pesquisa (z) para se encontrar o tamanho da amostra (A) utilizando uma população (p) igual a 0,5 por ser a primeira aplicação do questionário e não haver dados para comparação. A fórmula para definição do tamanho da amostra que será necessária é apresentada na Equação 3.1.

$$A = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)} \quad (3.1)$$

Assim, utilizando os valores de 588'151 pessoas com deficiência motora com mais de 19 anos classificadas pelo IBGE como 'não consegue de modo algum' para o tamanho da população, grau de confiança de 95% e margem de erro de 9% obtém-se o valor de 119 respostas necessárias do questionário. Foi obtido um total de 127 respostas na prática.

Já a entrevista busca coletar dados e experiências de pessoas em cadeira de rodas acerca das dificuldades encontradas na vida diária. Para tal, utiliza-se uma entrevista semi-estruturada que contém um roteiro de perguntas abertas e possibilita perguntas complementares para se aprofundar em determinado tópico (MANZINI, 2012). A utilização dessa forma de entrevista se dá devido a possibilidade de obter uma diversidade e quantidade grande de dados (ALVES; SILVA, 1992) e permitir uma comparação efetiva entre eles (MANZINI, 2012). Assim, o roteiro da entrevista semi-estruturada que é realizada com usuários é apresentado no Apêndice 3.

A entrevista é utilizada como forma de pesquisa qualitativa que objetiva compreender as dificuldades enfrentadas pelas pessoas em cadeira de rodas e, portanto, utiliza-se de procedimentos para constatar a saturação para definir a amostra que será

utilizada. Para tal, realizam-se entrevistas até se constatar que novos temas não são incluídos após novas entrevistas (FONTANELLA et al., 2011). Isto ocorreu com um total de 13 entrevistas.

Como a relevância do problema é um dos fatores críticos do DSR, é necessária a justificativa do mérito do assunto selecionado. Para tal, os conhecimentos apresentados no Capítulo 1 justificam o mérito da área de pesquisa e os questionários e entrevistas confirmam a relevância do problema na sociedade brasileira.

Assim, ao final desta etapa, o objetivo da pesquisa deve ser formalizado. O objetivo geral, também apresentado no Capítulo 1 é buscar ferramentas para identificar uma solução que facilite a tarefa da transferência para pessoas em cadeira de rodas.

3.3.2 Conscientização do Problema e Revisão Sistemática da Literatura

Esta etapa está fundamentada em se obter o maior volume de informação possível acerca do problema selecionado. Deve-se, portanto, ao final desta etapa, entender o contexto, as motivações, o ambiente de uso do artefato, entre outros. Logo, uma das saídas dessa etapa é elencar os requisitos de funcionamento do artefato.

Esta etapa inicia-se com a revisão sistemática na literatura, que é uma consulta às bases de dados científicas (tanto geradas pelas ciências tradicionais quanto pela DSR) para se ampliar o conhecimento acerca do problema identificado como para verificar possíveis soluções para este ou para problemas similares. Dessa forma, é considerada parte essencial da pesquisa e do desenvolvimento de produtos (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

A revisão sistemática da literatura seguiu o modelo proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011) nas bases de dados: Web of Science, Scopus e PubMed. Foram utilizadas as palavras chaves: wheelchair(cadeira de rodas), transfer(transferência), risk(risco) e difficulty(dificuldade) além de incluir critérios como revisão por pares, artigos publicados entre os anos de 2015 e 2021 nas línguas portuguesa e inglesa.

Além disso, elencam-se as normas que podem ser necessárias no desenvolvimento do produto. A revisão da literatura, assim como as normas encontradas, é apresentada no Capítulo 2 desta dissertação.

Com base nas informações obtidas na revisão da literatura e na pesquisa de normas técnicas, realiza-se um levantamento de requisitos inicial. Considerou-se, as normas brasileiras, em especial a NBR 7176:8 (ABNT, 2009), e as maiores dificuldades apresentadas pelos usuários nos questionários e entrevistas para a definição.

Dresch, Lacerda e Júnior (2015) citam, ainda, que para uma boa definição do problema (que seria o conjunto dessas etapas iniciais descritas), pode ser necessária a participação de especialistas e profissionais. No contexto do DCU, insere-se,

ainda, a colaboração dos usuários (ou potenciais usuários) do artefato que está sendo desenvolvido como indispensável.

Para tal, realizou-se uma verificação dos requisitos com usuários por meio de um grupo focal. Para definir se o grupo focal era uma ferramenta apropriada para obter os resultados necessários, seguiu-se as recomendações de Krueger e Casey (2014). Inicialmente, estabelece-se o objetivo da etapa como definir os requisitos do cliente para o produto sendo projetado (ROZENFELD et al., 2005). Com isso, busca-se uma grande variedade de ideias e opiniões acerca do problema da transferência, se espera ideias (ou diferentes necessidades) surgindo do grupo e testar as ideias já levantadas anteriormente (Seção 4.2.1). Assim, com base nas instruções de Krueger e Casey (2014), o grupo focal pode ser utilizado para atingir os objetivos dessa etapa.

Pazmino (2015) descreve o grupo focal como "ferramenta [...] que permite levantar as necessidades e desejos dos usuários para desenvolver soluções centradas no usuário". Dessa forma, se apresenta como forma efetiva de obter os requisitos para o produto na visão dos usuários, incluindo-os nesta etapa. Apesar de um grupo focal tradicional contar com 10 a 12 participantes e o mini grupo focal contar com 6 a 8 pessoas (PAZMINO, 2015), a necessidade circunstancial de se fazer um grupo focal virtual altera este cenário.

Krueger e Casey (2014) apresentam duas soluções para grupos focais não presenciais: conversas por telefone ou *chat rooms* na internet. No entanto, são apresentadas essas opções que, apesar de terem muitas vantagens como conectar pessoas de diferentes locais, reduzir o desconforto dos participantes e principalmente permitir a realização da atividade mesmo com isolamento social, possuem limitações. Como maior desvantagem do grupo focal por telefone se apresenta a impossibilidade de perceber a linguagem não verbal dos participantes (KRUEGER; CASEY, 2014). Já para as limitações do grupo focal pela internet se apresenta a dificuldade das pessoas que demoram mais para digitar de participar e responder a tempo. Além disso, a conversa é comprometida uma vez que as respostas não são sempre lidas por todos os participantes, se assemelhando mais a uma resposta de questionário do que uma discussão efetivamente (KRUEGER; CASEY, 2014).

Para mitigar essas limitações, realizou-se um grupo focal por video chamada, dessa forma mantém-se o formato de conversa mas permite uma percepção, mesmo que levemente limitada, da linguagem não verbal das pessoas. No entanto, por se assemelhar a forma de execução do grupo focal por telefone sugerido por Krueger e Casey (2014), optou-se por seguir as recomendações para este tipo de abordagem. Assim, objetivou-se um grupos de 4-5 pessoas para facilitar a conversa e reduzir o tempo. É sugerido um tempo máximo de uma hora de discussão neste caso pois as pessoas cansam mais rapidamente.

Para a seleção de pessoas para participarem do grupo focal é necessário encontrar o perfil que terá maior *insight* ou conhecimento sobre o tema. Para tanto se estabelece o foco em pessoas em cadeira de rodas com mais de 18 anos que tenham dificuldade para realizar a transferência e sintam limitações na realização de atividades por causa da tarefa. Definiu-se a criação. O grupo, com cadeirantes, foi formado por pessoas que participaram do processo de entrevistas e se encaixavam no perfil descrito.

3.3.2.1 Perguntas

A criação das perguntas deve ser feita com muito cuidado com base no tempo limite que se tem para o grupo (cerca de 1 hora) e no objetivo principal dele. Elas devem ser claras, breves, abertas, objetivas e devem ser testadas previamente (KRUEGER, 1998). Optou-se por trabalhar com perguntas estruturadas por facilitar a análise, manter consistência, ser mais recomendada para moderadores não experientes e ser mais usada no ambiente acadêmico (KRUEGER, 1998).

As perguntas em um grupo focal podem ser de 5 categorias, como descrito a seguir, e todas as categorias apresentam sua função e devem ser usadas para atingir o objetivo.

- Abertura - Os objetivos da pergunta de abertura são: os participantes se conhecerem, verem que existem características similares entre eles (o que os deixa mais confortáveis para conversar) e uma forma de encorajar que todos falem desde o início do grupo focal (KRUEGER, 1998). É importante que todos participem desde o início pois quanto mais tempo uma pessoa levar para falar pela primeira vez, mais difícil será para ela interagir (KRUEGER; CASEY, 2014). A pergunta deve ser rápida (cerca de 30 segundos), de fácil resposta (fatos e não opiniões) e não tem propósito de ser analisada. Não deve realçar diferenças entre participantes pois é possível que alguns sintam que devem deixar as respostas para os mais experientes ou mais velhos (KRUEGER; CASEY, 2014).
- Introdução - A pergunta introdutória, apesar de também não ser essencial para a análise, deve fazer com que os participantes comecem a pensar no tópico de discussão, experiências passadas que já tiveram e relembrar fatores importantes para a discussão (KRUEGER, 1998).
- Transição - Perguntas de transição servem como conectores lógicos para as perguntas chave. Geralmente são mais aprofundadas que as perguntas introdutórias e dão aos participantes uma visão geral de como os outros participantes veem o tema (KRUEGER; CASEY, 2014).

- Chave - As perguntas chave são as mais importantes do estudo que serão analisadas com maior cuidado. Usualmente existem 2 a 6 perguntas chaves. Será onde a maior parte do tempo será alocada e o moderador irá usar mais perguntas para incentivar os participantes a elaborar mais nas respostas (KRUEGER; CASEY, 2014; KRUEGER, 1998).
- Final - As perguntas finais servem para dar um fechamento a discussão e fazer os participantes refletirem sobre a discussão. Também são críticas para análise. Existem três tipos: Considerando tudo que foi discutido: determinar qual fator discutido é mais importante (o que os participantes consideram ser mais importante). Resumo: moderador faz um resumo do que foi discutido e pergunta se o resumo está adequado. Seguro: começa com um resumo do estudo e pergunta se algo foi esquecido (KRUEGER; CASEY, 2014).

As perguntas foram formuladas em um primeiro esboço com 7 perguntas, cujo objetivo principal era entender o que os usuários consideram serem requisitos de um produto para auxiliar a transferência e quais são mais importantes. Em seguida, elas foram revisadas por 6 pessoas: 3 pessoas externas a pesquisa, 1 pessoa em cadeira de rodas e 2 pesquisadores do laboratório que avaliaram as perguntas com base na clareza e facilidade de compreensão. Com as sugestões dos revisores, foi elaborada a versão final de perguntas que foi aplicada no grupo focal, apresentada no Apêndice 4.

Rozenfeld et al. (2005) separam os requisitos em requisitos dos clientes e requisitos do produto. Para eles, os requisitos dos clientes (encontrados por meio do grupo focal) devem ser traduzidos para parâmetros mensuráveis, os requisitos do produto. Além disso, vê-se a necessidade de incluir itens que foram obtidos da literatura que são essenciais do ponto de vista da engenharia para que o produto seja certificável e aceitável no mercado, como seguir normas impostas pela ABNT. É recomendado, ainda, não trabalhar com um número muito grande de requisitos (ROZENFELD et al., 2005).

3.3.3 Identificação dos Artefatos e Configuração das Classes de Problemas

Esta etapa também pode ser chamada de pesquisa de mercado ou pesquisa de similares e consiste em, com auxílio da revisão sistemática da literatura, encontrar, caso existam, artefatos pré-existent que respondam o mesmo problema, tanto já aplicados no mercado quanto em pedidos de patentes e estudos científicos. Com isso, é possível utilizar essas informações para o desenvolvimento de um produto superior, verificando as vantagens e desvantagens dos produtos existentes. Além disso, é uma forma de validação do problema que foi identificado nas primeiras etapas.

A pesquisa de similares foi realizada com auxílio de artigos encontrados na revisão da literatura, buscas em lojas de tecnologias assistivas e banco de dados de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e *Google Patents*. Levantaram-se vários produtos de auxílio a realização da transferência para pessoas em cadeira de rodas. Com eles, realizou-se uma análise sincrônica, que é, essencialmente, uma forma de comparação entre os produtos concorrentes existentes no mercado. Bertoncetto e Gomes (2002) descrevem a utilidade da análise como uma forma de "reconhecer o universo do produto em questão e para evitar reinvenções". Dessa forma, se torna vantajosa para avaliar e comparar os produtos encontrados na busca de similares.

Mesmo que seja encontrado um artefato/produto "ideal" para o problema proposto, ainda é possível seguir com a pesquisa buscando desenvolver um artefato que apresente soluções ainda melhores. Nesta etapa, pode-se começar a perceber possíveis soluções para o problema definido na pesquisa.

A configuração das classes de problemas deve ser construída pelo pesquisador, não havendo classes pré existentes. Dresch, Lacerda e Júnior (2015) recomendam uma lógica para a construção de classes de problemas, mostrada na Figura 13. Além disso, é importante notar que é possível criar classes mais específicas ou mais abrangentes e com essa amplitude é possível verificar quão abrangente é o artefato desenvolvido.



FIGURA 13 – Lógica para Construção de Classes de Problemas (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

Optou-se por categorizar os produtos encontrados por meio do seu nível tecnológico, separando-os em *Low-Tech* (baixo nível tecnológico), *Mid-Tech* (nível tecnológico intermediário) e *High-Tech* (inclusão de componentes de alto teor tecnológico).

3.3.4 Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico

Esta etapa é, essencialmente, criativa. Trata-se de gerar alternativas de solução satisfatória ao problema definido. Assim, procura-se utilizar técnicas de criatividade

para se obter o maior número possível de soluções. Logo, ao final desta etapa, deve-se possuir uma gama de soluções que cumprem os requisitos necessários.

Utiliza-se, nesta fase, o *brainstorming* como ferramenta de auxílio para a geração de alternativas. Se trata de uma técnica de geração de ideias de forma criativa em equipe, composta por 3 participantes. Busca-se levantar alternativas para resolução de um problema específico proposto por meio de discussões e troca de informações que incentivam a geração de novas ideias.

Após a seção de *brainstorming*, foram realizadas maquetes para avaliar o funcionamento e estabilidade das ideias propostas. Assim, foram se desenvolvendo modificações no modelo afim de criar um artefato de referência que pudesse ser apresentado aos usuários para avaliação e modificação.

Assim, é realizado um grupo focal onde o modelo é apresentado aos participantes (4 a 6 pessoas em cadeira de rodas). É incentivada uma discussão sobre a solução, buscando apontar vantagens e defeitos no modelo. Neste grupo focal é usada a técnica do SCAMPER cujo objetivo é criar outras soluções baseado em modificações do modelo proposto (PAZMINO, 2015). A sigla é um acrônimo em que cada letra representa uma série de perguntas propostas para se pensar a modificação do produto como visto a seguir.

- Substitua – O que posso substituir no material, no processo, na forma, na interface, na aparência, etc.?
- Combine – O que posso combinar no material, nas cores, nos processos? Que funções posso combinar?
- Adapte – O que posso copiar? O que pode ser adaptado? Que analogias posso aplicar?
- Modifique – O que posso aumentar, diminuir? O que posso deixar mais resistente, que componentes posso diminuir?
- Proponha outros Usos – Posso usar o produto para? Como um outro público pode usar o produto?
- Elimine – O que posso eliminar? Do que posso me desfazer?
- Rearranje – Como posso mudar a ordem, a sequência, etc.? O que posso reestruturar? O que posso inverter?

As perguntas que foram realizadas são apresentadas no Apêndice 5. Com os resultados obtidos no grupo focal, passa-se para a próxima etapa de projeto do artefato implementando as modificações propostas e dimensionando o artefato.

3.3.5 Projeto do Artefato Selecionado

Com a solução final definida, é realizado o projeto mecânico do artefato, incluindo seu funcionamento, dimensionamento da estrutura, seleção de componentes e estimativa de custos. Com isso, a saída desta fase são relatórios de construção, avaliação e funcionamento esperado do produto.

3.3.6 Desenvolvimento do Artefato

O desenvolvimento do artefato se refere à construção de um mínimo produto viável (MVP na sigla em inglês), ou seja, um modelo que possua todas as funcionalidades mínimas esperadas do artefato para que ele possa ser avaliado. Neste caso, trabalha-se com um modelo gráfico 3D para avaliação. Além disso, propõe-se também como saída desta etapa a definição das heurísticas de construção, ou seja, os requisitos necessários para o funcionamento interno do artefato.

As heurísticas de construção são uma das contribuições da *design science* por permitir melhorias no artefato gerado e o desenvolvimento de novos produtos. É uma das formas de comunicação da pesquisa (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

3.3.7 Avaliação do Artefato

É nesta etapa que se verifica a utilização do produto com os usuários para validação do seu funcionamento. Destaca-se, ainda, que é necessário verificar que os usuários compreendem o funcionamento e são capazes de operar o produto sem dificuldade.

Com as avaliações é possível verificar o cumprimento de todos os requisitos elencados na segunda etapa. Caso seja necessário, é possível, após a avaliação, retornar a alguma das fases prévias para adequação de algum problema, como é visto na Figura 12.

No entanto, há a limitação da avaliação devido ao contexto da pandemia do Covid-19 e necessidade de isolamento social. Portanto, foram necessárias formas de avaliação não presencial de um produto. Utiliza-se, então, um teste ergonômico RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) no modelo 3D para verificar que os esforços para utilização do produto não são excessivos. Além disso, é aplicado um questionário quanto a satisfação dos usuários com o modelo 3D do produto proposto e se eles o consideram útil.

As saídas dessa etapa são o artefato avaliado e as heurísticas contingenciais, ou seja, as condições de utilização e os limites do artefato.

3.3.8 Finalização

A finalização inclui a explicitação das aprendizagens, que é uma reflexão acerca dos resultados encontrados onde podem ser destacados pontos positivos e negativos que ocorreram durante a pesquisa. A finalidade desta fase é garantir a comunicação como um dos critérios da DSR, ou seja, que a pesquisa realizada possa servir como base para pesquisas futuras.

Além disso, realizou-se uma conclusão que resume os resultados encontrados e os sucessos e as limitações da pesquisa.

Em seguida, há uma generalização dos conhecimentos obtidos com o artefato e com as heurísticas de construção e contingencial para que possam ser utilizadas em uma classe mais genérica de problemas. Ou seja, permite que uma solução criada para um problema específico possa ser aplicada em outros casos análogos.

Por fim, é realizada a comunicação dos resultados nada mais é do que a forma científica de divulgação dos resultados para que àqueles trabalhando em problemáticas similares possam consultar. Essa comunicação é dado por meio desta dissertação, além de artigos científicos publicados sobre esta pesquisa.

A síntese das ferramentas utilizadas na pesquisa é apresentada na Figura 14.



FIGURA 14 – Síntese das Ferramentas Utilizadas (Fonte:Autora)

Com isso, as ferramentas apresentadas neste capítulo são aplicadas na sequência do trabalho, com seus resultados sendo discutidos.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Este capítulo apresenta a aplicação das ferramentas nas etapas do método delineado nesta dissertação, os resultados encontrados em cada uma delas e algumas discussões sobre eles.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Esta seção investiga os principais problemas no uso da cadeira de rodas com a participação dos usuários por meio das ferramentas do questionário e da entrevista.

4.1.1 Questionário

O questionário foi aplicado seguindo o modelo no Apêndice 2 de forma digital utilizando a plataforma Formulários *Google*. O *link* do questionário foi então enviado para pessoas em cadeira de rodas cujo contato foi obtido por meio do Hospital de Reabilitação, para a Associação dos Deficientes Físicos do Paraná e compartilhado em grupos de *Facebook*® com foco na pessoa com deficiência, em especial pessoas em cadeira de rodas tais como: "Pessoas com Deficiência", "Cadeirantes do Brasil" e "Cadeiras de Rodas Motorizadas e Scooter". A estratégia de utilizar os grupos permitiu respostas de diversas partes do Brasil, tornando o questionário mais amplo e significativo quanto a seus resultados. A forma de abordagem nestes grupos que apresentou maior eficiência (número de respostas nos dias seguintes a postagem) foi uma abordagem mais rápida apenas perguntando se poderiam participar de uma pesquisa de mestrado cujo objetivo era desenvolver um produto de auxílio para pessoas em cadeira de rodas. Quando o *link* foi postado com uma explicação mais longa sobre a pesquisa e com objetivos mais detalhados, o número de respostas foi bem inferior.

Como forma de acatar as exigências do Comitê de Ética, a primeira página do questionário apresentou o TCLE (Apêndice 6) e perguntou se a pessoa leu o termo e se gostaria de participar da pesquisa. Caso a resposta fosse negativa, a pessoa era direcionada para o fim do questionário. Com a resposta positiva ela era encaminhada para o início das perguntas. O questionário obteve um total de 132 respostas, das quais 127 pessoas concordaram em participar da pesquisa e responderam as perguntas. Este número, superior ao calculado na Seção 3.3.2 de 119, garante um grau de confiança de 95% e margem de erro de 9%. Os resultados do questionário são apresentados em sua totalidade no Apêndice 7.

4.1.1.1 Características Demográficas e de Uso da Cadeira de Rodas

Das 127 respostas válidas, 53,5% (68) se identificam com o gênero masculino, 45,7% (58) com o gênero feminino e 0,8% (1) preferiu não responder, como visto na Tabela 4. Além disso, agrupou-se as idades dos participantes onde a maioria dos está no grupo de 36 a 45 anos (30,7%). Além disso, a média de idade dos participantes foi de 41 anos.

TABELA 4 – Características de Gênero e Idade dos Participantes do Questionário

Característica	Frequência	Porcentagem (%)
Gênero		
Masculino	68	53,5
Feminino	58	45,7
Não Respondeu	1	0,8
Idade		
18 - 25	11	8,7
26 - 35	34	26,8
36 - 45	39	30,7
46 - 55	28	22,0
56 - 65	11	8,7
65 +	3	2,4
Não Respondeu	1	0,8

O questionário conseguiu abranger pessoas com diferentes deficiências, apesar da maioria possuir lesão medular (54,5%) como visto na Tabela 5. Foram mencionadas 23 deficiências ou condições diferentes. Essas porcentagens são análogas à estudos (estrangeiros) similares com cadeirantes (TSAI et al., 2016; BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2018). No entanto, uma divisão entre as lesões medulares (paraplegia e tetraplegia) traria resultados mais precisos.

TABELA 5 – Características de Deficiência dos Participantes do Questionário

Característica	Frequência	Porcentagem (%)
Deficiência		
Lesão Medular	69	54,3
Poliomielite	15	11,8
Paralisia Cerebral	10	7,9
Distrofia Muscular	6	4,7
Esclerose Múltipla	3	2,4
AVC/Trombose cerebral	2	1,6
Fragilidade	2	1,6
Amputação	2	1,6
Artrogrípse	2	1,6
Nanismo	2	1,6
Necrose	2	1,6
Outros	12	9,4

Ao avaliar as características de uso da cadeira de rodas dos participantes na Tabela 6, percebe-se uma predominância maior de pessoas com mais experiência no uso da CR (mais de 20 anos de uso da cadeira de rodas) com 30,7% das respostas. Além disso, o grupo com menor participação são os menos experientes (0 - 5 anos) com 19,7%. Ainda é possível notar que a maioria dos participantes percorre distâncias pequenas com a cadeira por dia onde 0 a 1 km e 1 a 5 km representam respectivamente 40,9% e 39,4%. Além disso, o uso da cadeira de rodas é predominante na maior parte do dia onde 57,5% dos participantes a utilizam por mais de 8 horas diárias.

TABELA 6 – Características de Uso da CR dos Participantes do Questionário

Característica	Frequência	Porcentagem (%)
Tempo de Uso da CR		
0 - 5	25	19,7
6 - 10	26	20,5
11 - 20	36	28,3
20 +	39	30,7
Não Respondeu	1	0,8
Distância Percorrida por Dia		
0 - 1 km	52	40,9
1- 5 km	50	39,4
Mais de 5 km	25	19,7
Tempo de Uso da CR por Dia		
0 - 1 hora	5	3,9
1 - 3 horas	18	14,2
3 - 5 horas	13	10,2
5 - 8 horas	18	14,2
Mais de 8 horas	73	57,5

4.1.1.2 Características de Queda da Cadeira de Rodas

Em seguida se avalia quedas da cadeira de rodas e suas consequências para os participantes. Primeiramente, os participantes foram questionados se tiveram alguma queda no último ano de uso da cadeira de rodas, cujos resultados são apresentados na Tabela 7. Desses, 48,8% (62) não tiveram nenhuma queda, ou seja, mais da metade dos participantes (51,2%) caíram pelo menos uma vez em um ano. Este dado é corroborado por Rice et al. (2017) que apresentam porcentagens de queda entre 37,5% e 66,7% para pessoas em cadeira de rodas manual e motorizada respectivamente. Assim, percebe-se que no Brasil o padrão de quedas com a cadeira de rodas é similar a outros países. A maior porcentagem entre as pessoas que tiveram quedas é de 39,4% que tiveram entre 1 e 3 quedas no último ano.

TABELA 7 – Número de Quedas da CR no Último Ano dos Participantes do Questionário

Quedas	Frequência	Porcentagem (%)
Número de Quedas da CR no Último Ano		
Nenhuma vez	62	48,8
1 - 3 vezes	50	39,4
4 - 6 vezes	9	7,1
7 - 10 vezes	4	3,1
Mais de 10 vezes	2	1,6

Entre os motivos das quedas listados pelos participantes, vê-se majoritariamente fatores arquitetônicos como apresentado na Tabela 8. Das 127 respostas, 76 pessoas (59,8%) indicaram pelo menos um fator arquitetônico como motivo para queda, entre eles degrau/meio fio, rampa/rua excessivamente inclinada, buraco/desnível na rua e/ou falta de adaptação em banheiros/casas.

TABELA 8 – Motivos para Quedas da CR dos Participantes do Questionário

Quedas	Frequência	Porcentagem (%)
Motivos para Quedas da CR		
Não teve nenhuma queda	33	26,0
Tentar subir degrau/meio fio	33	26,0
Rampa/rua inclinada demais	29	22,8
Buraco/desnível na rua	41	32,3
Transferência	33	26,0
Falta de adaptação em banheiros/casas	19	15,0
Outros	13	10,2

Percebe-se, com essa informação a necessidade urgente de melhoria na acessibilidade de ruas, calçadas e construções para pessoas em cadeira de rodas.

Além disso, a transferência aparece como causa de queda secundária com 26% de relatos. Destaca-se que nesta pergunta, os participantes poderiam marcar todas as opções que já aconteceram com eles e, portanto, há mais de uma resposta por participantes (ou seja, a soma das porcentagens não é 100%).

Para as pessoas que indicaram já ter tido uma queda por causa de fatores arquitetônicos, 60,5% (46) possuem lesão medular. Além disso, 11,8% (9) possuem poliomielite, 7,9% (6) possuem paralisia cerebral, 2,6% (2) possuem esclerose múltipla, amputação e artrogripose (cada) e 11,8% (9) possuem outras deficiências. Entre as pessoas que destacaram a transferência como um motivo para quedas, 78,1% (25) possuem lesão medular. Outras deficiências que apresentaram a transferência como motivo para queda são paralisia cerebral, poliomielite, esclerose múltipla, siringomielia, mielomeningocele, luxação congênita e distrofia muscular com 3,1% (1) cada. No entanto, ao avaliar aqueles que nunca tiveram uma queda, essa porcentagem se torna diferente. Neste caso, apenas 33,3% (11) possuem lesão medular enquanto 15,1% (5) possuem poliomielite, 12,1% (4) distrofia muscular, 9,1% (3) paralisia cerebral, 6,1% (2) fragilidade e 24,2% (8) possuem outras deficiências.

Um dos fatores possíveis para essa diferença nas porcentagens de pessoas que não tiveram nenhuma queda pode estar associado ao que foi explicado por Jørgensen et al. (2016) que pessoas com a habilidade de se levantar do chão sem auxílio em caso de queda e que se exercitam com regularidade tem maior risco de queda. Isso porque esta capacidade pode dar à pessoa em cadeira de rodas a confiança de lidar com uma queda e aumentar a sua disposição para correr um risco maior. Estes critérios podem estar associados à deficiência, onde pessoas com lesão medular, em especial lesões mais baixas, podem ter maior capacidade de retornar a cadeira em caso de queda.

Entre as pessoas que tiveram quedas, algumas apontaram lesões graves como visto na Tabela 9. Das 127 respostas, 17 (13,4%) apontaram pelo menos uma lesão grave em decorrência de uma queda da cadeira de rodas. A lesão grave mais comum neste questionário foi fratura na perna (9,4% dos participantes mas 70,5% das pessoas que tiveram lesões graves). Estes dados são divergentes de Opalek, Graymire e Redd (2009) que apresentaram traumatismos cranianos e fraturas no crânio e face como principal lesão grave representando 40% dos pacientes que tiveram lesões graves que foram investigados enquanto que fraturas na perna representam 30%. Esta divergência pode estar associada à forma de coleta de dados uma vez que pessoas que tiveram traumatismos cranianos e fraturas no crânio podem não estar aptas a responder questionários, porém estariam em dados hospitalares coletados por Opalek, Graymire e Redd (2009).

TABELA 9 – Lesões Graves em Casos de Quedas da CR dos Participantes do Questionário

Quedas	Frequência	Porcentagem (%)
Lesões Graves em Caso de Queda de CR		
Fratura na Perna	12	9,4
Traumatismo Craniano	3	2,4
Fratura no Braço/Ombro	3	2,4
Fratura na Costela/Vértebra	1	0,8

Entre as deficiências com casos de lesão grave, a lesão medular aparece mais frequentemente com 10 casos (58,8%) seguida pela poliomielite (17,6%) e outras (23,5%). As lesões graves não apresentaram diferença significativa entre os gêneros onde 58,8% dos casos estão entre o gênero masculino e 41,2% feminino. Essa diferença é próxima a diferença de respondentes do questionário: 53,5% do gênero masculino e 45,7% do gênero feminino.

Perguntou-se para os participantes, ainda, na seção de quedas, se eles já deixaram de realizar uma atividade por medo de cair da cadeira de rodas. Destes, 59,8% (76) responderam afirmativamente enquanto apenas 40,2% (51) disseram que não. Entre os que responderam positivamente, 53% (41) possuem lesão medular, 11,8% (9) possuem poliomielite, 9,2% (7) possuem paralisia cerebral, 3,9% (3) possuem esclerose múltipla, 2,6% (2) possuem distrofia muscular, 2,6% (2) AVC/trombose cerebral, 2,6% (2) amputação e 13,2% (10) possuem outras deficiências. Destaca-se que 100% dos participantes que responderam com esclerose múltipla, AVC/Trombose cerebral ou amputação afirmaram já terem deixado de realizar alguma atividade por medo de cair da CR, apesar de um número baixo para tirar conclusões significativas. Ainda entre os participantes que afirmaram deixar de realizar atividades por medo de queda, 55,3% (42) se identificam com o gênero feminino e 43,4% (33) com o gênero masculino enquanto 1,3% (1) não identificaram o gênero. Percebe-se que uma porcentagem maior de pessoas do gênero feminino são influenciadas pelo medo de cair da cadeira de rodas nas atividades de vida diária do que no gênero masculino.

4.1.1.3 Características de Transferência da Cadeira de Rodas

Quanto à transferência, buscou-se primeiro compreender como os participantes do questionário realizam a transferência, evidenciado na Tabela 10. Nesse sentido, 52% (66) indicaram a transferência de forma independente. Muitos participantes apontaram a transferência assistida (32,3%) mas não especificaram como eles possuem auxílio. No entanto, houve aqueles que indicaram algum tipo de auxílio na transferência sendo o uso da tábua de transferência o mais comum com 11,8% das respostas, seguido pelo auxílio de uma pessoa com 5,5% das respostas e o uso de outro tipo de produto com

3,1%. Entre os produtos destacados estão o guincho e a faixa de transferência com uma citação cada e duas pessoas não especificaram o produto usado. Houve ainda um participante que indicou não realizar a transferência de todo. Neste caso, possivelmente a pessoa não compreendeu o termo 'transferência' e julga que a transferência realizada por terceiros ou por tecnologias assistivas não é considerada como "fazer uma transferência".

TABELA 10 – Forma de Transferência dos Participantes do Questionário

Transferências	Frequência	Porcentagem (%)
Forma de Realização da Transferência		
Independente	66	52,0
Assistida	41	32,3
Fica em pé	8	6,3
Não fica em pé	16	12,6
Usa a tábua de transferência	15	11,8
Usa o auxílio de uma pessoa	9	7,1
Usa outro produto	4	3,1
Se arrasta	2	1,6
Não faz a transferência	1	0,8

Estes dados indicam que os produtos no mercado para auxiliar na transferência não atingem as expectativas das pessoas em cadeira de rodas por algum motivo. Além da tábua de transferência, que apesar de ter boa aceitação precisa que o usuário tenha certo nível de controle e força de tronco e membros superiores, outros produtos de auxílio a transferência são pouco citados (4). Ilustrando este cenário, entre as pessoas que utilizam a tábua de transferência, 86,7% possuem lesão medular e 13,3% possuem distrofia muscular. Ou seja, a tábua não é utilizada entre pessoas com outros tipos de deficiência como a poliomielite e a paralisia cerebral. Para as pessoas com maior comprometimento parece ser mais viável o apoio de uma (ou até duas pessoas) auxiliando a transferência do que algum produto existente. Neste caso, 44,4% possuem lesão medular enquanto 33,3% possuem paralisia cerebral, 11,1% possuem AVC/trombose cerebral e 11,1% possuem distrofia muscular.

Os participantes foram perguntados, ainda, em quais situações eles conseguem fazer a transferência sem ajuda, apresentado na Tabela 11. Percebe-se que o número de pessoas que conseguem fazer a transferência sem ajuda cai quando perguntados se conseguem realizar a tarefa em qualquer lugar. Ao colocar dificuldades na tarefa da transferência, tais como fazer a transferência fora de casa (ambiente em que estão acostumados) ou quando há obstáculos entre os assentos, esse número cai. Apenas 5 pessoas indicaram que só conseguem fazer a transferência sem ajuda se for em casa e se não houver obstáculos entre os assentos. A dificuldade de realizar a transferência em determinadas situações, como quando há obstáculos, é corroborada por Toro,

Koontz e Cooper (2012) que mostram que 42% das pessoas capazes de realizar a transferência independente deixam de conseguir com a presença de um obstáculo.

TABELA 11 – Situações de Transferência sem Auxílio dos Participantes do Questionário

Transferências	Frequência	Porcentagem (%)
Situações da Transferência sem Ajuda		
Apenas se não tiver braço/obstáculo	22	17,3
Apenas em casa	30	23,6
Em qualquer lugar	50	39,4
Em nenhuma situação	28	22,0
Apenas no carro e/ou cama	2	1,6

De forma similar às quedas, foi questionado se os participantes já deixaram de realizar alguma atividade por não conseguir transferir da cadeira de rodas. Novamente, 59,8% (76) já se sentiram limitados enquanto 40,2% (51) não deixaram de realizar uma atividade por este motivo. Dos que responderam afirmativamente, 57,9% (44) possuem lesão medular, 9,2% (7) possuem poliomielite, 9,2% (7) possuem paralisia cerebral, 3,9% (3) possuem distrofia muscular, 2,6% (2) tiveram AVC/trombose cerebral, 2,6% (2) possuem nanismo e 14,5% (11) possuem outras deficiências. As porcentagens são proporcionais dentro das deficiências, por exemplo, entre as pessoas que têm lesão medular, 63,7% deixaram de realizar uma atividade por causa da transferência, enquanto que 70% das pessoas com paralisia cerebral sentiram a mesma limitação. Assim, percebe-se que o tipo de deficiência em si não é uma justificativa para conseguir ou não realizar alguma atividade devido a transferência. Claro que comparando as deficiências com menor número de respostas a disparidade das porcentagens pode ser evidenciada, por exemplo, 100% das pessoas que tiveram um AVC/trombose cerebral afirmam ter limitações quanto a transferência enquanto que 0% das pessoas com fragilidade encontram problemas. No entanto, com o baixo número de respostas, essa diferença não pode ser avaliada quanto a sua significância.

É importante destacar que não são os mesmos participantes que afirmaram ter limitações devido a quedas e transferências. Entre os participantes, 46,5% (59) sentem limitação nos dois casos enquanto que apenas 26,8% (34) não deixaram de realizar nenhuma atividade nem por medo de queda nem devido a necessidade de transferência. Ou seja, apenas cerca de um quarto das pessoas que responderam a pesquisa não sentem limitações ou deixam de realizar uma atividade apenas pelo fato de estar numa cadeira de rodas.

Das pessoas que responderam ter deixado de realizar uma atividade por medo de cair e por não conseguir transferir, 57,6% (34) possuem lesão medular, 8,5% (5) possuem poliomielite, 8,5% (5) possuem paralisia cerebral, 5,1% (3) possuem distrofia

muscular, 1,7% (1) possuem esclerose múltipla, 3,4% (2) tiveram AVC/trombose cerebral, 1,7% (1) possuem amputação, 1,7% (1) artrogripose, 1,7% (1) nanismo, 1,7% (1) necrose e 8,5% (5) possuem outras deficiências. Semelhantemente, entre os participantes que não deixaram de realizar nenhuma atividade devido aos cenários apresentados 52,9% possuem lesão medular, 11,8% (4) possuem poliomielite, 2,9% (1) possuem paralisia cerebral, 8,8% (3) possuem distrofia muscular, 2,9% (1) possuem fragilidade, 2,9% (1) possuem artrogripose, 2,9% (1) possuem necrose e 14,7% (5) possuem outras deficiências. Apesar da diferença na proporção de deficiências não ser significativa, destaca-se a paralisia cerebral representada por apenas um respondente que afirmou não ter tido limitação quanto a nenhuma das atividades realizadas, representando apenas 10% das pessoas com a deficiência que responderam enquanto que 40% teve limitação em uma das atividades e 50% nos dois cenários.

Os dados obtidos pelos questionários destacam as dificuldades encontradas na literatura para pessoas em cadeira de rodas associadas à quedas e transferências. Corroborando, então, com o mérito da pesquisa e fundamenta a sequência da pesquisa, mostrando a necessidade de aprofundamento em certos temas, que são tratados nas entrevistas. Os dados obtidos pelos questionários indicam que as pessoas em cadeira de rodas no Brasil encontram dificuldades no uso da cadeira de rodas associado à quedas e à transferências, deixando de realizar atividades devido à estes problemas.

4.1.2 Entrevistas

As entrevistas foram realizadas para se obter uma maior quantidade e diversidade de dados sobre as experiências e dificuldades das pessoas em cadeira de rodas. Para tanto, a seleção de candidatos usou como critério apenas o uso da cadeira de rodas como principal forma de locomoção e uma idade superior a 18 anos. As entrevistas foram realizadas em duas etapas: a primeira etapa foi realizada presencialmente na Associação dos Deficientes Físicos do Paraná como forma de pré-teste onde as perguntas foram validadas para verificar a sua compreensão pelos entrevistados. O pré-teste foi realizado com 6 participantes. Nesta etapa, percebeu-se a necessidade de reformular uma das perguntas do roteiro para maior clareza para os entrevistados.

A segunda etapa contou com entrevistas realizadas de forma virtual com 13 pessoas que possuem as características apresentadas na Tabela 12. A média de idade dos entrevistados é de 47 anos, 54% eram do gênero masculino e 46% do gênero feminino, a lesão medular é a deficiência mais comum entre os entrevistados representando 77% e a média de tempo de uso da cadeira de rodas é de 15 anos. A abordagem com os entrevistados se deu por meio de um contato que encaminhou 21 pessoas que poderiam estar dispostas a responder a entrevista. Estas pessoas foram contactadas por meio de mensagem de texto onde se explicou o objetivo da pesquisa e

se estendeu o convite para participar da entrevista. Dentre elas, 13 estavam dispostas a serem entrevistadas, 5 responderam a mensagem de texto recusando o convite e 3 não responderam.

TABELA 12 – Quadro Descritivo dos Entrevistados

Participante	Idade	Gênero	Deficiência	Tempo de Uso da CR
7	33	Masculino	Lesão Medular	3 anos
8	43	Masculino	Lesão Medular	4 anos
9	27	Feminino	Lesão Medular	3 anos
10	55	Masculino	Lesão Medular	6 anos
11	43	Feminino	Lesão Medular	3 anos e meio
12	59	Feminino	Poliomielite	12 anos
13	65	Masculino	Lesão Medular	35 anos
14	31	Feminino	Lesão Medular	2 anos 4 meses
15	65	Masculino	Lesão Medular	37 anos
16	59	Feminino	Poliomielite	11 anos
17	50	Feminino	Poliomielite	45 anos
18	31	Masculino	Lesão Medular	2 anos 7 meses
19	51	Masculino	Lesão Medular	36 anos

Para as pessoas que aceitaram serem entrevistadas, foi marcada uma data para a entrevista. Na véspera da data foi enviado um lembrete e confirmação de horário. No horário combinado houve novamente o contato por mensagem de texto onde se perguntou se o participante poderia realizar a entrevista por video chamada ou se havia a necessidade de ser por mensagem de texto. Essa opção foi apresentada aos participantes devido a possibilidade de alguns deles possuírem alguma deficiência que tornasse a comunicação verbal ineficiente. Dentre os entrevistados, 5 optaram pelas mensagens de texto (4 com lesão medular e 1 que teve poliomielite). Em seguida, foi enviado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para as entrevistas apresentado no Apêndice 6 e foi pedido que os entrevistados lessem e, caso quisessem participar da pesquisa, concordassem com o mesmo. Nenhum participante desistiu após ler o termo. Após a aceitação foi enviado um link para uma sala de videoconferência utilizando a página *Whereby*®. A opção pelo *site* se deu devido a facilidade para os participantes entrarem sem a necessidade de baixar nenhum aplicativo, a sua segurança e a possibilidade de gravar as conversas.

Ao acessar o *site*, os participantes eram perguntados se a conversa poderia ser gravada e, em caso afirmativo, a gravação era iniciada. No início das gravações, os participantes eram novamente perguntados se haviam lido o TCLE e concordavam em participar da pesquisa e se concordavam com a gravação da conversa. Assim, assegurou-se um registro da concordância uma vez que não foi requisitado a assinatura no termo por dificuldades de exigir a impressão do documento para os participantes à

distância. Além disso, a concordância gravada também permite a participação àquelas pessoas com uma deficiência que incapacite o uso dos membros superiores e, portanto, que não consigam realizar a assinatura escrita.

Seguidamente, a entrevista foi realizada seguindo o roteiro apresentado no Apêndice 3. As entrevistas duraram cerca de 5 a 10 minutos cada. Ao final da entrevista, os participantes foram agradecidos por terem participado e a gravação se encerrou. Após a realização das entrevistas, estas foram transcritas, como sugerido por Duarte (2004), o mais breve possível e pela mesma pesquisadora que as realizou. Em seguida, foi realizada a conferência de fidedignidade onde se ouve a gravação simultaneamente a leitura da transcrição para verificação (DUARTE, 2004). Ao final das entrevistas se optou por editá-las, uma vez que a análise do discurso não é um fator relevante para a pesquisa.

Foi feito um levantamento numérico inicial para uma compreensão melhor das pessoas que participaram das entrevistas. A transferência foi apontada como a maior dificuldade entre as pessoas com cadeira de rodas entrevistadas, com 6 respostas. Em seguida, 4 pessoas relataram ter dificuldades arquitetônicas e 3 pessoas apontaram não ter dificuldades com o uso da cadeira de rodas. O destaque para a transferência como principal dificuldade pode ter se dado ao fato da pesquisa ter sido apresentada no TCLE com o objetivo de 'resolver ou minimizar dificuldades enfrentadas diariamente relacionada a quedas e transferências'. Dessa forma, o assunto é mais lembrado pelos participantes ao responderem as perguntas podendo afetar as respostas.

Além disso, contabilizou-se as respostas dos participantes para algumas perguntas da entrevista de forma simplificada (sim/não) afim de se obter uma comparação das dificuldades da maioria dos entrevistados. As respostas são apresentadas na Tabela 13. Percebe-se que a maioria dos entrevistados já caíram da cadeira de rodas (77,0%) e, entre os que já caíram, 70% precisam de ajuda para se levantar. Em relação às transferências, os entrevistados que relataram dificuldade com a tarefa é inferior já que apenas 30,7% precisam de ajuda de outras pessoas para a realização e outros 33,3% usam a tábua de transferência. No entanto, apesar de uma minoria identificar que não consegue realizar a transferência independente, 61,5% já se sentiram impedidos de realizar alguma atividade por causa dela.

TABELA 13 – Respostas Simplificadas dos Entrevistados

Participante	Já teve queda?	Precisa de ajuda para levantar?	Transferencia assistida?	Limitação para realizar transferência?
7	Sim	Não	Não	Sim
8	Sim	Sim	Não	Não
9	Não	-	Sim	Sim
10	Sim	Sim	Não	Não
11	Sim	Sim	Não	Sim
12	Sim	Sim	Não	Sim
13	Sim	Sim	Não	Não
14	Não	-	Sim	Sim
15	Sim	Não	Não	Sim
16	Não	-	Não	Não
17	Sim	Sim	Sim	Sim
18	Sim	Sim	Sim	Sim
19	Sim	Não	Não	Não

Obs: Perguntas que não foram feitas são representadas por - na tabela

Para a análise aprofundada do conteúdo das entrevistas foi utilizado o *software* MAXQDA2020® onde todos os arquivos foram armazenados. Nele, usou-se o sistema de codificação ou indexadores como sugerido por Creswell (2013) e Duarte (2004) onde se agrupam textos de diferentes fontes (neste caso, de cada entrevista) para facilitar a análise. Inicialmente separou-se em temas que consistem em categorias amplas de informação baseado nas maiores dificuldades apontadas tanto pelos participantes quanto pela literatura (2.1): quedas, transferências e dificuldades arquitetônicas. Os temas de quedas e transferências foram, então, subdivididos em códigos, dessa forma, os temas e códigos utilizados são apresentados na Tabela 14.

TABELA 14 – Temas e Códigos Utilizados para Análise das Entrevistas

Temas	Códigos
Quedas	Levantar (em caso de queda) Lesões
Transferências	Limitações
Arquitetura	

A análise das entrevistas foi, então, subdividida nestes três subtópicos: a arquitetura, as quedas e as transferências.

4.1.2.1 Arquitetura

Apesar de não ser o foco de discussão das entrevistas, 4 (30,7%) pessoas responderam que problemas arquitetônicos são a maior dificuldade que encontram

no dia-a-dia com o uso da cadeira de rodas. Entre os problemas destacados estão: calçadas e pisos irregulares, buracos, presença de degraus, banheiros com portas muito estreitas (impedem a passagem da cadeira de rodas), móveis com altura muito alta (camas) e materiais inadequados na construção de rampas. O entrevistado 10 (informação verbal)¹ declarou só não frequentar lugares "que realmente não tem acessibilidade" para a cadeira de rodas. No entanto, quando questionado se existem muitos locais com essa característica ele respondeu afirmativamente:

Tem muitos lugares que não tem acessibilidade. Curitiba é uma das cidades onde a gente tem a maior acessibilidade, né. Eu já fui em cidades onde é impossível. Por exemplo, São Paulo onde eu morava, o único lugar lá onde é acessível é ali onde tem a Avenida Paulista. Porque o restante, as calçadas são irregulares, muito degrau, então é complicado. (Entrevistado 10)

Percebe-se, com os relatos dos entrevistados e amparado pelas respostas do questionário (Seção 4.1.1) que a arquitetura das cidades ainda é um grande obstáculo para a locomoção das pessoas em cadeira de rodas, faltando acessibilidade inclusive em estabelecimentos públicos.

4.1.2.2 Quedas

Como visto na Tabela 13, a maioria dos participantes relatou ter tido pelo menos uma queda. Alguns relataram quedas por possuírem estilo de vida ativo, como o entrevistado 19 (informação verbal)² explicita: "[Tenho quedas com] uma certa frequência porque eu sou muito ativo. As quedas não são uma coisa fora do meu normal não.". Além disso, mais da metade relatou quedas principalmente no início da lesão ou de uma situação agravante (todos que relataram esse problema possuem lesão medular). O entrevistado 15 (informação verbal)³ relata uma circunstância agravante à lesão que acentuou o risco de quedas: "Há uns seis meses eu tive uma hérnia de disco e perdi os movimentos dos braços então eu caí várias vezes da cama. No transporte da cama para a cadeira, da cadeira para a cama eu não tinha força e caía". As causas de queda descritas pelos participantes são: problemas arquitetônicos (degrau, fechar a porta de casa, roda da frente travar em buraco ou irregularidade do piso), transferência (cadeira não estar travada, falta de força) e falha no equipamento (cadeira de banho quebrou, falha no freio).

¹ Entrevista 10. [11.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista10.webm (5 min.)

² Entrevista 19. [2.11.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista19.m4a (5 min.).

³ Entrevista 15. [16.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista15.m4a (5 min.).

Entre os participantes que não tiveram quedas ou que não tiveram quedas recentes, destacam-se as frases "eu me cuido muito"⁴ e "eu não me arrisco muito"⁵. Estas frases indicam que 'não cair' seria o anormal para uma pessoa em cadeira de rodas e que estes devem colocar um esforço extra nas atividades diárias para evitar quedas. A entrevistada 12 (informação verbal)⁵ demonstra o cuidado excessivo tomado para evitar quedas ao dizer "Eu desequilíbrio muito, mas faz muito tempo que eu não tenho queda porque eu sempre to com alguém ou só faço [transferência] quando é muito seguro".

A grande maioria dos participantes que já tiveram uma queda precisam de ajuda para levantar (70%). Destaca-se, entre eles, que a falta de força é o maior empecilho para voltar para a cadeira de rodas em caso de queda. Além disso, falta de controle do tronco também foi mencionado para participantes com lesão medular alta (tetraplégicos). A entrevistada 11 (informação verbal)⁶ relata a dificuldade de precisar de ajuda para levantar, em especial nas situações em que se está sozinho:

A primeira vez que eu caí eu fui fechar a porta, eu estava sozinha e a minha porta da frente estava fechada. Como minha casa é muito comprida, eu tive que me arrastar, lá da cozinha até na sala. Me arrastando. Acho que levei mais ou menos uma hora. Porque eu me arrastava e descansava. Aí consegui abrir a porta só que não tinha ninguém [...]. Eu não alcançava nada. A única coisa que eu fiz foi pegar um travesseiro do sofá e uma coberta, joguei no chão e esperei o vizinho chegar para me acudir. (Entrevistada 11)

Apenas um dos entrevistados relatou um ferimento mais grave causado por uma queda com a cadeira de rodas, destacando uma fratura na tíbia. No entanto, alguns relataram lesão em uma fratura antiga, torção no joelho, ferimentos na boca e nariz. Essas respostas indicam a subjetividade da pergunta sobre a 'lesão grave'. Para eles, o que seria considerado como grave seria uma lesão que agrava o quadro da lesão medular ou que de fato quebre algum osso. Essa visão é corroborada por Opalek, Graymire e Redd (2009) que apresentam as lesões causadas por quedas da cadeira de rodas como traumatismo craniano, concussão e fraturas diversas enquanto que cortes e contusões não são considerados nos dados numéricos analisados.

Apesar das quedas não terem causado ferimentos significativos, podem gerar um trauma e prevenir atividades futuras das pessoas em cadeira de rodas como expôs o entrevistado 7 (informação verbal)⁷:

⁴ Entrevista 16. [17.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista16.doc (10 min.).

⁵ Entrevista 12. [15.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista12.m4a (6 min.).

⁶ Entrevista 11. [14.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista11.webm (6 min.).

⁷ Entrevista 7. [11.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista7.doc (30 min. por escrito).

Logo que eu vim para casa, de cadeira de rodas eu ainda não tinha saído com a cadeira para a rua, e minha primeira saída foi para ir a fisioterapia, nessa ocasião eu caí devido a um degrau que tinha, não me machuquei, mas o medo de sair e cair novamente ficou como um trauma. (Entrevistado 7)

Assim, é essencial considerar como consequência de uma queda ou do risco de cair não apenas os ferimentos mais graves que acometem as pessoas em cadeira de rodas mas também o efeito psicológico que terá sobre suas vidas e atividades futuramente.

4.1.2.3 Transferência

Apesar da maioria dos entrevistados se dizer independente na realização das transferências, quase todos restringiram essa transferência para assentos na mesma altura ou, no máximo, altura inferior à da cadeira de rodas. No entanto, quando o assento tem uma altura menor eles muitas vezes não conseguem retornar, ou vice versa. A entrevistada 11 (informação verbal)⁸ relatou a dificuldade com a variação da altura dos assentos:

É complicado porque tem que ser do mesmo tamanho. [...] Minha cama eu mandei serrar o pezinho e o sofá que eu tenho mais dificuldade porque a tábua fica inclinada. Então, eu vou para a cadeira usando a tábua e eu volto para o sofá me jogando. Às vezes caí, às vezes me machuco, já perdi unha, já perdi várias unhas (Entrevistada 11)

Entre as pessoas que relataram a transferência assistida, todas dependiam de uma ou duas pessoas no dia-a-dia para realizar a transferência. A entrevistada 17 (informação verbal)⁹ exemplificou a dependência de membros da família para realizar a transferência: "Eu dependo completamente de uma pessoa pra me tirar da cadeira, me colocar na cama, tirar da cama, colocar na cadeira.". Essa dependência pode impor limitações como ilustrou a entrevistada 9 (informação verbal)¹⁰:

Muitas vezes minha mãe está com dores nas costas e eu pra não sobrecarrega-lá ainda mais falo que quero ficar na cama. Mas nem sempre é a minha vontade. Ou então ela tem que sair pra fazer alguma coisa e eu preciso ir pra cama mais cedo, pois não tem outra pessoa que me põe na cama a não ser ela. (Entrevistada 9)

⁸ Entrevista 11. [14.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista11.webm (6 min.).

⁹ Entrevista 17. [17.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista17.m4a (12 min.).

¹⁰ Entrevista 9. [11.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista9.doc (11 min. por escrito).

Nenhum dos entrevistados que requerem assistência na transferência relatou o uso de equipamentos ou Tecnologias Assistivas para auxiliar a tarefa. Isto pode ser motivado pelo alto custo das TAs no mercado ou pela sua ineficiência em cumprir as necessidades e limitações das pessoas em cadeira de rodas. A entrevistada 17 (informação verbal)¹¹ foi a única que mencionou essas tecnologias, porém verificou que elas não atendem as limitações impostas pela sua casa:

Tem o guincho que meu marido foi ver essa semana mas ele falou que não dá. Minha cama tem um baú embaixo, tem gaveta, e o guincho tem que encaixar embaixo da gaveta. Dependendo do lugar pra ele entrar tem que fechar as pernas dele. É perigoso cair pro lado. (Entrevistada 17)

Isso mostra que as limitações físicas impostas pela casa geram insegurança para o uso do equipamento, e que esta é uma preocupação primordial no uso de uma TA.

Além disso, muitos (61,5%) relataram situações em que deixaram de realizar atividades pela necessidade de transferir. Esses dados evidenciam que apesar dos participantes no geral se identificarem como independentes nas atividades diárias, eles estão limitados a realizar aquelas tarefas que estão acostumados e muitas vezes veem dificuldade em sair da rotina. Neste cenário, atividades de lazer, em especial, são preteridas. Esta situação é destacada pela entrevistada 12 (informação verbal)¹²: "Teve um dia que era só pra deficiente andar na roda gigante. Eu tava morrendo de vontade mas eu não fui porque eu sabia que eu não ia conseguir transferir. Então esse tipo de coisa assim eu nem me arrisco a ir porque eu sei que não vou conseguir". Outros relatos de situações em que as atividades foram limitadas pela transferência são o retorno para a cadeira de rodas após a piscina, salão de beleza, colchão de massagem colocado no sofá e camas de hotel que não são adaptadas e possuem altura muito superior à altura da cadeira de rodas.

Em contraste, todas as pessoas que afirmaram precisar da transferência assistida já sentiram limitações para realizar atividades. No entanto, percebe-se que os relatos de dificuldade são de situações diárias como sair da cama, ir ao banheiro, entrar no carro ou realizar atividades esportivas. O entrevistado 18 (informação verbal)¹³ exemplifica esta situação:

É complicado em todos os termos né, desde eu não poder sair sozinho, eu não poder entrar num carro sozinho. Eu treino *rugby*, eu não consigo sair da minha cadeira que eu uso agora, eu não consigo passar pra minha cadeira de *rugby*. Então eu sempre tenho que ter auxílio pra qualquer coisa. Comer eu consigo até comer sozinho, mas transferência, deitar na cama, ir pra cadeira, tudo complica. (Entrevistado 18)

¹¹ Entrevista 17. [17.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista17.m4a (12 min.).

¹² Entrevista 12. [15.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista12.m4a (6 min.).

¹³ Entrevista 18. [17.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista18.doc (23 min. por escrito).

Já a entrevistada 17 (informação verbal)¹⁴ relata mais detalhadamente uma limitação em uma atividade diária devido a dependência para a transferência:

Um dia eu precisei ir no banheiro, que eu consigo deslizar da cadeira. Aí meu telefone é sem fio e acabou a luz. Eu não tinha celular na época. E meu marido ele trabalha de vendedor então aonde ele estivesse, se eu precisasse ele vinha em casa. Só que eu liguei pra ele e acabou a luz e ele não entendeu que eu tava no banheiro. Então eu fui pro banheiro meio dia e ele chegou eram seis horas da tarde e eu tava no banheiro. Eu não consigo voltar pra cadeira. (Entrevistada 17).

Percebe-se, com esses relatos, a necessidade de alguma Tecnologia Assistiva eficiente e segura para auxiliar as pessoas em cadeira de rodas não apenas para ampliar o acesso delas aos ambientes de lazer mas, também, para gerar independência e confiança nas atividades de vida diária.

4.1.3 Formalização da Questão da Pesquisa

Com os dados oriundos do questionário e da entrevista, verifica-se que tanto as quedas quanto as transferências são um problema para as pessoas em cadeira de rodas no Brasil. No entanto, a maioria das quedas estão associadas a fatores arquitetônicos sendo seguida pela própria transferência. Assim, baseado na linha de pesquisa prévia da pesquisadora, no direcionamento do grupo de pesquisa e buscando contribuir para um problema prático da sociedade brasileira, define-se a questão da pesquisa como o desenvolvimento de um produto de auxílio a transferência que venha a reduzir os acidentes e as limitações para as pessoas em cadeira de rodas.

Foram identificados nos questionários e nas entrevistas dificuldades associadas à realização da transferência. Entre elas, destaca-se a dependência de outra pessoa para a tarefa (Tabela 10 e Seção 4.1.2.3), e limitações fora de casa ou quando há algum obstáculo (Tabela 11). Além disso, percebe-se um impedimento para realizar certas atividades devido a uma necessidade de realizar a transferência (Seções 4.1.1.3 e 4.1.2.3)

4.2 CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA

A etapa de conscientização do problema busca ampliar os conhecimentos acerca do problema sendo estudado e buscando o maior número de informações possíveis. Após uma revisão sistemática da literatura, busca-se determinar os requisitos do produto para a continuação da pesquisa, tanto de uma perspectiva teórica (4.2.1) quanto do ponto de vista dos usuários de cadeira de rodas (4.2.2) chegando a lista de requisitos do produto (4.2.3) que é uma junção das duas perspectivas.

¹⁴ Entrevista 17. [17.09.2020]. Entrevistador: Ana Helena Costa, 2020. Entrevista17.m4a (12 min.).

4.2.1 Levantamento de Requisitos com Base na Literatura

Baseado na revisão bibliográfica e na literatura apresentada nesta dissertação, incluindo as normas técnicas existentes no Brasil, são elencados os requisitos que o produto deve atingir para que possa ser considerado uma solução satisfatória para o problema proposto. Inicialmente, ao se analisar as normas associadas ao uso e fabricação de cadeira de rodas existentes no Brasil percebe-se uma ausência de requisitos mínimos concretos para o desenvolvimento de um produto na área. Assim, encontram-se apenas normas que permitem avaliar a integridade e resistência de uma cadeira de rodas pronta (produto físico). A norma NBR 7176:8 (ABNT, 2009) apresenta categorias de massa que uma cadeira de rodas deve suportar com categoria máxima de pessoas de 75 a 100 kg. Considerando, então, o caso máximo previsto em norma com uma margem de segurança alta para evitar qualquer tipo de problema se define que o produto deve suportar a massa de uma pessoa de até 150 kg.

Como o objetivo do produto é de permitir a transferência de pessoas em cadeira de rodas entre dois assentos mesmo com a presença de obstáculos entre eles, necessita-se que o produto possua a capacidade de elevar a pessoa por cima ou ao redor de obstáculos e garantir que mesmo pessoas sem força ou controle elevados dos membros superiores consigam realizar o acionamento do produto. Além disso, assegura-se que o produto seja ergonomicamente satisfatório para evitar agravamento ou novas lesões. A ergonomia é definida pela Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) como a "interação entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas" e que objetiva, entre outros, produtos "compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas" (ABERGO, 2021). Nesse cenário, percebe-se a relevância de prever no projeto de um produto de tecnologia assistiva a compatibilidade deste com as habilidades daqueles que o utilizarão. Inclui-se ainda, neste contexto, a operação do equipamento por um cuidador para aqueles usuários cuja deficiência impeça ou dificulte a ativação do produto de forma individual. Assim, inclui-se por meio deste requisito o cuidador como um dos usuários do produto.

Como requisito para o desenvolvimento de qualquer produto, estabelece-se a necessidade dele garantir a segurança durante a sua operação para não causar danos/lesões ao usuário. Acrescenta-se, ainda, a necessidade de ser um produto leve (menor peso possível) e pequeno (dimensões mínimas) para permitir que este seja portátil. Este é um fator relevante uma vez que a necessidade de transferir-se pode ser apresentada em locais externos e, sem um produto que seja portátil, a atividade pode ser limitada. Toro, Koontz e Cooper (2012) apresentam atividades que são limitadas para pessoas em cadeira de rodas pela dificuldade de transferir devido a um vão ou obstáculo entre os assentos como nas plataformas de acesso a atrações temáticas (ex: montanha russa ou roda gigante) ou em assentos de avião com braço fixo. Dessa

forma, um produto portátil de transferência para ser usado nessas situações facilitaria o acesso.

Por fim, estabelece-se que o produto tenha custo reduzido, não apenas para permitir que ele seja competitivo em um mercado que já possui algumas TAs de auxílio a transferência (apesar de limitadas) mas também para garantir amplo acesso do produto em uma população que possui maior dificuldade de acessar bens de consumo. Um relatório escrito pela OMS e traduzido pelo Governo de Estado de São Paulo (OMS, 2011) relata que pessoas com deficiência em países em desenvolvimento possuem maior probabilidade de serem pobres do que pessoas sem deficiência além de gastarem cerca de 1,3 vezes a mais com serviços de saúde.

Desta forma, lista-se os requisitos baseados na literatura para verificação com usuários a seguir.

- Resistente - suportar o peso de uma pessoa de até 150 kg;
- Capaz de realizar a elevação e movimentação de uma pessoa com mínimo de esforço para acionamento;
- Ergonomicamente adequado;
- Permitir acionamento remoto pelo cuidador;
- Garantir a segurança na operação;
- Ser portátil.
- Custo reduzido;
- Dimensões mínimas;
- Peso mínimo.

Com uma lista inicial de requisitos formada por meio de conhecimentos da literatura e de normas técnicas, verifica-se estes requisitos com potenciais usuários do produto. Utiliza-se, para tal, o grupo focal para garantir que estes requisitos são de fato importantes para as pessoas em cadeira de rodas e se existem outros requisitos que não foram levantados.

4.2.2 Verificação de Requisitos com Usuários

Com a lista inicial de requisitos definida, foi realizada uma verificação deles com os usuários por meio da técnica do grupo focal. Com as perguntas elaboradas (apresentadas no Apêndice 4) foi elaborado um protocolo para a condução do grupo focal e, em seguida, realizada a análise.

4.2.2.1 Protocolo do Grupo Focal

Com as perguntas prontas, os participantes foram convidados a participar da pesquisa por meio de convite via mensagem de texto. Para o grupo de pessoas em cadeira de rodas 6 pessoas foram convidadas a participar e 5 pessoas aceitaram o convite enquanto uma não respondeu a mensagem. Com o grupo montado, foi agendada uma data e horário de comum acordo que todos pudessem participar.

Na véspera da data combinada, um lembrete foi enviado a todos os participantes com a confirmação do horário. Além disso, as perguntas foram enviadas neste mesmo lembrete como recomendado por Krueger e Casey (2014) para maximizar a eficiência da conversa. Eles apontam que grupos focais por telefone sem o envio antecipado das perguntas resultavam em discussões menos produtivas e desfocadas.

No dia da reunião, cerca de 30 minutos antes do horário combinado foi enviado o TCLE (Apêndice 6) para que os participantes pudessem ler com calma e, quando terminassem e se estivessem de acordo, já foi enviado o link de acesso a plataforma de videoconferência escolhida, a página *Whereby*® assim como instruções para acessarem a sala. Neste grupo, duas pessoas tiveram problemas pessoais e não puderam participar do grupo focal.

Com todos os participantes na sala, uma apresentação inicial da moderadora e do observador foi feita e o protocolo de perguntas foi iniciado. A conversa foi gravada por meio do próprio *site*. A pesquisadora agiu como moderadora da conversa, incentivando todos os participantes a darem a opinião deles e guiar a conversa para atingir os objetivos da pesquisa sem interferência, como recomendado na literatura (KRUEGER, 1997; SOARES; CAMELO; RESCK, 2016). Na mesma linha, o observador, outro pesquisador do laboratório, ficou responsável por anotar em especial os pontos principais levantados durante a discussão para que a moderadora pudesse fazer o resumo final para os participantes e verificar que todos os pontos importantes foram mencionados.

4.2.2.2 Análise das Respostas do Grupo Focal

Uma vez que os grupos foram finalizados, foi realizada a transcrição da gravação. O grupo focal foi analisado de forma semelhante às entrevistas com auxílio do *software* MAXQDA2020® onde foram inseridos os arquivos de texto da transcrição. Em seguida, os requisitos mencionados na conversa foram codificados e agrupados quando estes são essencialmente a mesma coisa, mesmo que descritos de forma diferente pelos participantes (por exemplo: segurança e estabilidade). Os códigos encontrados, que são a lista de requisitos mencionada pelos usuários, se encontra na Tabela 15.

TABELA 15 – Códigos Encontrados na Análise do Grupo Focal de Requisitos

Código	Número de Ocorrências
Independência	7
Segurança	6
Sentimento	2
Custo	2
Facilidade de Operação	1
Aproximação	1

Percebe-se que, para os usuários de cadeira de rodas, dois requisitos tiveram mais destaque: a segurança e a independência. Dentro da segurança, foram mencionadas a estabilidade do sistema e segurança para prevenir quedas. Se associou ainda o sentimento de segurança, ou seja, o dispositivo não deve apenas ser seguro, mas deve transferir essa segurança para que o usuário não sinta medo ao usar o produto. Isso se traduz, em termos mais concretos, em um dispositivo estável e robusto/resistente.

A independência também foi mencionada diversas vezes por eles como fator mais importante. Isso é um reflexo de, atualmente, a maioria depender de alguém para poder realizar a transferência. O requisito da independência é traduzido em um sistema que permita ser operado sem auxílio externo.

O custo também entrou como fator destacado principalmente quando se comparou com outros produtos de tecnologia assistiva para pessoas em cadeiras de rodas onde os participantes identificaram um custo excessivo no mercado. Além disso, foi lembrado ainda que o produto deve permitir acesso aos objetos presentes na vida diária ao propiciar uma aproximação, ou seja, o produto não pode ser largo demais e prevenir o acesso em espaços mais restritos. Por fim, se mencionou ainda a simplicidade na operação do produto.

Os requisitos elaborados por meio da literatura foram apresentados aos participantes no final do grupo focal e eles foram pedidos para comentar se achavam os fatores importante. No entanto, a única resposta que se obteve foi de que concordavam com os requisitos mas sem nenhum comentário adicional.

Ainda perguntou-se quais fatores eles consideravam mais importante entre todos os discutidos. Essa pergunta foi feita para permitir avaliar o peso dos requisitos para eles. Foram destacadas a segurança e a independência novamente e nenhum fator da lista apresentada a eles foi incluído como mais relevante.

4.2.3 Lista de Requisitos do Produto

Com base nos requisitos destacados pelos usuários, chamados de requisitos do cliente e presentes na Tabela 15, segue-se a recomendação de Rozenfeld et al.

(2005) transformando-os em requisitos do produto. Assim, obtém-se a lista a seguir de requisitos mensuráveis.

- Resistente - Suportar o peso de uma pessoa de até 150 kg;
- Estável - Garantir baixa movimentação do equipamento durante o uso (menos de 5 mm) e baixa deflexão do equipamento (menos de 2 mm);
- Uso independente - Permitir o acionamento do dispositivo (por completo) apenas pela pessoa em cadeira de rodas;
- Dimensões mínimas;
- Custo reduzido;
- Ser portátil - ter dimensões reduzidas quando não estiver em uso e peso mínimo (até 9kg - peso máximo para ser portátil em uso diário (ROSENBERG, 1981));
- Permitir acionamento remoto pelo cuidador

Os requisitos de produto são, então, separados em: necessidades e expectativas. As necessidades são aqueles requisitos que precisam ser cumpridos em sua totalidade para que o produto possa ser considerado viável. As expectativas são aqueles requisitos que, embora desejáveis para tornar o produto mais atraente para o mercado, não são essenciais para a sua existência.

Necessidades

- Resistente - Suportar o peso de uma pessoa de até 150 kg;
- Estável - Garantir baixa movimentação do equipamento durante o uso (menos de 5 mm) e baixa deflexão do equipamento (menos de 2 mm);
- Uso independente - Permitir o acionamento do dispositivo (por completo) apenas pela pessoa em cadeira de rodas;

Expectativas

- Dimensões mínimas;
- Custo reduzido;
- Ser portátil - ter dimensões reduzidas quando não estiver em uso e peso mínimo (até 9kg - peso máximo para ser portátil em uso diário (ROSENBERG, 1981));
- Permitir acionamento remoto pelo cuidador

Estes requisitos são essenciais para as fases seguintes de projeto. É necessário saber as funções que ele deve desempenhar para comparar os produtos similares e poder ter ideias adequadas. Além disso, são estes requisitos que vão guiar a fase de projeto e dimensionamento do artefato.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS ARTEFATOS E CONFIGURAÇÃO DAS CLASSES DE PROBLEMAS

Esta etapa busca, principalmente, evidenciar artefatos que já existam para resolver o problema proposto (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Assim, ela é subdividida em pesquisa de similares e patentes, uma análise sincrônica e a definição das classes desses artefatos.

4.3.1 Pesquisa de Similares e Patentes

A pesquisa de similares e patentes foi efetuada por meio de pesquisa em artigos científicos da revisão bibliográfica, *sites* de lojas de tecnologias assistivas e nos bancos de dados de patentes do INPI e *Google Patents*.

A tecnologia assistiva mais utilizada no auxílio da transferência é a tábua de transferência, com um de seus modelos (proposto pela rede Sarah de Hospitais de Reabilitação) apresentado na Figura 15. Ela consiste em uma placa fina, lisa e resistente que é posicionada entre o assento da cadeira de rodas e o assento de destino. Geralmente ela possui espessura menor nos cantos para facilitar o posicionamento e movimento. É utilizada para permitir que aqueles com menos força nos membros superiores possam fazer a transferência independente em pequenos movimentos em vez de precisar fazer um grande movimento. Sua utilização é demonstrada na Figura 16.



FIGURA 15 – Tábua de Transferência (CASA ADAPTADA, 2021)

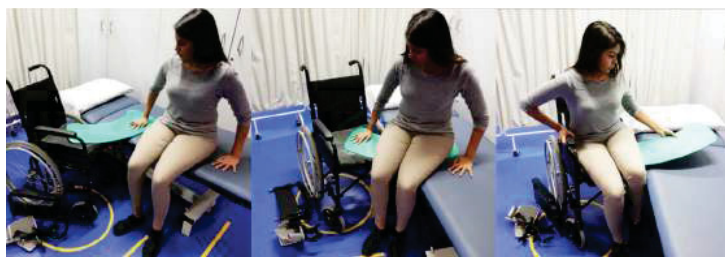


FIGURA 16 – Utilização da Placa de Transferência (NHS FOUNDATION, 2018).

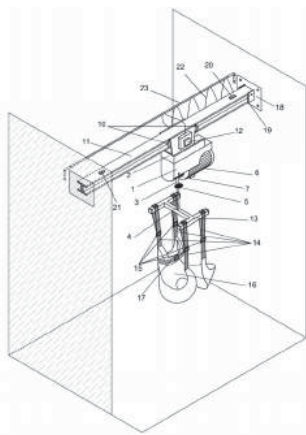
Apesar de fornecer auxílio para aqueles com força limitada nos membros superiores, ela possui limitações. Serve, apenas, para casos em que o assento atual e o de destino estão em alturas similares e é difícil de ser transportada e manipulada devido ao seu peso e dimensões (BARBARESCHI; HOLLOWAY, 2019). Além disso, usuários de cadeiras de rodas entrevistados no estudo de Barbareschi e Holloway (2019) relataram que a utilização de tecnologias assistivas como a tábua de transferência podem reduzir sua força e habilidade para transferência. Assim, limitam o uso da tábua apenas em situações absolutamente necessárias.

Um sistema um pouco mais complexo é a tábua de transferência giratória na qual não é necessário que o usuário realize o movimento de deslizar. O próprio assento possui um disco que gira e desliza de uma lateral a outra, como é apresentado na Figura 17. No entanto, geralmente é utilizado com o cuidador dando suporte às costas do usuário para evitar desequilíbrios e quedas.



FIGURA 17 – Tábua de Transferência Giratória (ACTIVEFOREVER, 2021a).

Produtos com maior nível de tecnologia também podem ser utilizados para auxiliar a tarefa da transferência. O guincho de transferência é particularmente utilizado por cuidadores para movimentar pessoas que não possuem força ou controle dos membros superiores. Em sua essência, o guincho é caracterizado por suspender o usuário através de uma bolsa de transferência. Há uma variedade de sistemas com características similares: base fixa superior presa no teto/paredes (similar ao sistema da ponte rolante) vistos nas Figuras 18a e 18b, base móvel (sistema de rodinhas no chão) vista na Figura 18c, base de parede ou base veicular (Figuras 18d e 18e).



(a) Guincho de Transferência com Trilho (MARCELINO FILHO et al., 2019).



(b) Guincho de Transferência de Teto (MEDMART, 2021)



(c) Guincho de Transferência Base Móvel (CAVENAGHI, 2020)



(d) Guincho de Transferência Base Parede (CAVENAGHI, 2020).



(e) Guincho de Transferência Base Veicular (CAVENAGHI, 2020).

FIGURA 18 – Guinchos de Transferência

No entanto, esses sistemas, além de caros, possuem limitações de uso. Não é possível transportar uma base móvel para qualquer lugar e as bases de parede ou veiculares são fixas. Ou seja, não é possível a utilização em qualquer situação ou ambiente.

Há produtos que, apesar de não serem tão comuns para a transferência de pessoas em cadeira de rodas, também são utilizados com essa finalidade. Um deles é o banco de transferência cuja função é auxiliar pessoas, principalmente idosos, a entrar no banho/banheira. Possui um sistema simples que entra na banheira e permite a ultrapassagem da barreira da banheira, como visto na Figura 19. Apesar de ser um sistema relativamente simples, não é muito comum no Brasil e é específico para uma única situação.



FIGURA 19 – Banco de Transferência Giratório (ACTIVEFOREVER, 2021b).

Alguns estudos apresentam produtos alternativos para realizar a transferência. O artigo de Grindle et al. (2015) apresenta um braço robótico de transferência fixado na estrutura da cadeira de rodas, como visto na Figura 20. Foi utilizada uma cadeira de rodas elétrica para realização dos testes onde se utiliza um sensor para determinar o espaço que o braço robótico pode atingir sem comprometer a estabilidade do sistema. No entanto, uma cadeira de rodas manual possui estrutura muito mais leve com cerca de 10,5 - 22 kg (CAVENAGHI, 2021) comparado com 63-102 kg da cadeira motorizada (SEAT MOBILE, 2021). Portanto, pode reduzir o espaço de alcance do braço a uma área de trabalho inviável para realizar a operação da transferência.

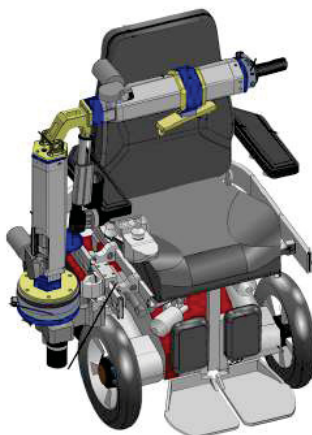


FIGURA 20 – Dispositivo Robótico de Transferência Fixado em CR (GRINDLE et al., 2015).

Outro estudo proposto por Krishnan e Pugazhenth (2019) apresenta um sistema um pouco menos complexo que auxilia pessoas que possuem certo nível de controle e força nos membros superiores, como visto na Figura 21.



FIGURA 21 – Dispositivo de Auto-Transferência (KRISHNAN; PUGAZHENTHI, 2019).

Dois sistemas são propostos, um manual com acionamento por mola a gás e um elétrico com acionamento por atuadores lineares. Os dois requerem que a pessoa na cadeira de rodas se inclinem sobre uma sela acolchoada que então eleva a pessoa para uma postura em pé inclinada para a frente por meio dos seus acionamentos. Em seguida, a pessoa utiliza o volante a sua frente para rotacionar o sistema até que ela esteja de costas para o assento desejado. Com isso, os sistemas podem ser acionados para descer até o assento. Esse funcionamento pode ser visto na Figura 22 que apresentam o produto com acionamento manual e o processo de transferência utilizando o produto, respectivamente.

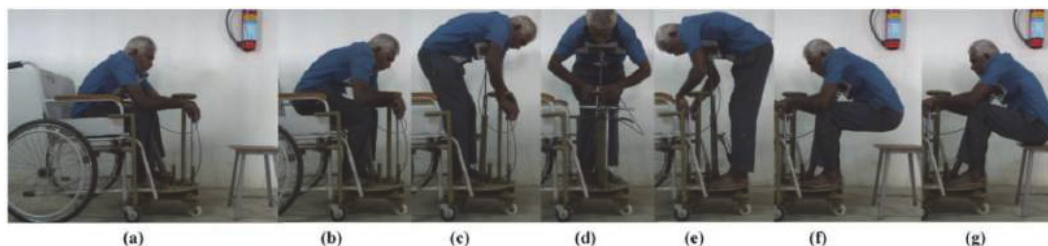


FIGURA 22 – Processo de Transferência (KRISHNAN; PUGAZHENTHI, 2019).

Estas soluções encontradas de produtos de auxílio a transferência para pessoas em cadeira de rodas são avaliadas na sequência por meio da ferramenta da análise sincrônica.

4.3.2 Análise Sincrônica

A abordagem para a análise consiste na elaboração de um painel semântico com os produtos sendo comparados (PAZMINO, 2015), como apresentado na Figura 23. Nele, foram incluídos os sete principais produtos de transferência de pessoas em cadeira de rodas apresentados na Seção 4.3.1.



FIGURA 23 – Painel Semântico

Com isso, analisam-se os produtos concorrentes com base em critérios de ordem qualificativa quanto à sua atração para os consumidores (PAZMINO, 2015). Para tal, se estabeleceram os critérios para conceituação apresentados na Tabela 16 onde os tópicos para análise foram obtidos utilizando os requisitos para um produto

de transferência levantados com base na opinião dos usuários. Os critérios para conceituação são definidos de forma que A indica o cenário ideal para aquele tópico, B demonstra um cenário intermediário e C a menor qualidade.

TABELA 16 – Base para a Conceituação dos Produtos

Tópicos para análise \ Conceituação	A	B	C
Independência	Total	Parcial	Nula
Estabilidade	Boa	Média	Ruim
Ergonomia	Total	Parcial	Nula
Portabilidade	Grande	Média	Baixa
Ultrapassar Obstáculos	Boa	Média	Ruim

A independência, caracterizada pelos usuários como um dos fatores mais importantes, é classificada como ‘total’ se uma pessoa com força e controle moderados dos membros superiores conseguir operar e realizar a transferência sem auxílio de outra pessoa. Foi classificada como ‘parcial’ se essa mesma pessoa precisar de auxílio para dar estabilidade ao usuário ou ao sistema durante o uso e como ‘nula’ se o cuidador precisar operar o sistema.

A estabilidade está associada a manter o sistema em equilíbrio sem risco de queda. Foi classificada como ‘boa’ quando não há risco do sistema tombar ou a pessoa cair durante a operação sem uma influência externa para manter a estabilidade. Foi ‘média’ caso haja risco de queda/tombamento porém baixo e ‘ruim’ caso o risco seja elevado.

A ergonomia foi avaliada quanto a força exercida pela pessoa em cadeira de rodas e o conforto nas posições que devem ser realizadas ao utilizar o produto. Foi categorizada como ‘total’ se a força para utilização é baixa e mantém a pessoa em uma posição confortável durante a operação. Caso haja a necessidade de uma força moderada foi classificada como ‘parcial’ e caso seja necessária uma força de intensidade alta para realizar a transferência e/ou a posição necessária para transferir seja desconfortável foi classificada como ‘nula’.

Para a avaliação da portabilidade do produto considerações como massa, dimensões e dobrabilidade, são levantadas. Os produtos foram classificados como ‘grande’ portabilidade quando são leves, pequenos ou dobráveis ou acoplados a cadeira de rodas. São classificados como ‘média’ caso possuam dimensões que permitam o seu transporte (completo ou dobrado) porém uma massa que dificulte o manuseio ou portabilidade. Por fim, são denominados como ‘baixa’ portabilidade caso possuam dimensões, massa ou estrutura que não permitam a movimentação do sistema facilmente.

A capacidade de ultrapassar obstáculos é categorizada como ‘boa’ se permite que a pessoa em cadeira de rodas realize a transferência para assentos com braços ou por cima de vãos sem limitação de altura/comprimento, ‘média’ se permite a movimentação apenas com alturas ou comprimentos baixos e ‘ruim’ caso não permita esse tipo de movimento.

Os produtos concorrentes são, então, avaliados seguindo estes critérios além de destacar a marca e o preço de cada. A comparação é apresentada na Tabela 17. Percebe-se que cada modelo possui suas vantagens e, conseqüentemente, os pontos que deixa a desejar. No entanto, destaca-se com a análise quais características de cada produto são interessantes para inspirarem o desenvolvimento de um novo produto.

TABELA 17 – Análise Sincrônica dos Produtos de Transferência

	Tábua de Transferência	Tábua de Transferência Giratória	Banco de Transferência	Dispositivo de Auto Transferência	Guincho com Base	Guincho Fixo	Braço Robótico
Marca	Carcl	Beasy Board	Eagle Health Supplies	Krishnan, R. H. Pugazhenthil, S. (2019)	Cavenaghi	Green Inovation	Grindle et al. (2015)
Preço	195,00	960,00	1676,00	-	5190,00	40'000,00	-
Potencial de Independência	Total	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial	Nula	Total
Estabilidade	Média	Ruim	Boa	Boa	Média	Boa	Ruim
Ergonomia	Nula	Parcial	Total	Nula	Total	Total	Total
Portabilidade	Grande	Grande	Baixa	Grande	Baixa	Baixa	Grande
Ultrapassagem de Obstáculos	Ruim	Ruim	Boa	Ruim	Boa	Boa	Boa

Com o resultado da Tabela 17, percebe-se que todos os dispositivos existentes possuem vantagens e desvantagens considerando os requisitos apontados pelos usuários para produtos de transferência. Com essas informações é possível se aproveitar de características positivas de cada um para a geração de ideais e criação de um novo produto.

4.3.3 Definição das Classes

Ao identificar os artefatos que podem trazer soluções ou inspirações para o problema apresentado, deve-se estruturar uma classe para os problemas. Em um esforço de sub-categorizar os produtos encontrados, opta-se por resumi-los e ordená-los quanto ao seu nível tecnológico na Tabela 18.

TABELA 18 – Ordenação de Produtos de Movimentação de Pessoas Quanto a seu Nível Tecnológico

Nível Tecnológico	Produto	Fabricante	Preço (R\$)
Low-Tech	Tábua de Transferência	Carci	195,00
Low-Tech	Tábua de Transferência Giratória	<i>Beasy Board</i>	960,00
Low-Tech	Banco de Transferência	<i>Eagle Health Supplies</i>	1676,00
Mid-Tech	Dispositivo de Auto-Transferência	Krishnan, R. H. & Pugazhenth, S. (2019)	-
High-Tech	Guincho de Transferência Base Móvel	Cavenaghi	5190,00
High-Tech	Guincho de Transferência Base de Parede	Cavenaghi	3539,00
High-Tech	Guincho de Transferência Base Veicular	Cavenaghi	3369,00
High-Tech	Guincho de Transferência Fixo	Herrmann/ GreenInnovations	40'000,00
High-Tech	Braço Robótico	Grindle et al. (2015)	-
High-Tech	Esteira Rolante	-	-

Esta classificação destaca os níveis tecnológicos de forma a categorizar os produtos e ordená-los de uma forma lógica para comparação. Percebe-se que aumentar o nível tecnológico não é, necessariamente, uma forma de melhorar o produto e atender todos os requisitos propostos pelos usuários.

4.4 PROPOSIÇÃO DE ARTEFATO PARA RESOLVER O PROBLEMA

Nesta etapa objetiva-se encontrar soluções satisfatórias para o problema proposto (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). É uma etapa essencialmente criativa. Para tal, são utilizadas ferramentas para geração de ideias e criação.

4.4.1 *Brainstorming*

O *Brainstorming*, também chamado de tempestade de ideia, é uma ferramenta para geração de ideias dentro de uma equipe (OLIVEIRA, 2020). Foi composta uma equipe com 3 participantes para procurar uma solução para o problema apresentado. A reunião ocorreu de forma virtual e, inicialmente, os participantes foram lembrados do problema e foram apresentados os requisitos do produto e o levantamento de similares para inspiração. A reunião durou cerca de uma hora. Com base nas ideias que surgiram, foram montados alguns modelos para análise mais profunda sobre estabilidade do sistema, tais como apresentado na Figura 24.



FIGURA 24 – Modelo Inicial de Produto

Percebeu-se, porém, problemas com a estabilidade desse sistema e outros foram estudados por meio de maquete como visto na Figura 25. Esta forma de análise permitiu uma compreensão dos problemas apresentados por cada solução de forma mais rápida que o uso de software computacional 3D.



(a) Maquete 1



(b) Maquete 2



(c) Maquete 3

FIGURA 25 – Maquetes para Estudo de Estabilidade

No entanto, todos estes modelos apresentaram problemas: a Maquete 1 e a Maquete 2 impedem a rotação do assento pois as pernas não conseguem passar pelos trilhos. Assim, foi desenvolvida a Maquete 3 que resolve este problema porém cria um novo problema que é a ultrapassagem de obstáculos. Este modelo só funcionaria em ambientes com piso livre de qualquer obstáculo.

Dessa forma, foi desenvolvido o modelo a seguir (Figura 26) que combina conceitos das maquetes 2 e 3. Assim, ele permite a rotação do assento e passar por cima de obstáculos (não muito altos). As desvantagens desse modelo são a limitação de passar por obstáculos muito altos e uma dificuldade maior do usuário montar o sistema para uso. No entanto, avalia-se inicialmente que são dificuldades possíveis de serem gerenciadas e melhoradas com futuras modificações sendo uma solução satisfatória para o problema apresentado.

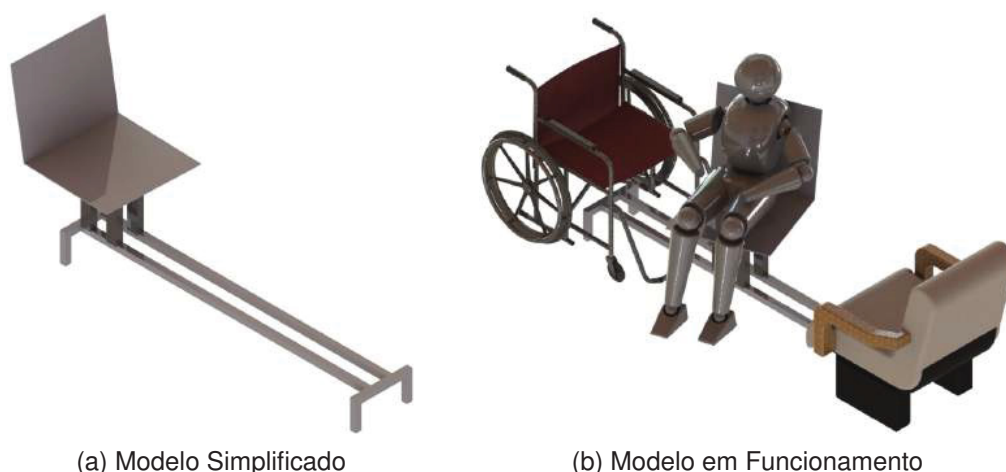


FIGURA 26 – Modelo para Apresentação no Grupo Focal

Este modelo, em termos de projeto, cumpre os requisitos levantados para o produto. Dessa forma, ele é considerado satisfatório para resolver o problema e, portanto, para a continuação do projeto. Utiliza-se, este modelo na sequência do projeto, apresentando-o para usuários por meio de um grupo focal, cujo desenvolvimento é apresentado a seguir. Nesta discussão o modelo é avaliado e são propostas modificações para melhorá-lo.

4.4.2 Avaliação da Proposta

Para avaliar o modelo proposto foi realizado um grupo focal de forma semelhante à descrita na Seção 3.3.2. Seguindo novamente as recomendações de Krueger e Casey (2014), determinam-se os objetivos como: analisar a proposta de produto verificando suas lacunas e propor alterações para o produto. Certifica-se que o grupo focal é uma ferramenta adequada para esta etapa uma vez que busca-se obter uma

variedade de opiniões acerca do produto proposto, gerar e testar ideias no grupo e entender a perspectiva dos usuários que é diferente da visão do projetista (KRUEGER; CASEY, 2014).

4.4.2.1 Preparação e Execução do Grupo Focal

As perguntas foram formadas, e apresentadas no Apêndice 5, para atingir o objetivo descrito e obter possíveis modificações para o produto proposto. Para tal, utilizou-se como base a ferramenta do SCAMPER (Substituir, Combinar, Adaptar, Modificar, Propor outros usos, Eliminar e Rearranjar) cujo objetivo é procurar modificações na ideia desenvolvida para que esta seja melhorada. Procura-se desenvolver novas soluções a partir de produtos já propostos com base em perguntas que gerem as modificações (PAZMINO, 2015).

Seguindo o mesmo guia apresentado na seção 3.3.2.1, os participantes foram incentivados a se apresentar e, em seguida, lembrar de situações onde eles tiveram dificuldade de realizar a transferência. Isso foi feito para que eles tivessem na cabeça essas dificuldades para avaliar se o produto que foi apresentado seria adequado nestas situações. Em seguida, o vídeo do produto em funcionamento foi apresentado (acesso ao vídeo pelo *site*: <https://youtu.be/pUTZvm7lpnQ>) e perguntas baseadas no SCAMPER foram feitas.

O protocolo do grupo focal também foi similar ao realizado anteriormente, cinco pessoas foram convidadas a participar e todas aceitaram o convite. Entre estas pessoas, três possuem lesão medular (tetraplégicos) e duas possuem sequelas da poliomielite e todas são mulheres. Foi marcada uma data e horário de comum acordo com todos. Na véspera do grupo focal, foi enviado um lembrete a todos os participantes confirmando o horário e já enviando as perguntas do grupo focal. No dia da reunião, cerca de uma hora antes foi enviado o TCLE (Apêndice 6) e um termo de confidencialidade (Apêndice 8) uma vez que seria apresentado a proposta de produto. Foi enviado, ainda, o *link* para acesso a sala da videoconferência na página *Whereby*® junto com instruções detalhadas de acesso.

No horário combinado os participantes acessaram a plataforma e o protocolo de perguntas se iniciou. No grupo dos cadeirantes todos os participantes que confirmaram a presença entraram no *site* para o grupo focal. A pesquisadora atuou como moderadora do grupo incentivando a participação de todos e encaminhando a conversa para atingir os objetivos propostos. A conversa foi gravada pela própria plataforma e foi armazenada para transcrição posterior.

4.4.2.2 Análise do Grupo Focal

Após a realização dos grupos, a gravação foi transcrita e analisada com auxílio do *software* MAXQDA2020®. O texto foi codificado utilizando duas macro-categorias: situações de uso do produto e características físicas do produto. Neste caso, a contabilização do número de ocorrências não é significativo uma vez que se tenta incluir todas as ideias levantadas pelos participantes nas modificações.

As situações de uso que os participantes levantaram que devem ser consideradas nas adaptações do produto são: banho, banheiro e cama. Neste cenário, o uso no banheiro e no banho indicam a necessidade de um assento vazado e a prova d'água. Isso pode ser mais complicado por causa das placas giratórias que permitem o movimento do assento. Além disso, foi destacado por uma participante a utilização para a transferência para a cama. Por ser tetraplégica ela explica que não é suficiente o assento chegar até a altura da cama ou sobre a cama, é necessário que ele consiga fazer o movimento para transicionar o tronco da posição deitada para sentada. Para tal, avalia-se a possibilidade de um atuador para realizar esse movimento.

Já as características físicas do produto levantadas pelos participantes foram: conforto do assento, a regulação de elevação para assentos que não tem a mesma altura da cadeira de rodas, ser leve e portátil, inclusão de um apoio de braço (removível) e apoio de pés para auxiliar no equilíbrio. Além disso, destacou-se que ele seja acessível financeiramente. Com essas informações é possível realizar modificações no produto proposto para se adequar melhor às necessidades dos usuários.

4.4.3 Proposta do Artefato Formalizada

Como destacado pelos participantes do grupo focal, a inclusão e modificação de alguns itens do projeto se mostram essenciais para o sucesso do produto. Assim, altera-se o produto mostrado na Figura 26a de forma a atender as observações. Ao invés de uma placa rígida como base para o assento, este será formado por faixas de tiras de tecido elástico. Dessa forma, é possível sustentar o corpo da pessoa durante a transferência mas quando estiver sobre a cadeira de rodas ou outro assento as tiras se moldarão ao assento e não irão interferir no nível de conforto que as almofadas da cadeira de rodas fornecem. Além disso, as faixas em tecido permitem que, caso seja necessário, elas sejam arranjadas de tal forma a deixar um espaço no meio que permita a utilização do produto em banheiros e banhos. Para a utilização das faixas de tecido, a estrutura do assento é feita por meio de tubos com seção circular vazada reduzindo o peso da estrutura.

Outro fator levantado foi a possibilidade do suporte elevar o tronco da posição deitada para sentado. Essa modificação é possível com a estrutura tubular descrita separando assento e encosto em peças separadas, ligadas uma a outra por meio de uma barra lateral e um pino sobre uma ranhura na lateral do encosto, como visto na Figura 27. Essa montagem permite que o movimento seja realizado de forma manual ou de forma automatizada por meio de atuadores.



FIGURA 27 – Esquema Mecânico para Permitir a Inclinação do Encosto

Além disso, inclui-se um apoio de pé e apoios de braços de modo a dar estabilidade para as diversas dificuldades descritas no grupo focal. A inclusão desses componentes se deu utilizando menos material possível para não agregar peso e custos desnecessários ao produto. O apoio de pé foi incorporado a placa base do produto e o apoio de braço é removível e acoplado aos tubos laterais do encosto. Entende-se que o apoio de braço é importante para auxiliar o equilíbrio das pessoas sem controle de tronco.

No entanto, outra solução possível seria um cinto que segurasse o tronco para evitar a necessidade dos apoios de braço já que a remoção desse apoio pode ser complicada e, portanto, um transtorno para os usuários do produto. A remoção pode ser necessário quando o assento estiver sobre cadeiras ou poltronas com braço como a própria cadeira de rodas pois pode atrapalhar o conforto dos usuários.

Dessa forma, o resumo das modificações são listadas a seguir:

- Assento com faixas de tecido elástico;
- Movimentação da inclinação do encosto;

- Inclusão do apoio de pé;
- Inclusão do apoio de braço.

No entanto, a inclusão destes componentes para atender o maior número de pessoas e deficiências diferentes acaba tornando o produto caro e pesado. Além disso, muitos destes componentes podem ser supérfluos para algumas pessoas. Portanto, propõe-se o desenvolvimento de um produto modular em que alguns acessórios sejam opcionais, tais como os apoios de pé e braço, a forma de movimentação do produto mais automatizada e a inclinação do encosto. Todavia, para efeitos de projeto, trabalha-se com a inclusão de todos os módulos possíveis que são os casos mais críticos como maior peso e custo. Assim, a proposta do artefato, com todos os módulos, é apresentada na Figura 28.



FIGURA 28 – Proposta de Artefato Formalizada

O funcionamento no objeto proposto é ilustrado pela Figura 29, que mostra a aproximação do assento para encaixe na base (29a), a rotação da base para permitir a transferência em qualquer ângulo (29b), a saída lateral do assento em relação ao trilho (29c) e a inclinação do encosto (29d). Este funcionamento é ilustrado por meio do vídeo apresentado no *link*: <https://youtu.be/Fq7Z08Glx2M>.

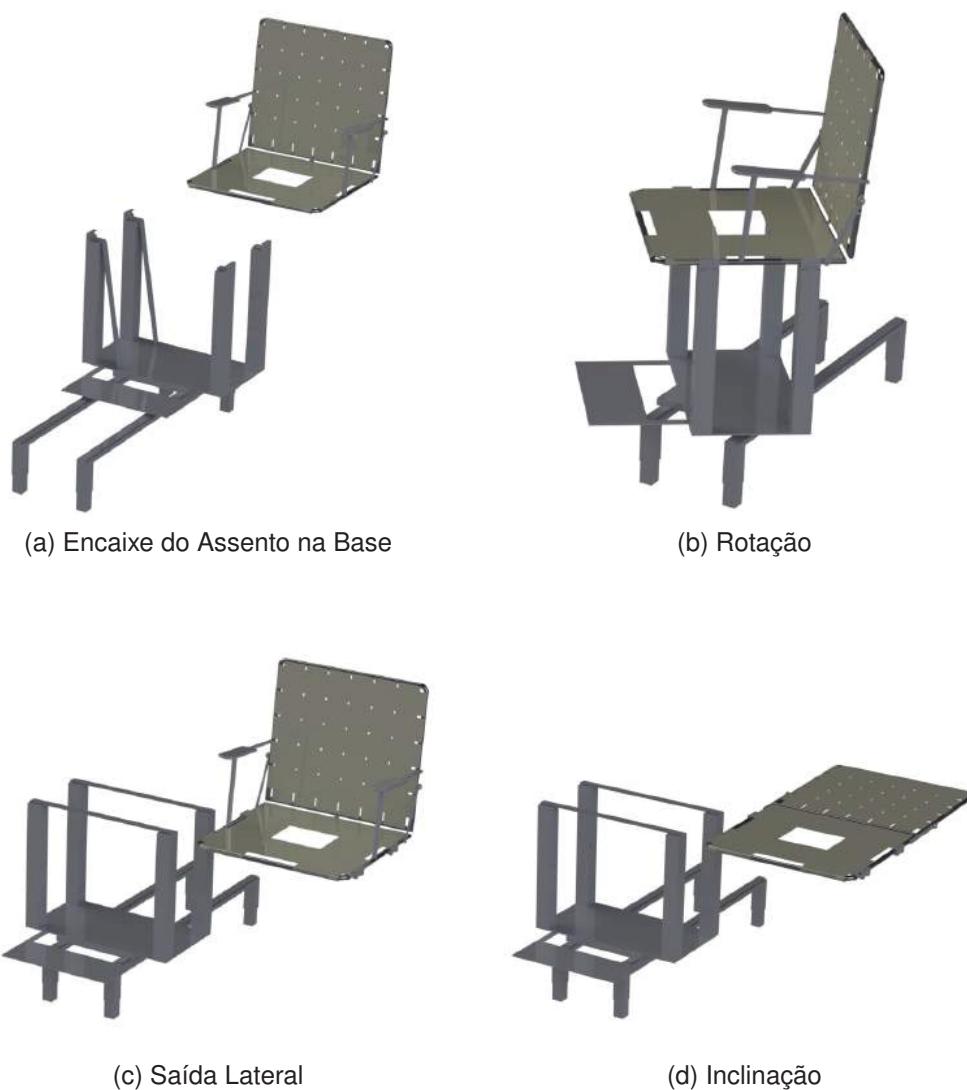


FIGURA 29 – Funcionamento do Artefato Proposto

Com a proposta do artefato formalizada, passa-se ao projeto mecânico de dimensionamento da estrutura e seleção de componentes.

4.5 PROJETO MECÂNICO DO ARTEFATO

O projeto do artefato levou em consideração os requisitos estabelecidos, as observações dos participantes do grupo focal e as necessidades de uso do produto. Para tanto, foi considerado como base do projeto a necessidade do assento girar, permitindo, assim, que a transferência seja realizada entrando frontalmente ou lateralmente nos assentos de destino. Estabeleceu-se que a saída da pessoa da cadeira de rodas deveria ser possível pela frente uma vez que nem toda cadeira de rodas possui

apoios de braços removíveis. No entanto, o acesso ao banco do carro ou a cama, por exemplo, se dá pela lateral. Portanto, a possibilidade de girar e cumprir os requisitos de projeto foram forças motivadoras para o dimensionamento da estrutura, a seleção de componentes e a forma de funcionamento como descritos nesta seção.

Para maior esclarecimento das etapas descritas nesta seção, o artefato é apresentado na Figura 30 com a indicação dos seus principais componentes.

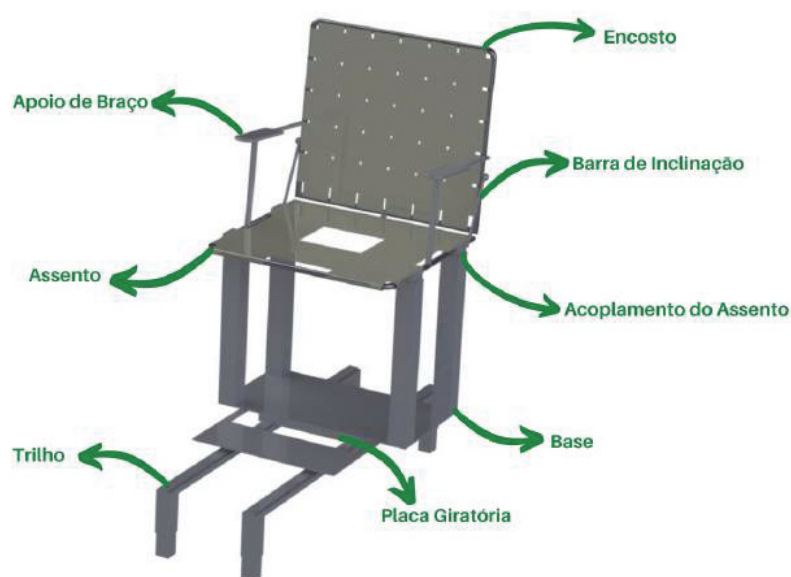


FIGURA 30 – Componentes do Artefato

Ainda serão apresentados, nesta seção, a estimativa de custos e os desenhos técnicos que são consequência das decisões de projeto.

4.5.1 Dimensionamento da Estrutura

O dimensionamento da estrutura é subdividido em estrutura do assento e encosto, acoplamento do assento, apoio de braço, base e trilhos que são descritos nesta seção.

4.5.1.1 Estrutura do Assento e Encosto

Para o dimensionamento da estrutura utiliza-se o caso mais crítico de uso do produto. Para tal, considera-se o requisito de suportar uma pessoa de até 150 kg e, apoiado na norma NBR ISO 7176:5 (ABNT, 2015b) foram definidas as dimensões do assento e encosto considerando o caso máximo da norma de cadeira de rodas para pessoas com mais de 125 kg. Dessa forma, estabeleceu-se a largura efetiva do assento de 500 mm, profundidade efetiva do assento de 450 mm, largura do encosto de 500 mm e a altura do encosto de 420 mm.

Para definição da seção transversal da estrutura foi utilizada a estrutura do assento pois este sofre maiores esforços (suportando, em situações, o peso inteiro do usuário) do que o encosto. Optou-se por um tubo de seção circular por facilitar a montagem das faixas de tecido e, principalmente, por não conter arestas que poderiam causar ferimentos. Foi estudada a possibilidade de tubos de seção vazada e cheia. No entanto, o tubo de seção circular vazada capaz de suportar os esforços é mais leve do que o tubo de seção circular cheia capaz de suportar os mesmos esforços. Dessa forma, optou-se pela seção circular vazada para a estrutura do assento e encosto.

Para dimensionar esta seção, foi utilizado o *software* ANSYS® *Mechanical* 2021 na função de análise estática, seguindo os conceitos apresentados no Apêndice 9. Foram aplicadas as forças como mostrado na Figura 31 onde a força de 1500 N (150 kg) é distribuída pela estrutura por causa das faixas de tecido que se apoiam em toda a estrutura, as arestas de trás, uma delas indicada pela letra C, são fixas pois não haverá movimentação em nenhuma das três direções e as arestas da frente possuem limitação de movimento apenas no eixo y devido ao apoio das pernas da base.

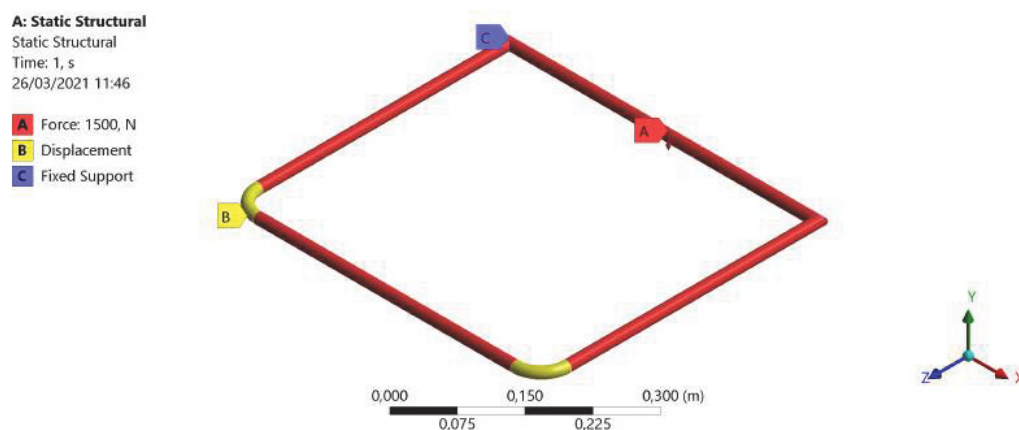


FIGURA 31 – Forças Atuando no Assento

Assim, alterou-se as dimensões da seção circular baseado em tamanhos e pesos de tubos redondos de alumínio existentes no mercado (ALUMIPLAST, 2021). Para as simulações, foi utilizado o alumínio 6061 cujas propriedades são apresentadas na Tabela 19.

TABELA 19 – Propriedades do Alumínio 6061 (MATWEB, 2021a)

Propriedade	Valor
Módulo de Elasticidade	68,9 GPa
Coeficiente de Poisson	0,33
Tensão de Escoamento	276 MPa

Dessa forma, encontrou-se que um tubo de 15,87 mm de diâmetro com parede de 2,38 mm de espessura era suficiente para suportar as cargas aplicadas com um fator de segurança relativamente alto (4,64) seguindo o critério de Tresca, como visto na Figura 32. Optou-se por trabalhar com um fator de segurança alto de pelo menos 4 nesta fase uma vez que se sabe que a estrutura sob esforço dinâmico de impacto e sob fadiga será mais exigida do que sob esforço estático.

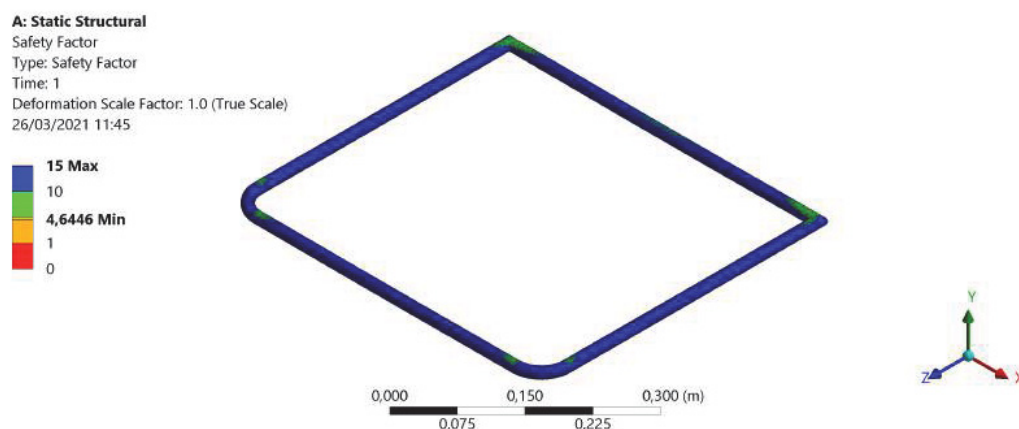


FIGURA 32 – Fator de Segurança no Assento

Além disso, é importante garantir deflexões baixas para a estrutura uma vez que, mesmo com fator de segurança alto, essa deformação quando aplicada a força pode assustar o usuário do produto e levá-lo a crer que o produto não é seguro. Portanto, avaliou-se a deflexão como visto na Figura 33. Percebe-se que a deflexão máxima neste caso é de 0,00077 m, ou seja, 0,8 mm que é baixa, garantindo a segurança da estrutura.

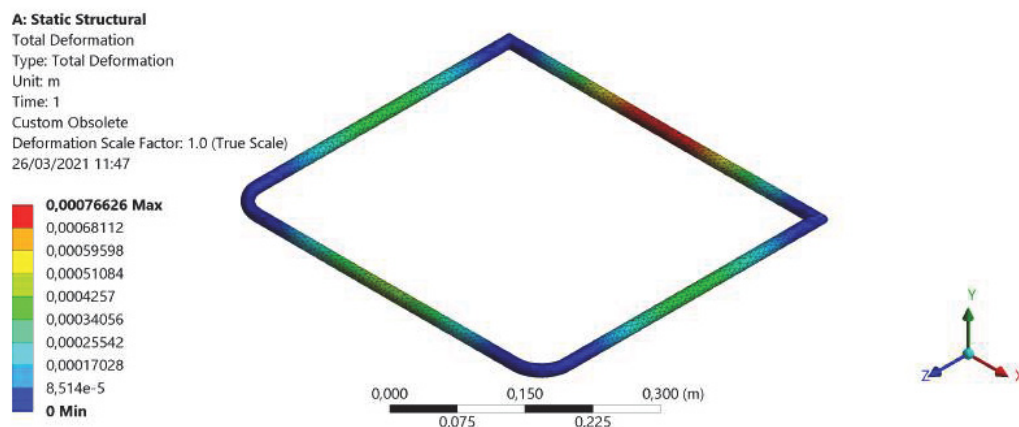


FIGURA 33 – Deflexão no Assento

Com isso, obtém-se a estrutura do assento com as dimensões apresentadas na Tabela 20.

TABELA 20 – Dimensões Finais do Assento

Dimensão	mm
Largura	500
Profundidade	450
Diâmetro externo do tubo	15,87
Espessura	2,38

Estas dimensões são utilizadas como base para o resto do projeto.

4.5.1.2 Inclinação do Encosto

Para permitir a inclinação do assento, como mencionado anteriormente e visto na Figura 27, o encosto e o assento são separados em duas peças distintas conectados por uma barra. Essa barra é simulada em alumínio com as propriedades da Tabela 19 e com as forças aplicadas como na Figura 34.

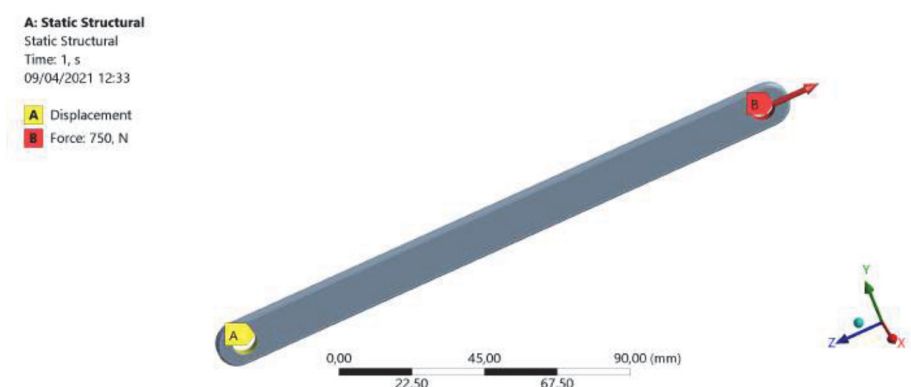


FIGURA 34 – Força na Barra de Inclinação do Assento

As simulações mostram uma deformação muito baixa, aproximadamente 0, como visto na Figura 35 e um fator de segurança mínimo de 5,5, como visto na Figura 36, que é suficiente para garantir que o objeto não vai falhar.

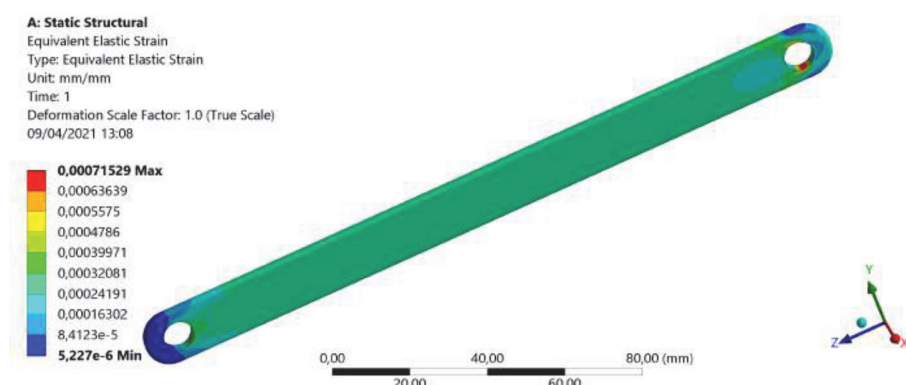


FIGURA 35 – Deformações da Barra de Inclinação

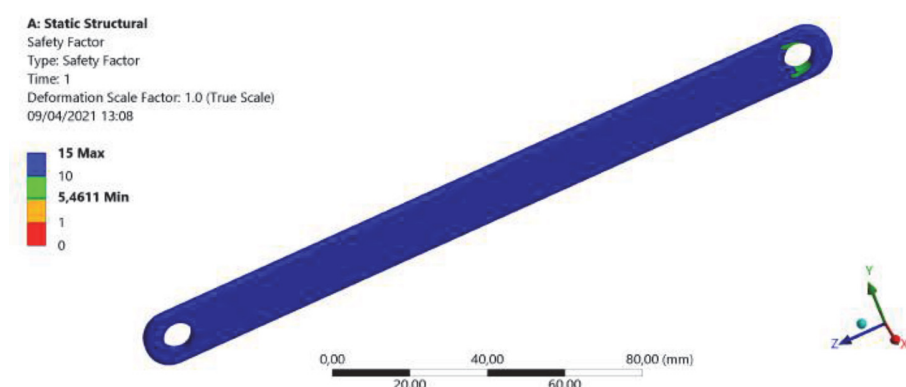


FIGURA 36 – Fator de Segurança da Barra de Inclinação

Tem-se, então, uma barra de inclinação do assento em alumínio 6061 com comprimento de 194 mm e espessura de 3 mm.

4.5.1.3 Acoplamento do Assento

A forma de acoplar o assento, que fica sobre a cadeira de rodas durante o seu uso normal, à base que se desloca sobre o trilho durante a transferência é um elemento essencial para permitir que os requisitos do produto sejam alcançados. É necessário que os tubos da estrutura do assento se encaixem na base de modo que o assento possa sair tanto pra frente/prá trás quanto para os lados. Para isso foi projetada uma peça, vista na Figura 37, que fica acoplada à base caso a movimentação de saída do assento seja frontal porém acompanha o assento nas movimentações laterais.

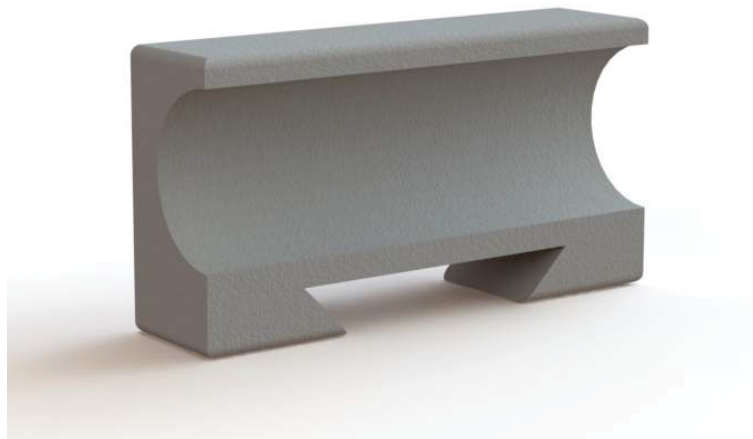


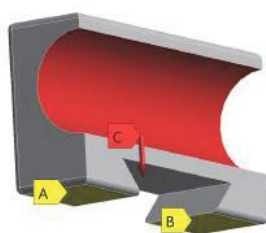
FIGURA 37 – Peça de Encaixe do Assento na Base

A sua geometria foi definida baseada na dimensão do tubo da estrutura do assento e uma ranhura para encaixe do trilho para movimentação lateral. Assim, com a geometria fixa por parâmetros externos, é necessário assegurar os requisitos do projeto (resistência, estabilidade, dimensões, custo e peso mínimos) por meio da escolha do material do produto. Dessa forma, a simulação ocorreu variando os materiais: alumínio e ABS moldável.

As forças aplicadas são demonstradas na Figura 38. A superfície A tem restrição de movimento nos três eixos, a superfície B possui restrição apenas no eixo y e a força aplicada sobre a superfície C é de 375 N (peso máximo de um ocupante dividido pelos 4 apoios).

A: Static Structural
Static Structural
Time: 1, s
06/04/2021 13:34

A Displacement
B Displacement 2
C Force: 375, N



0,00 25,00 50,00 (mm)
12,50 37,50

FIGURA 38 – Forças Atuando sobre o Encaixe do Assento

Foi utilizado o alumínio como material inicial, assim como foi usado no tubo do assento, para realizar a primeira leva de simulações. No entanto, encontrou-se um produto extremamente superdimensionado com fator de segurança 15 em toda a peça, como pode ser visto na Figura 39.

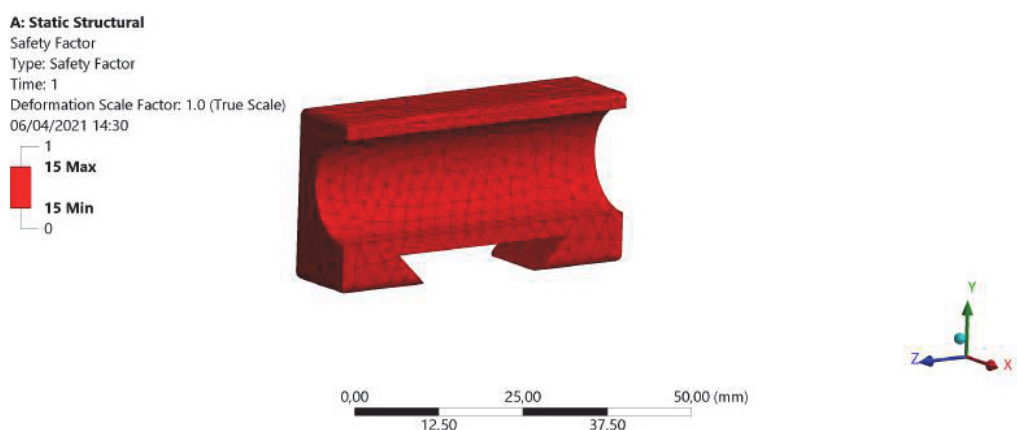


FIGURA 39 – Fator de Segurança sobre o Encaixe do Assento em Alumínio

Este resultado indica que o material utilizado é desnecessariamente resistente para a aplicação e deve ser alterado. Assim, é interessante em termos de projeto a utilização de um material que será mais barato e mais leve. Assim, optou-se pela utilização do plástico ABS que permite uma redução do peso da peça em cerca de 60%.

Além disso, os custos do ABS e, principalmente, da fabricação da peça com o material também são muito inferiores aos do alumínio. Portanto, a mesma simulação foi realizada com o ABS moldável que apresenta as propriedades apresentadas na Tabela 21

TABELA 21 – Propriedades do ABS Moldável (MATWEB, 2021b)

Propriedade	Valor
Módulo de Elasticidade	2,28 GPa
Coeficiente de Poisson	0,35
Tensão de Escoamento	46,7 MPa

Com essas propriedades, a simulação foi realizada novamente e foram obtidos os dados de fator de segurança e deflexão apresentados nas Figuras 40 e 41, respectivamente.

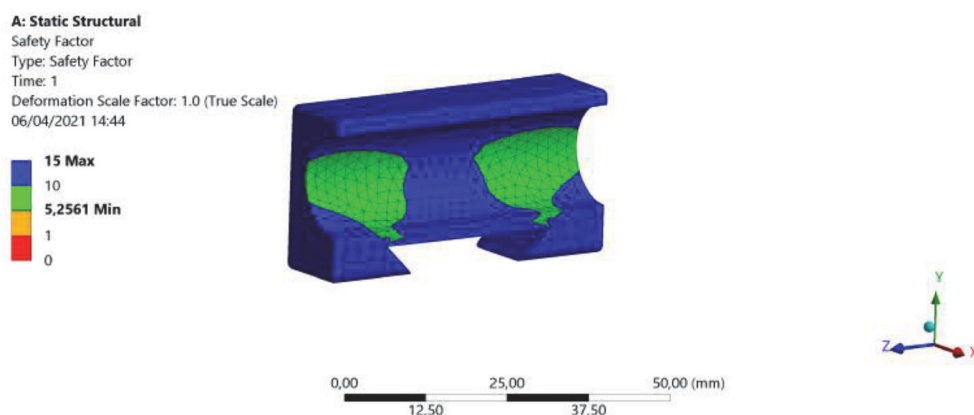


FIGURA 40 – Fator de Segurança sobre o Encaixe do Assento em ABS

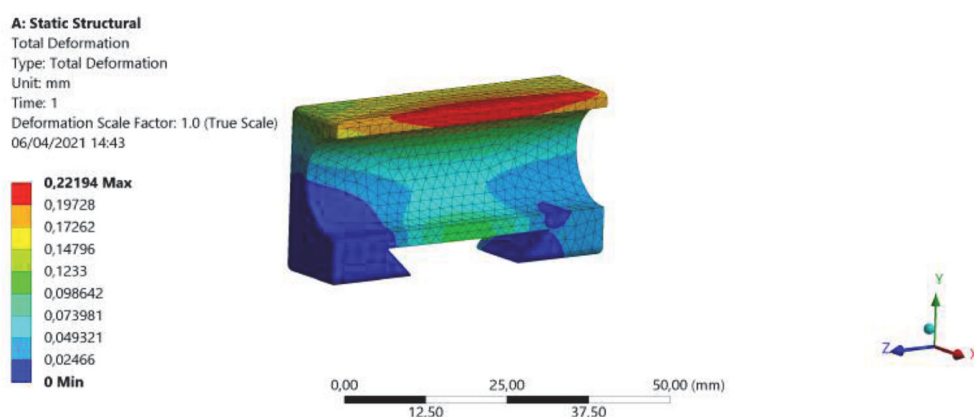


FIGURA 41 – Deflexões do Encaixe do Assento em ABS

Neste cenário, o fator de segurança mínimo de 5,3, apesar de um pouco alto, é aceitável e a deflexão máxima de 0,2 mm garante o funcionamento da peça sem maiores problemas. Assim, segue-se com o projeto com a seleção do ABS para a peça de encaixe do assento.

4.5.1.4 Apoio de Braço

Após o estabelecimento dos componentes principais, partiu-se para o desenvolvimento dos apoios de braços onde foram desenvolvidas e testadas diversas soluções. Inicialmente, optou-se por um apoio de braço que fosse articulado para não incomodar enquanto o assento estiver sobre a cadeira de rodas. Assim, o primeiro modelo foi desenhado como visto na Figura 42.



FIGURA 42 – Apoio de Braço 1

Os apoios de braço desenvolvidos foram testados segundo instrução da Norma NBR ISO 7176:8 (ABNT, 2009) que afirma que, para cadeiras de rodas para pessoas entre 75 e 100 kg (caso máximo previsto na norma), a força a ser aplicada em cada apoio de braço é de 760 ± 23 N. Portando, aplicou-se uma força de 783 N em cada apoio de braço. Para o apoio de braço 1, as forças são apresentadas na Figura 43.

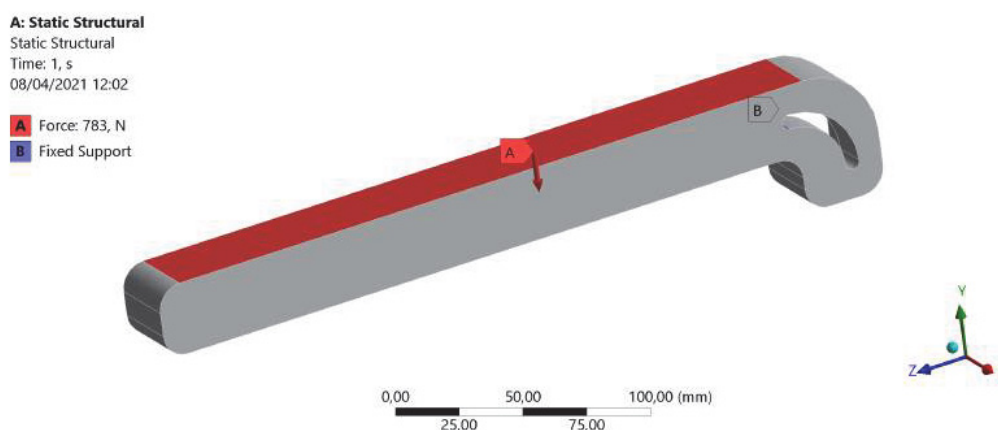


FIGURA 43 – Forças Aplicadas no Apoio de Braço 1

O grande volume, em especial sua largura, associado com simulações indicando um fator de segurança mínimo de 0,53, como visto na Figura 44, mostram que este modelo não é satisfatório. Um fator de segurança abaixo de 1 indica falha do material. Para garantir um fator de segurança suficiente as dimensões teriam que ser ainda maiores e se tornariam um transtorno para os usuários.

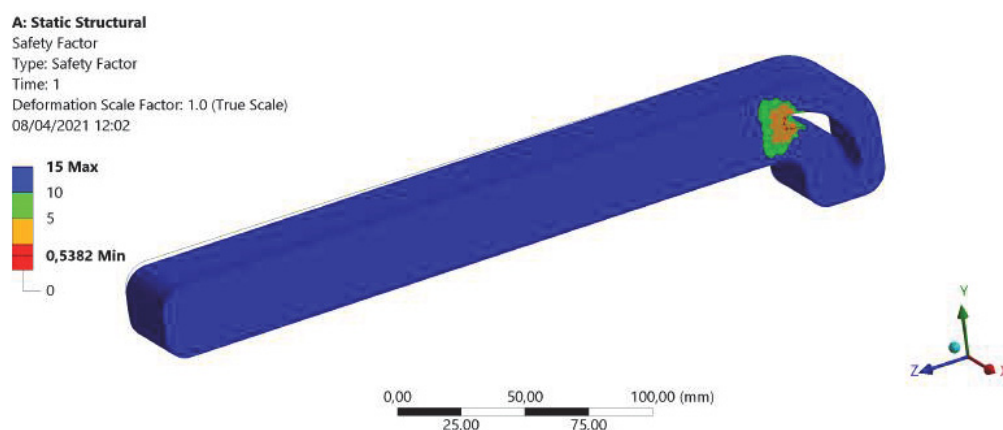


FIGURA 44 – Fator de Segurança do Apoio de Braço 1 em Alumínio

Em seguida, um segundo modelo foi proposto como uma peça única que também é articulado como visto na Figura 45, com um tubo contínuo de seção circular cheia de 15,87 mm. Esse modelo teria a vantagem de ocupar menos espaço e permitir que fosse levantado permitindo que não interferisse no uso dos apoios de braço da cadeira de rodas. No entanto, a peça única atrapalha o conforto do usuário pois ficaria entre as costas da pessoa e o encosto da cadeira de rodas. Portanto, este formato se torna inviável para o uso.



FIGURA 45 – Apoio de Braço 2

Posteriormente, um modelo menos prático mas funcional foi elaborado, como visto na Figura 46. Sua limitação envolve a necessidade de remoção do apoio para que o assento possa ser usado sobre a cadeira de rodas. Ele é afixado ao encosto por meio de uma junção simples com parafuso/pino.

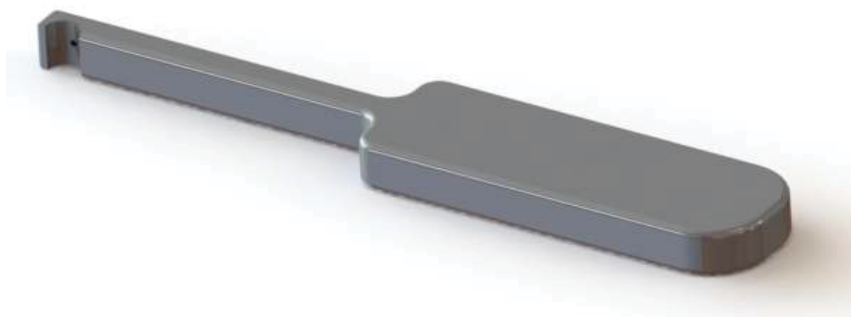


FIGURA 46 – Apoio de Braço 3

No entanto, com a aplicação das forças apresentadas na Figura 47, mesmo sendo de alumínio com espessura de 20 mm, apresenta deflexões altas com 6,7 mm e fator de segurança abaixo do mínimo de projeto em 1,15 como visto nas Figuras 48 e 49 respectivamente. Dessa forma, esta solução não é suficiente para os parâmetros de projeto. Aumentar a espessura do apoio de braço não é uma opção pois, além de se tornar um incômodo no uso, aumentaria muito o peso do artefato que, nesta configuração, já é significativo em 683 g.

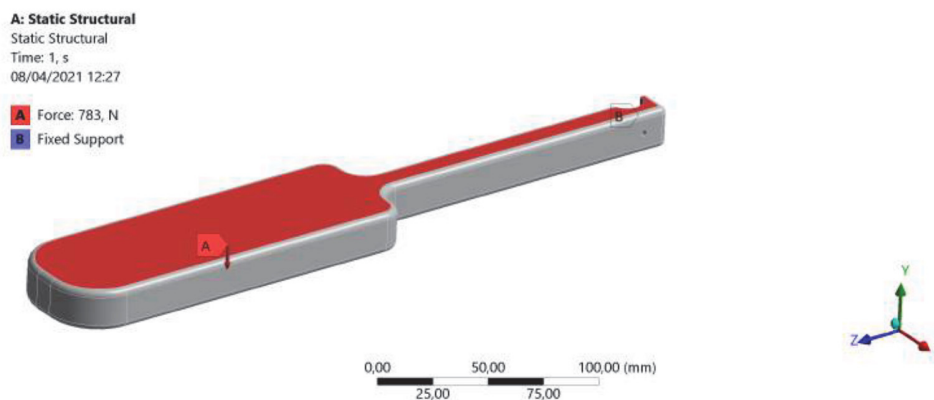


FIGURA 47 – Forças Atuando no Apoio de Braço 3

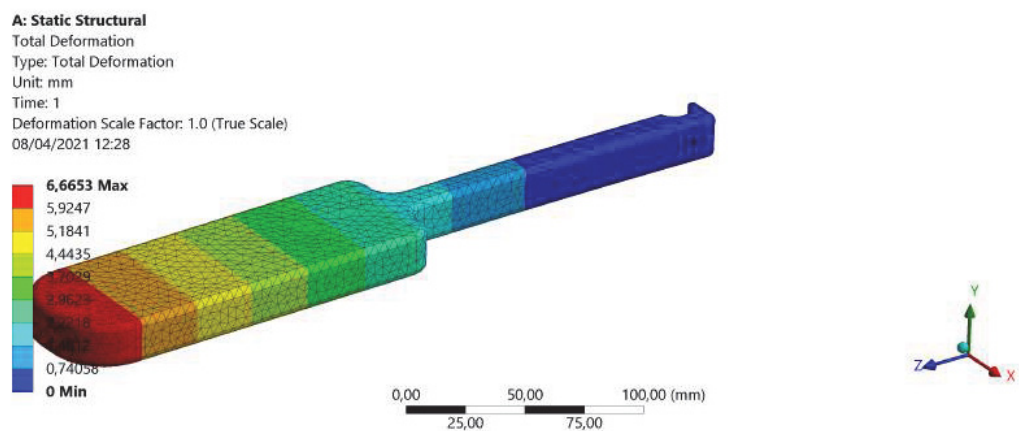


FIGURA 48 – Deflexões do Apoio de Braço 3 em Alumínio

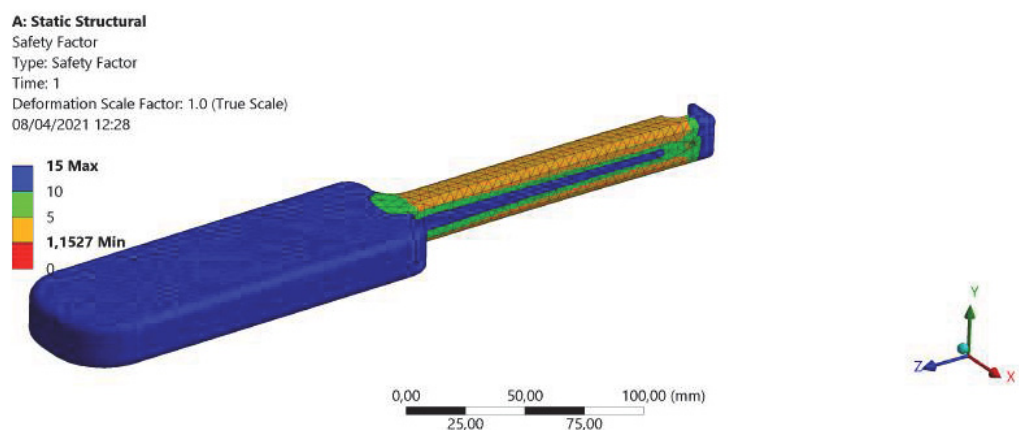


FIGURA 49 – Fator de Segurança do Apoio de Braço 3 em Alumínio

Para tentar reduzir dimensões e peso do apoio propõe-se o modelo 4, reduzindo a espessura para 12 mm, que possui uma barra de apoio no assento para redução de esforços, como visto na Figura 50.



FIGURA 50 – Apoio de Braço 4

O diagrama de forças neste caso é diferente da Figura 47 devido ao contato com o assento que impede a movimentação no eixo y, como visto na Figura 51.

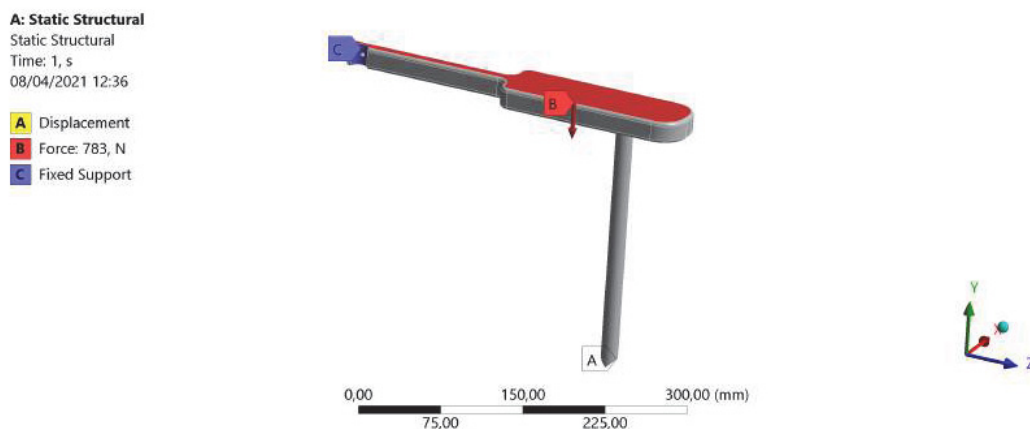


FIGURA 51 – Forças Atuando no Apoio de Braço 4

Ao se simular o apoio de braço 4 em alumínio com estas forças aplicadas sobre ele, encontram-se valores de deflexão máxima de 0,43 mm, como visto na Figura 52, e fator de segurança mínimo de 7,13, como visto na Figura 53. Estes resultados, bem acima do fator de segurança mínimo de projeto indicam duas alternativas para o projeto. A primeira é a redução de espessura e a segunda a alteração de material. As duas opções são analisadas a seguir para avaliar seu impacto no projeto e realizar a decisão da melhor escolha.

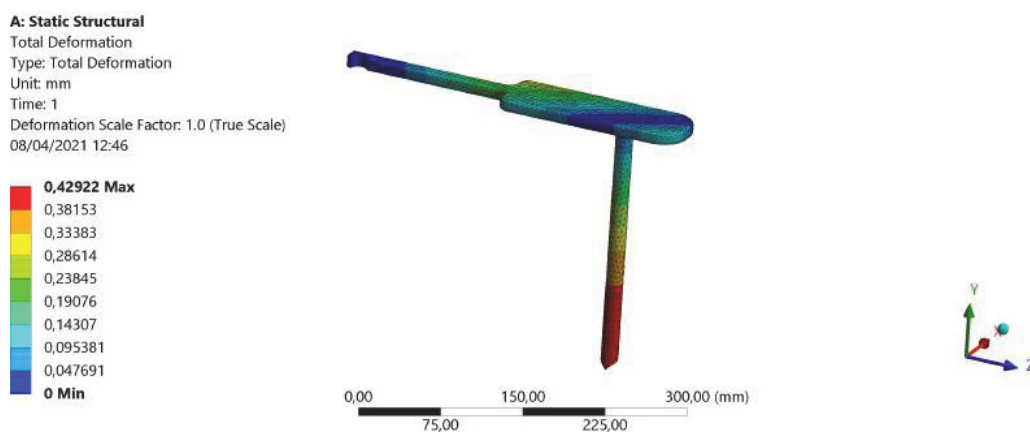


FIGURA 52 – Deflexões do Apoio de Braço 4 em Alumínio



FIGURA 53 – Fator de Segurança do Apoio de Braço 4 em Alumínio

Dessa forma, realiza-se a mesma simulação com o material policarbonato que possui as propriedades listadas na Tabela 22.

TABELA 22 – Propriedades da Liga Policarbonato/ABS (MATWEB, 2021c)

Propriedade	Valor
Módulo de Elasticidade	2,7 GPa
Coefficiente de Poisson	0,353
Tensão de Escoamento	56,9 MPa

Com isso, encontra-se os valores de deflexão máxima de 11 mm e fator de segurança mínimo de 1,5, como visto nas Figuras 54 e 55. Essas simulações indicam que a substituição do material não é adequada para manter a integridade da estrutura.

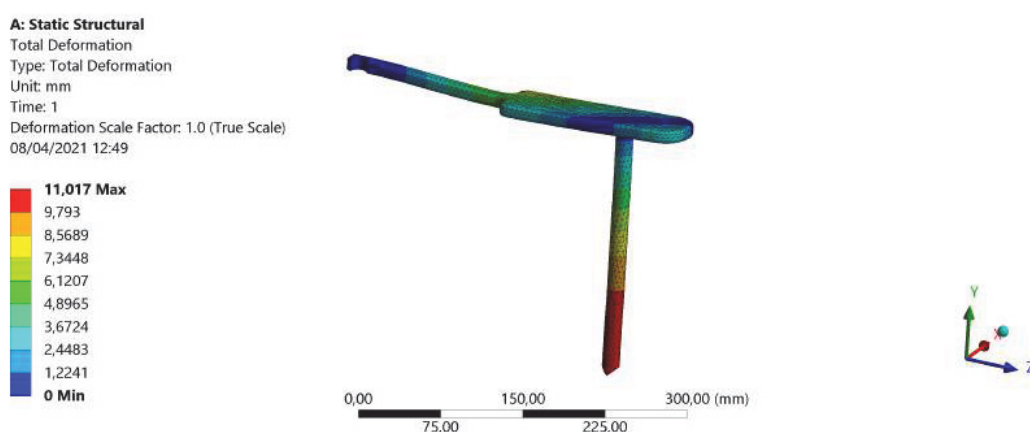


FIGURA 54 – Deflexões do Apoio de Braço 4 em Policarbonato

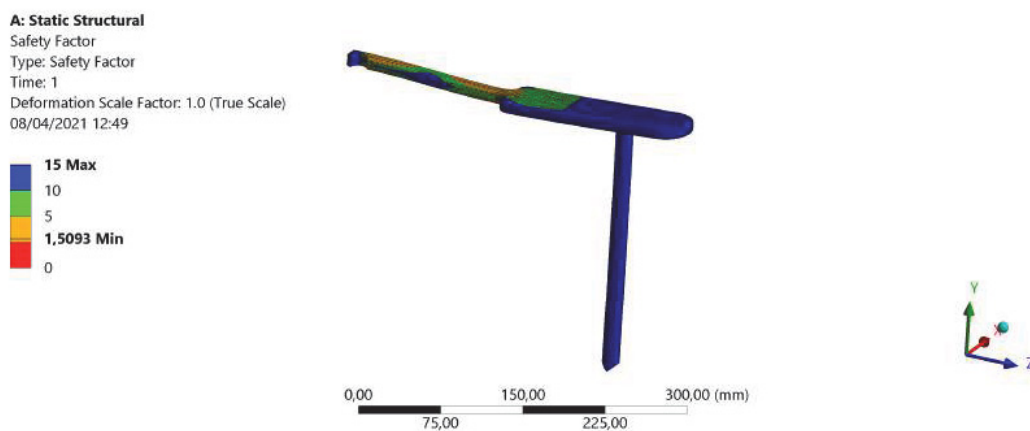


FIGURA 55 – Fator de Segurança do Apoio de Braço 4 em Policarbonato

Já a redução de espessura para 8 mm do apoio de braço em alumínio apresenta resultados promissores. A deflexão máxima de 0,8 mm e o fator de segurança mínimo de 3,4 apresentados nas Figuras 56 e 57 respectivamente, indicam que esta espessura é suficiente para suportar as cargas sobre o apoio de braço. Além disso, o valor próximo ao fator de segurança de projeto (3) indicam que ele não está superdimensionado.

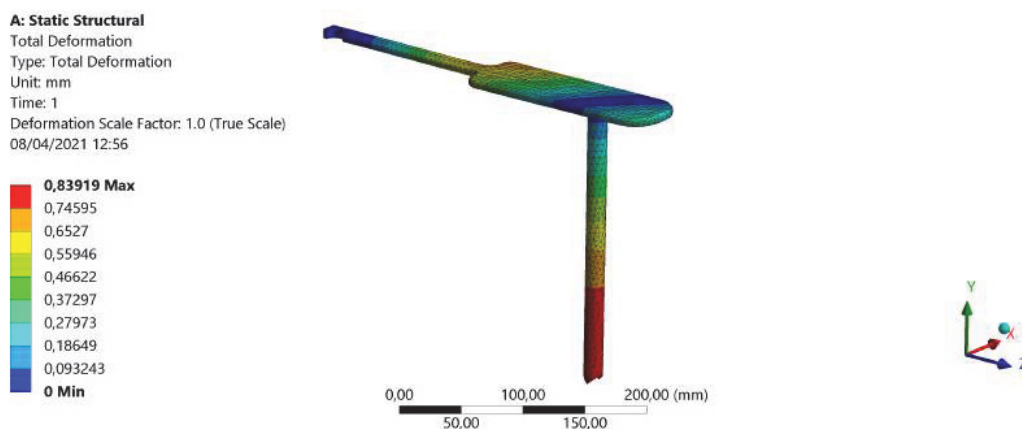


FIGURA 56 – Deflexões do Apoio de Braço 4 em Alumínio

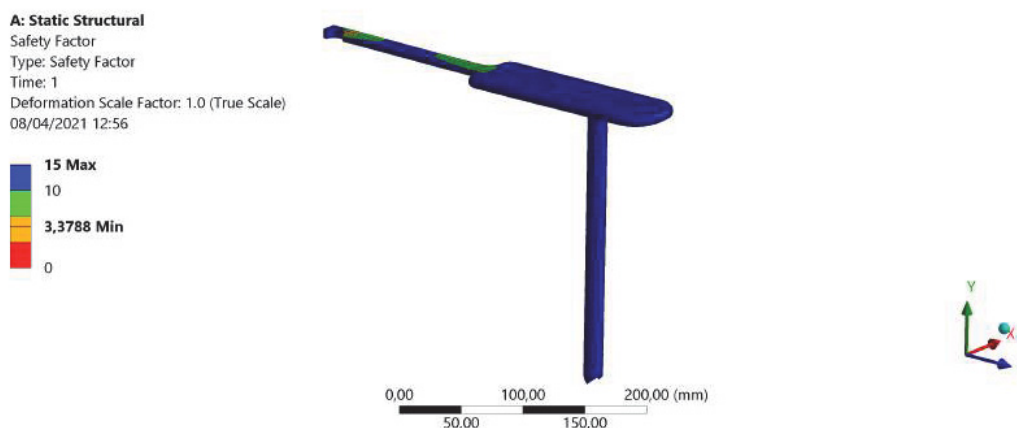


FIGURA 57 – Fator de Segurança do Apoio de Braço 4 em Alumínio

O peso do apoio de braço nesta configuração é de 310 g, ou seja, menos da metade da configuração apresentada na Figura 46. Ou seja, a inclusão do tubo que se apoia no assento trouxe benefícios significativos para satisfazer os requisitos. No entanto, este modelo possui a desvantagem de precisar ser retirado principalmente nos casos de inclinação do encosto para transferência para a cama. Além disso, pode não ser compatível durante o uso da cadeira de rodas precisando ser removido também nestes casos. Apesar das desvantagens, vê-se que este modelo possui benefícios suficientes para sua adoção no projeto.

4.5.1.5 Base

A base é um componente essencial para a sustentação do peso do usuário e para garantir o funcionamento e a mobilidade do artefato. Ela foi simulada em alumínio com as propriedades descritas na Tabela 19 e as forças destacadas na Figura 58.

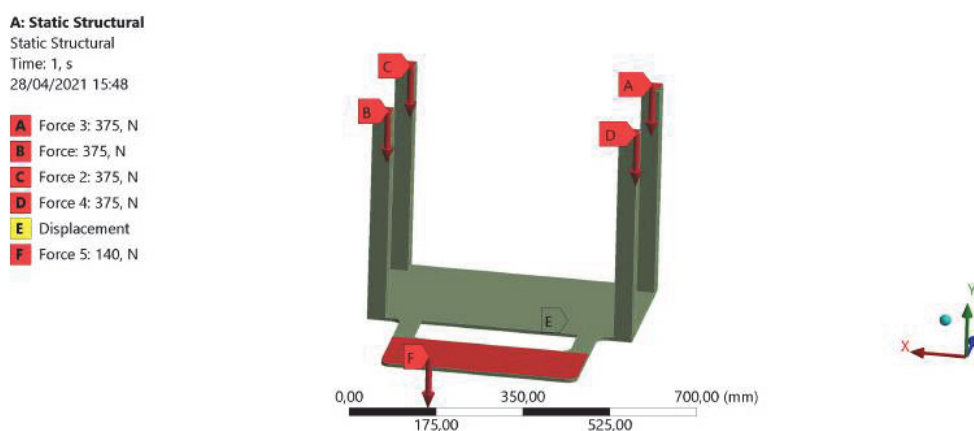


FIGURA 58 – Forças Atuando na base

A aplicação destas forças, cenário mais crítico previsto, gera uma deflexão no apoio de pés e nas hastes como visto na Figura 59 e fator de segurança mínimo de 4,26 apresentado na Figura 60.

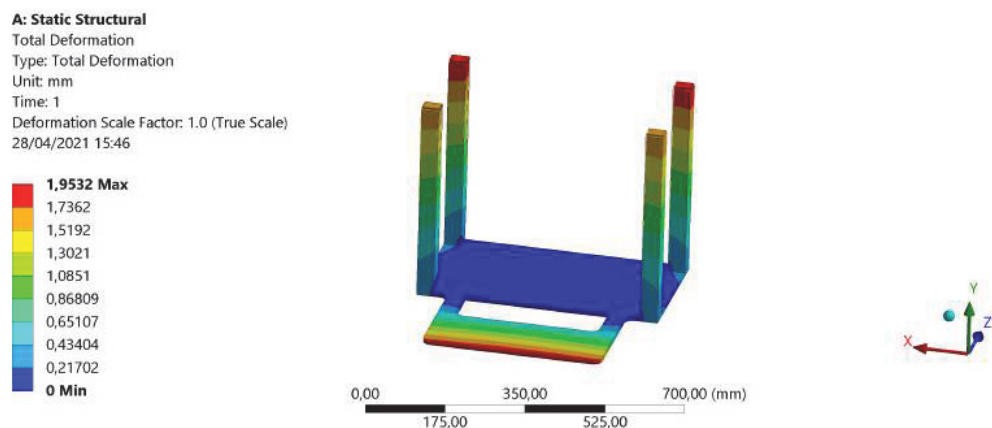


FIGURA 59 – Deflexões na Base

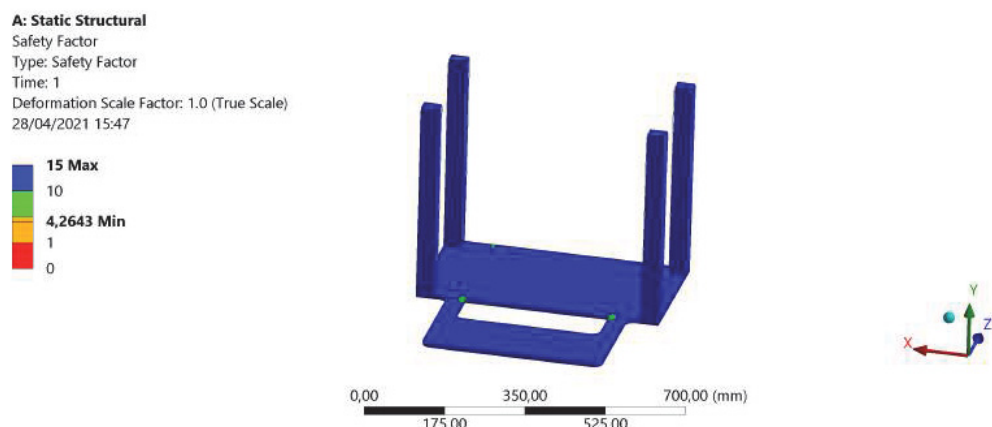


FIGURA 60 – Fator de Segurança da Base

Tanto a deflexão quanto o fator de segurança apresentam valores suficientes para garantir a segurança do componente durante o uso, permitindo o prosseguimento do projeto

4.5.1.6 Trilho do Assento

O trilho do assento é um componente essencial para permitir que o assento do artefato possa se deslocar para permitir que o usuário acesse acentos lateralmente. Essa característica é especialmente importante em situações como entrar no carro pois não há espaço para o acesso pela frente do banco do veículo. Assim, o trilho do assento irá subir, com o auxílio de um atuador linear, após o usuário encaixar o

assento na base (para permitir a passagem da pessoa) e permitir que o encaixe do assento mostrado na Figura 37 deslize sobre ele. A exemplificação dessas situações é mostrada na Figura 61.

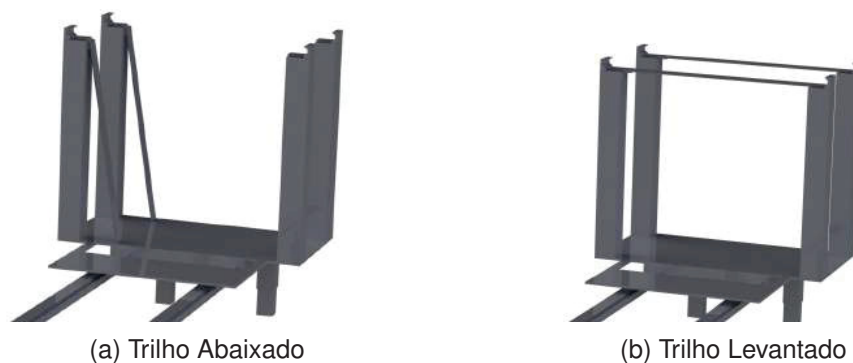


FIGURA 61 – Condições de Posicionamento do Trilho do Assento

Este trilho possui função essencial de sustentar o peso da pessoa no assento durante a movimentação lateral. Portanto, ele é simulado com a ação das forças descritas na Figura 62. Nessa figura, percebe-se três pontos de contato, que impedem a movimentação em algum eixo, do trilho com outras peças: as duas extremidades do trilho que entram em contato com a base e o centro que é onde se apoia no atuador linear que irá elevar o trilho. Além disso, suporta uma força de 750 N ou o equivalente a metade do peso máximo estabelecido para um usuário do produto.

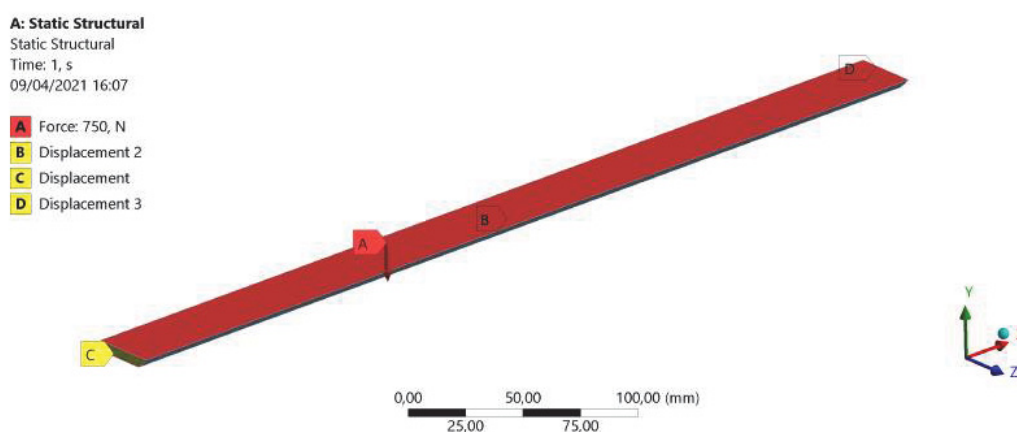


FIGURA 62 – Forças Atuando no Trilho do Assento

Utilizando as propriedades do alumínio previamente estabelecidas (Tabela 19), obtém-se as deflexões apresentadas na Figura 63, com valor máximo de 0,6 mm, e os fatores de segurança apresentados na Figura 64, com valor mínimo de 3,4.

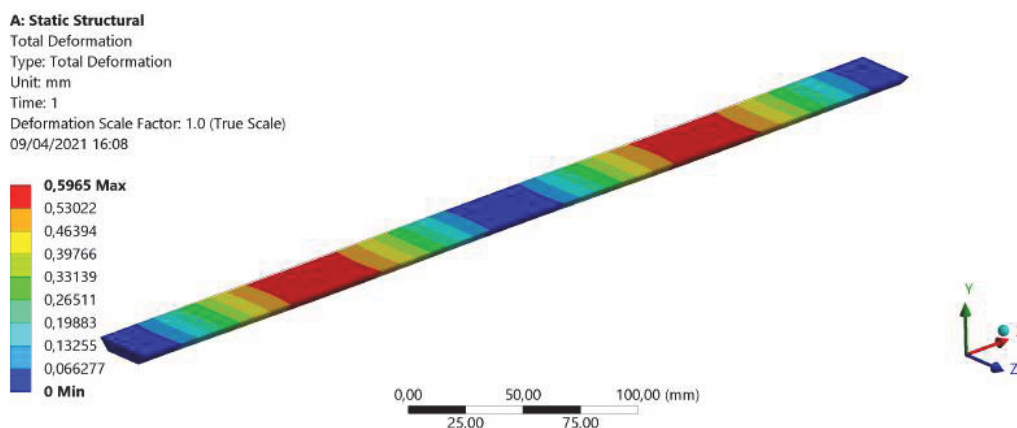


FIGURA 63 – Deflexões do Trilho do Assento

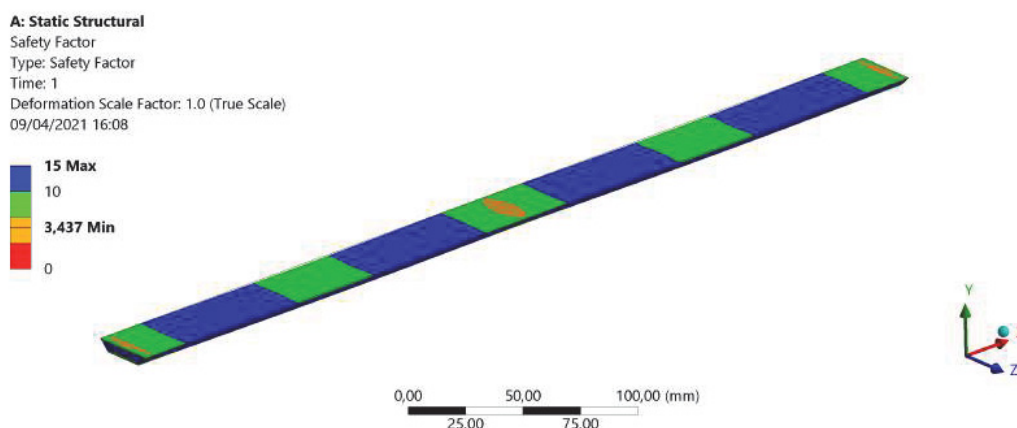


FIGURA 64 – Fator de Segurança do Trilho do Assento

Estes valores demonstram que as condições propostas para o trilho (dimensão e material) são suficientes para garantir a segurança do sistema quando o usuário estiver se deslocando lateralmente pelo trilho do assento.

4.5.2 Seleção de Componentes

Os componentes foram selecionados, também, seguindo os requisitos estabelecidos pro projeto. Dessa forma, buscou-se sempre a alternativa mais leve e barata que seja suficiente para suportar os esforços e garantir a segurança.

4.5.2.1 Trilho e Patim de Esfera

A seleção do trilho foi feito com base no catálogo da *Rexroth®* de produtos de acionamento linear. Considerando o requisito de suportar pessoas com até 150 kg, optou-se pela linha de sistema de trilhos com patim de esfera em miniatura por

resultar em um peso total menor. Portanto, optou-se pelo tamanho 15 cuja força máxima sustentada é de 3740 N (REXROTH, 2021) em cada patim, o que é superior ao necessário, considerando o fator de segurança. Portanto, opta-se pelo trilho R0445 503 31 com 1 m de comprimento e pelos patins de esfera R0442 593 01. O trilho escolhido pode ser visto na Figura 65.

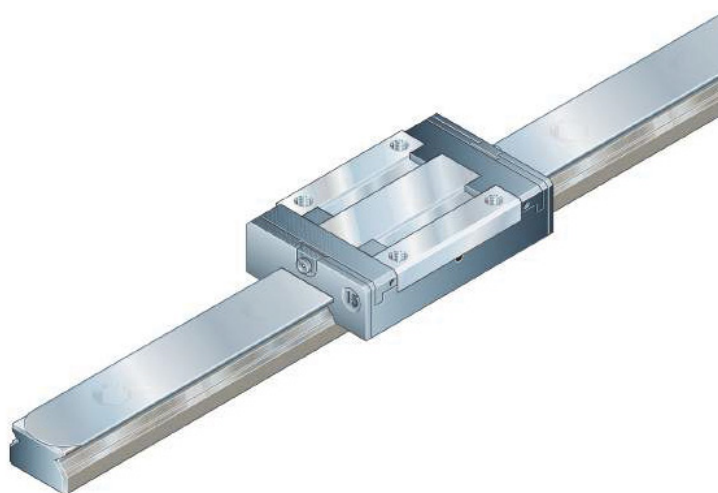


FIGURA 65 – Trilho Selecionado (Adaptado de Rexroth (2021))

4.5.2.2 Plataforma Giratória

A plataforma giratória é responsável por permitir a rotação do assento para o acesso das transferências em todos os ângulos. Ela foi selecionada do *site* da *McMaster-Carr®* baseada na sua carga máxima de sustentação e pode ser vista na Figura 66. A seleção da plataforma giratória quadrada de código 6031K18 se deu por sustentar 226 kg e por ser de um material que não vai enferrujar se molhar (aço galvanizado).



FIGURA 66 – Plataforma Giratória (MCMaster-CARR, 2021)

4.5.2.3 Faixas de Tecido Elásticas

As faixas de tecido elásticas como principal elemento de sustentação do corpo no assento e encosto são baseadas na ideia proposta por William Lee com a *Conform Chair* vista na Figura 67. Possuem como vantagem a redução de peso e também, a garantia de conforto da pessoa em especial quando o assento estiver sobre a cadeira de rodas. Dessa forma, ele pode se moldar aos elementos ergonômicos já existentes para cada pessoa na cadeira de rodas como as almofadas.

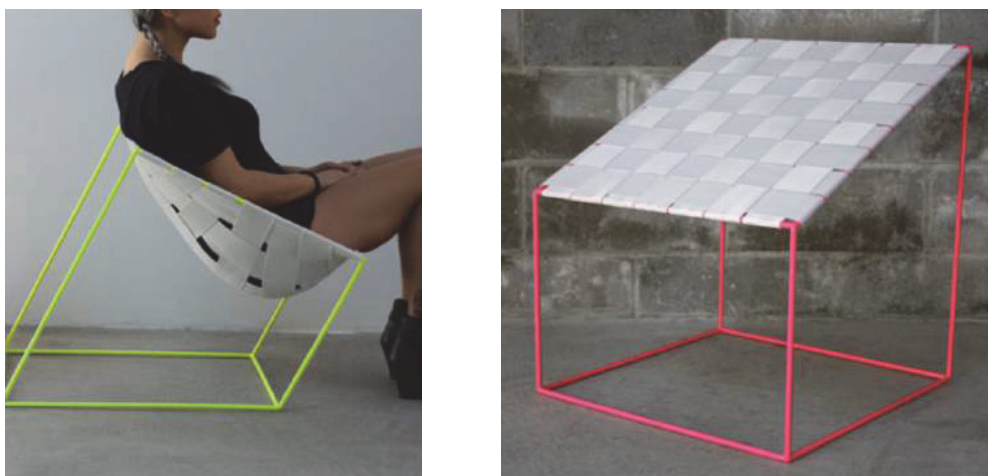


FIGURA 67 – *Conform Chair* (WILLIAMSON, 2021)

No entanto, para assegurar o conforto e a segurança, as faixas de tecido selecionadas não podem permitir uma deformação grande como vista na Figura 67. Para isso, é necessário a instalação de faixas com menor elasticidade reduzindo assim a capacidade de deformação do material. Para tanto, selecionou-se uma malha elástica de poliéster de 3"(85L9) da Elastic Cord & Webbing Inc. (2021) que pode ser molhada sem encolher para a utilização em banhos e limpeza.

4.5.2.4 Demais Componentes

Os demais componentes foram selecionados baseados nas dimensões das outras peças para permitir o acoplamento entre elas. Estes componentes são: parafusos, porcas, pinos e dobradiça e são apresentados na Tabela 23 juntamente com seus respectivos números de série.

TABELA 23 – Componentes Seleccionados

Componente	Quantidade	Descrição	Marca	Número de Série
Trilho	2	Largura 15 - Aço	Rexroth	R0445 503 31
Patim de Esfera	4	Largura 15 - Aço	Rexroth	R0442 593 01
Placa Giratória	1	Quadrada 6- Aço Galvanizado	McMaster-Carr	6031K18
Faixa de Tecido	11 m	Malha Elástica Poliéster	Elastic Cord & Webbing Inc.	85L9
Pino	2	M6 - Pino de liberação rápida	McMaster-Carr	95335A623
Parafuso	2	M6 - Cabeça Chata Phillips 25 mm	McMaster-Carr	92010A430
Porca	2	M6	McMaster-Carr	91828A251
Dobradiça	1	Largura 20 mm - Plástico	McMaster-Carr	5537T85

4.5.3 Definição do Funcionamento

Se propõe um modelo de artefato modular cuja forma de funcionamento pode ser alterada dependendo do nível de comprometimento do usuário e da necessidade de automação para cada caso. Para aqueles que possuem maior controle e/ou estão mais confortáveis dependendo de um cuidador que pode realizar os movimentos de deslocamento do produto, pode-se obter um produto de funcionamento manual que, consequentemente, terá um custo reduzido e peso total menor.

No entanto, para os usuários com deficiências que comprometam mais a força e/ou controle dos membros superiores o método de funcionamento pode ser automatizado, contando com atuadores lineares e um painel de controle de todas as funções. Propõe-se, caso necessário, que o painel de controle seja localizado no apoio de braço do produto ou, para aqueles que optarem pela ausência deste apoio, a utilização de um aplicativo para controle das funções automatizadas. Além disso, a configuração do aplicativo é eficiente para que os cuidadores possam controlar com uma pequena distância evitando que eles sejam impedidos de atuar em situações com limitação de espaço físico do ambiente na transferência.

As funções que podem ser automatizadas são: o encaixe do assento na base, rotação da base no trilho, movimento linear no trilho, elevação dos trilhos do assento, deslocamento para saída lateral do assento e inclinação do encosto.

4.5.4 Estimativa de Peso e Custo

Uma estimativa do peso e do custo do produto são indispensáveis para uma avaliação dos cumprimentos dos requisitos propostos. Para tal, apresenta-se a Tabela

24 com os custos de cada componente do artefato proposto, totalizando um custo de R\$ 1600,00. Em comparação com preço de mercado para produtos de transferência com maior grau de assistência como os guinchos, que possuem média de preço entre R\$ 4500,00 e R\$ 15000,00, o artefato se apresenta como muito competitivo. No entanto, ainda espera-se um custo maior com os componentes de automatização, que não foram considerados.

TABELA 24 – Estimativa de Custo Total

Componente	Quantidade	Custo por Peça (R\$)	Custo Total (R\$)
Trilho	2	200,00	400,00
Patim de Esfera	2	150,00	300,00
Placa Giratória	1	40,00	40,00
Faixa de Tecido	11 m	4,52	50,00
Pino	2	100,00	200,00
Parafuso	2	1,50	3,00
Porca	2	0,50	1,00
Dobradiça	3	10,00	10,00
Tubo Assento	2 m	24,00	48,00
Tubo Encosto	2 m	24,00	48,00
Apoio de Braço	2	65,00	130,00
Chapa	2	6,00	12,00
Apoio de Braço	2	6,00	12,00
Tubo	2	6,00	12,00
Ajuste Altura	4	21,30	85,20
Trilho	4	2,50	10,00
Encaixe Assento	4	1,60	3,20
Barra de Inclinação	1	100,00	100,00
Base	2	29,00	58,00
Trilho Assento	2	29,00	58,00

Avaliando a estimativa do peso do produto detalhado na Tabela 25, com peso total de 8,9 kg, verifica-se o cumprimento do requisito de peso máximo. Destaca-se, ainda, que pela forma proposta do artefato nem todos os componentes descritos na tabela são considerados como componentes transportados manualmente pelo usuário. O assento, por exemplo, estaria sempre na cadeira de rodas por baixo do usuário e não seria manualmente portado. Além disso, propõe-se que o trilho e seus elementos (ajuste de altura, patins, etc) sejam acoplados a base da cadeira de rodas, reduzindo assim, o peso a ser manipulado pelo usuário para transporte.

TABELA 25 – Estimativa de Peso Total

Componente	Quantidade	Peso por Peça (kg)	Peso Total (kg)
Trilho	2	0,97	1,94
Patim de Esfera	4	0,047	0,188
Placa Giratória	1	0,023	0,023
Faixa de Tecido	11 m	0,002	0,022
Pino	2	0,007	0,014
Parafuso	2	0,001	0,002
Porca	2	0,001	0,002
Dobradiça	3	0,003	0,009
Tubo Assento	2 m	0,272	0,544
Tubo Encosto	2 m	0,272	0,544
Apoio de Braço	2	0,330	0,660
Ajuste Altura	4	0,08	0,320
Trilho	4	0,011	0,044
Encaixe Assento	2	0,022	0,044
Barra de Inclinação	1	4,23	4,23
Base	2	0,149	0,298
Trilho Assento			

Os valores encontrados de custo e peso total para o artefato proposto indicam que este cumpre os requisitos propostos do produto. Sendo assim, é uma alternativa viável para a pesquisa.

4.6 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

Foi realizado o desenvolvimento do artefato de forma gráfica em *software* Solidworks®. Este foi utilizado como base para as simulações estruturais, assim como para a avaliação ergonômica do produto. A representação, já apresentada na Figura 28, é base também para as heurísticas de construção: os desenhos técnicos e de fabricação do produto apresentados no Apêndice 11.

4.7 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO

A avaliação do produto foi realizada de duas maneiras: primeiramente foi realizada uma avaliação ergonômica utilizando o modelo gráfico proposto na Seção 4.6 e a ferramenta do *Rapid Upper Limb Assessment*. Em seguida, foi implementada uma avaliação da possível usabilidade do produto com os usuários por meio de um vídeo demonstrativo do funcionamento e um pequeno questionário.

Não foi possível a avaliação do produto por meio de um protótipo e testes de usabilidade devido ao cenário da pandemia do Covid-19 que exigiu medidas de isolamento social.

4.7.1 Simulação Ergonômica

A simulação ergonômica foi realizada em programa *Solidworks®* posicionando um modelo humano gráfico no produto. O modelo humano foi realizado com base em homens do percentil 95 apresentado por Felisberto e Paschoarelli (2001) e posicionado como visto na Figura 68.



FIGURA 68 – Modelo Humano no Artefato

Destaca-se que a seleção do percentil 95 masculino foi dada pois o artefato foi projetado para o caso crítico previsto na NBR ISO 7176:5 (ABNT, 2015b) de cadeiras de rodas para pessoas com mais de 125 kg. De acordo com Instituto Nacional de Tecnologia (1988), o percentil 95 masculino equivale a um peso de 85,9 kg, portanto bem abaixo do caso crítico previsto na norma. Essa diferença pode ser realçada pelo espaço remanescente entre o modelo humano e a lateral do artefato, destacado na Figura 69 e não é conveniente para pessoas sem controle de tronco.



FIGURA 69 – Vista Frontal do Modelo Humano no Artefato

Além disso, avalia-se o impacto ergonômico de posicionar o controle de movimentação do artefato no apoio de braço. Para tal, utiliza-se a ferramenta RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) para análise dos esforços sobre os membros superiores.

O preenchimento da planilha foi realizado com base na análise dos ângulos dos braços extraídos com auxílio do modelo humano no Solidworks®. Os ângulos formados pelos braços são destacados na Figura 70.

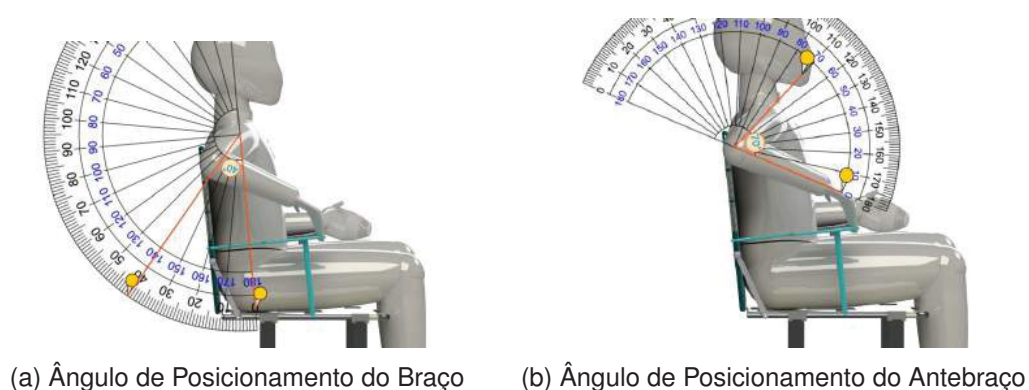


FIGURA 70 – Definição de Ângulos para Análise RULA

Os resultados encontrados para a ferramenta, assim como o processo utilizado para obtê-los, são apresentados na Figura 71.

RULA

A) Análise dos braços e punhos

1º Passo: Localizar posição do braço

Ajustar...

Se o ombro está elevado: +1
Se o braço está abduzido: +1
Se o braço está apoiado ou a pessoa está recostada: -1

2º Passo: Localizar posição do antebraço

Ajustar...

Se o braço ao trabalhar cruza a linha sagital: +1
Se o braço afastado do corpo: +1

3º Passo: Localizar posição do punho

Ajustar...

Se o punho está em posição ulnar ou radial: +1

4º Passo: Gire do punho

Punho está rotado metade da amplitude: +1
Rotado próximo ou no final da amplitude: +2

5º Passo: Encontrar score da postura na Tabela A

Use valores dos passos 1, 2, 3 e 4 para localizar o score da postura na tabela A

6º Passo: Adicionar score do uso de músculos

Se a postura for predominantemente estática (segurar por + 10 min) ou ação ocorre repetidamente, 4 ou mais vezes por minuto: +1

7º Passo: Adicionar score da força/carga

Se carga < 2kg (intermitente): 0 | De 2 a 10kg (estático e repetitivo): +2
De 2 a 10kg (intermitente): +1 | Se > 10kg de carga repetitivos ou pancadas: +3

8º Passo: Encontrar linha na Tabela C

O score completo da análise braço/punho é utilizado p/ encontrar a linha na Tabela C

B) Análise do pescoço, tronco e perna

9º Passo: Posição do pescoço

Ajustar...

Se o pescoço está rotacionado: +1 | Pescoço curvado para o lado: +1

10º Passo: Posição do tronco

Ajustar...

Se o tronco está rotacionado: +1 | Se o tronco está curvado para trás: +1

11º Passo: Pernas

Se as pernas e pés apoiados e com igual distribuição de peso: +1 | Se não: +2

Tabela A

Braço	Punho			
	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9

Tabela B

Pescoço	Tronco			
	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9

Tabela C

Braço	Punho				Tronco
	1	2	3	4	
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9
6	6	7	8	9	10

Resultado:

2 + 0 + 0 = 2

1 + 0 + 0 = 1

1 ou 2: aceitável | 3 ou 4: investigar | 5 ou 6: investigar e mudar logo | 7: investigar e mudar imediatamente

FIGURA 71 – Planilha de Referência RULA (Adaptado de Garcia, Merino e Merino (2017))

Os ângulos encontrados e o resultado obtido na planilha, nota 2, da Figura 71 indicam que o esforço gerado para acionamento do produto no apoio de braço é

aceitável e não deve gerar dores e lesões nos membros superiores.

4.7.2 Questionário de Avaliação

Além disso, foi realizado um questionário com base na pesquisa de Grindle et al. (2015), que apresenta perguntas sobre a possibilidade de uso de um produto de transferência para pessoas em cadeira de rodas. Os participantes deveriam inicialmente assinalar a leitura e concordância do TCLE (como visto no apêndice 6) e do termo de confidencialidade (Apêndice 8).

Em seguida, eram apresentados um vídeo de funcionamento do produto (*link*: <https://youtu.be/Fq7Z08Glx2M>) e questionados quanto ao possível uso deste produto com as perguntas (baseadas no estudo de Grindle et al. (2015)) indicadas a seguir e deveriam assinalar se concordavam com a afirmação, eram neutros ou discordavam como visto no Apêndice 10.

- Eu escolheria usar este produto;
- Usar este produto facilitaria a minha vida;
- Aprender a usar este produto seria fácil para mim;
- Eu ficaria com medo de usar este produto ;
- Eu ficaria com vergonha de ser visto(a) usando este produto;
- Seria mais fácil pedir para alguém me transferir do que usar este produto;
- É importante que a gente desenvolva tecnologias assim.

O questionário foi enviado para os participantes do grupo focal de avaliação da proposta por terem participado da discussão das modificações necessárias. Portanto, 5 pessoas receberam o questionário e 3 responderam. O resumo das respostas é apresentado na Figura 72 e indica que, em sua totalidade, os participantes usariam o produto e ele facilitaria a vida deles.

Marque as opções para cada frase

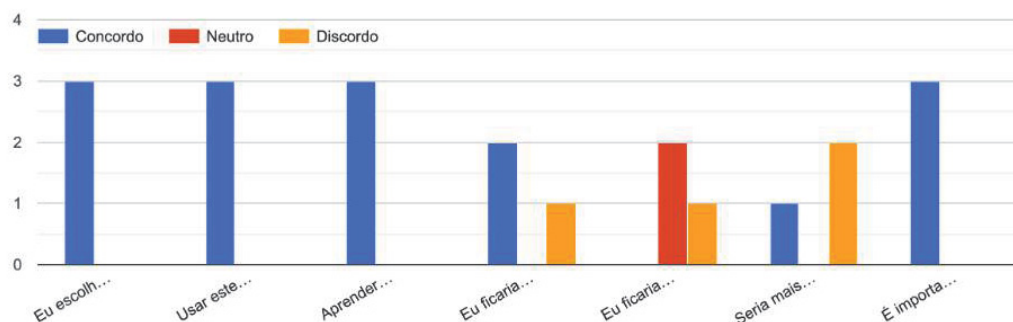


FIGURA 72 – Resultado do Questionário de Avaliação com Usuários

Destaca-se a resposta da pergunta se teriam medo de utilizar o produto, onde duas pessoas indicaram que estão neutras. Isto indica que, mesmo com os testes aprofundados para garantir a estabilidade e resistência do sistema, a impressão dos participantes pode ser de que estes fatores não estão garantidos. Testes de usabilidade com o produto podem ajudar os participantes a terem mais confiança na segurança do produto.

4.7.3 Sugestões de Alterações

Com base nos resultados da avaliação percebe-se boa receptividade do produto. As modificações propostas para o artefato são o desenvolvimento dos modelos nos diferentes tamanhos de cadeira de rodas, desenvolvimento de uma base que permita menores dimensões (dobrável ou desmontável) e um design mais atrativo.

Além disso, vê-se como situação ideal que os usuários de cadeira de rodas não necessitem carregar base e trilho consigo toda vez que forem sair. Naquelas situações destacadas por Koontz, Bass e Kulich (2020) por ter maior falta de acessibilidade devido a necessidade de transferência, os locais poderiam já ter instalados os trilhos e as pessoas só necessitariam encaixar o assento para realizar a tarefa e ter acesso aos diversos ambientes.

4.7.4 Heurísticas Contingenciais

As heurísticas contingenciais buscam evidenciar as condições de uso do artefato desenvolvido e em que condições ele será útil para referência de futuras pesquisas (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Dessa forma, lista-se a seguir as circunstâncias de uso propostas para o produto.

- Pessoas de até 150 kg;
- Útil para pessoas com grande dificuldade de realizar a transferência sem auxílio de outra pessoa;
- Transferência entre assentos mesmo com diferença de altura;
- Limitação de uso para assentos com obstáculos (braços) que não permitem acesso frontal;

Com o desenvolvimento do artefato completo, discute-se, no próximo capítulo, os resultados encontrados, as limitações da pesquisa e as dificuldades encontradas no processo. Além disso, compara-se o artefato projetado com os requisitos propostos.

5 DISCUSSÃO

Neste capítulo, busca-se avaliar os resultados encontrados no capítulo anterior e discuti-los. Os principais pontos de discussão são a seleção dos participantes, as dificuldades no uso da cadeira de rodas, as variadas deficiências e como atendê-las com um único produto e a utilização do método da DSR para desenvolver um produto de tecnologia assistiva.

5.1 SELEÇÃO DE PARTICIPANTES

A participação de usuários de cadeira de rodas foi difícil, o que é, de certa forma, esperado. Magnier et al. (2012) já apontavam a dificuldade em encontrar pessoas com deficiência para participar de pesquisas. A primeira etapa, do questionário, apresentou como principal desafio o alto número de participantes necessários. No entanto, a abordagem por meio das redes sociais em grupos específicos (pessoas com deficiência ou pessoas em cadeira de rodas) se mostrou eficiente. Isso porque é uma aglomeração muito grande de pessoas que cumprem os requisitos da pesquisa (um deles, por exemplo, possui 16,9 mil membros). Assim, apenas uma parcela muito pequena precisa se interessar para participar. Koontz, Bass e Kulich (2020) aponta o uso de recrutamento por meio de rede sociais como uma forma de obter uma amostra diversa e representativa geograficamente.

No entanto, a abordagem em grupos variados precisa de atenção para evitar respostas duplicadas. É possível que uma pessoa, membro de mais de um grupo, responda o questionário duas vezes acreditando serem pesquisas diferentes ou sem se atentar ao conteúdo. Este problema é facilmente evitado realizando uma busca por respostas duplicadas nos resultados.

Para a parte da entrevista, era necessária a participação de pessoas mais dispostas uma vez que o tempo para realizar esta etapa era maior. Para tal, viu-se como mais eficiente abordar pessoas diretamente cujos contatos foram levantados por um especialista na área de pesquisas com pessoas com deficiência. Este processo se mostrou eficiente com uma porcentagem de 61,9% de taxa de participação após a abordagem, bem superior ao encontrado nos questionários.

No entanto, para a seleção de participantes para as etapas seguintes da pesquisa, era necessário um afinilamento maior. Barbareschi, Cheng e Holloway (2018) apontam a necessidade de estudos sobre transferência da cadeira de rodas incluir pessoas com habilidade funcional similar e, não necessariamente, com a mesma deficiência. Para tanto, foi necessário a seleção de pessoas com dificuldades semelhantes

na transferência. Optou-se por participantes que tivessem maior dificuldade em realizar a tarefa pois percebeu-se que aqueles com maior controle e força dos membros superiores que ainda usavam uma tecnologia assistiva para auxílio (tábua de transferência) estavam, em sua maioria, trabalhando para reduzir o uso desse dispositivo. Assim, avaliou-se que pessoas com maior dificuldade teriam maiores benefícios com o desenvolvimento de um produto novo.

Contudo, restringir para pessoas com habilidades funcionais muito semelhantes limita consideravelmente o número de pessoas dispostas a participar da pesquisa, sendo difícil atingir um valor satisfatório. Portanto, é necessário um equilíbrio entre estes dois fatores. Em muitos pontos da pesquisa foi necessário reduzir as limitações para se ter um grupo mais amplo de participantes, pela dificuldade de obter voluntários para a pesquisa. No entanto, na fase final de análise das propostas e da solução, mesmo não ampliando a gama de participantes, percebeu-se características muito diferentes quanto às necessidades apontadas por cada um. Nesta etapa identificou-se uma necessidade de maior restrição do público participante uma vez que, quanto mais requisitos identificados, maior é a complexidade do produto desenvolvido. Essa complexidade afeta a usabilidade e o custo do produto, tornando-o inviável para toda a população originalmente objetivada. Este balanço entre número de participantes alto para uma pesquisa mais rica e afunilamento de habilidades funcionais para resultados mais coerentes é necessário de ser realizado na pesquisa. Neste estudo, o produto gerado teve um grau de complexidade elevado para atender os participantes da pesquisa mas a redução da abrangência de habilidade na realização da transferência tornaria a pesquisa inexecutável com um número muito reduzido de participantes.

5.2 DIFICULDADES NO USO DA CADEIRA DE RODAS

Avaliando as dificuldades retratadas pelos participantes do questionário vê-se destaque para as quedas, transferências e barreiras arquitetônicas, assim como apresentado na literatura. Em relação a literatura brasileira, Caro e Cruz (2020) apresentam pelo menos uma queda de 100% dos 11 participantes com lesão medular da pesquisa deles no interior do estado de São Paulo. Esse número se compara com os 26% desta pesquisa que afirmaram nunca ter sofrido uma queda, ou seja, 74% tiveram pelo menos uma queda. Essa diferença pode ser dada por dois motivos: a inclusão de qualquer tipo de deficiência neste estudo versus apenas lesão medular (apenas quatro das 33 pessoas que apontaram não ter tido nenhuma queda tinham lesão medular) ou a abrangência maior desta pesquisa (mais de dez vezes mais respostas) e pessoas de diversos lugares. A pesquisa de Caro e Cruz (2020) obteve participantes por meio de uma associação de pessoas com deficiência da cidade. Essa abordagem, apesar de extremamente válida, costuma atrair pessoas mais ativas e independentes, que por

consequência, são pessoas que correm mais risco de ter uma queda, fato corroborado por esta pesquisa.

Os dados são mais próximos de estudos como Forslund et al. (2017) (151 participantes com lesão medular) e Jørgensen et al. (2016) (224 participantes com lesão medular) que apontaram respectivamente 64% e 73% com pelo menos uma queda em um período de um ano enquanto que esta pesquisa aponta 51,2% com pelo menos uma queda. Essa diferença, mais próxima principalmente aos dados de Forslund et al. (2015) pode ser também devido aos variados tipos de deficiência que parecem ter menos quedas que as pessoas com lesão medular. O estudo de Chen et al. (2011), apesar de relatar quedas por um período maior (3 anos), mostra dados bastante similares com os encontrados com 54,7% relatando pelo menos uma queda com participantes com diversas deficiências. Estes dados apontam que a hipótese levantada de que dados de quedas e acidentes no Brasil seriam superiores aos dados de outros países não se confirma, já que se encontraram valores próximos e até menores.

Em relação às lesões, esta pesquisa apresentou que 13,4% das pessoas indicaram uma lesão grave em decorrência de uma queda. Este valor se mostrou relativamente próximo de Chen et al. (2011) que indica 6,77% das quedas resultaram em lesões graves. No entanto, de forma análoga, apontam que a maioria das lesões se deu em membros superiores e inferiores com poucos acidentes envolvendo cabeça e pescoço. Essa observação é similar ao encontrado nesta pesquisa (61% das lesões em membros inferiores), na pesquisa de Nelson et al. (2003) que aponta que fraturas em membros inferiores corresponde a 97% dos acidentes estudados e na pesquisa de Akhigbe et al. (2015) que aponta 54% das fraturas no tibia/fíbula e 33% no fêmur. No entanto, é contrário ao apontado por Opalek, Graymire e Redd (2009) que indica 40% das lesões na cabeça e apenas 30% nos membros inferiores.

As causas das quedas apontadas nos estudos são diversas como Chen et al. (2011) que indicam a transferência, inexperiência, terrenos irregulares, ser atingido por outros e obstáculos. Singh et al. (2020a) apontam propulsão em terrenos irregulares, transferências, atividades físicas, mudança de posição e rampas como atividades causadoras de quedas. Além disso, Forslund et al. (2017) também apontam as situações mais comuns para quedas como transferências, propulsão da cadeira sobre terrenos irregulares e meio fio. Estes dados são condizentes com o encontrado nos questionários que apontam terrenos irregulares (degraus, rampas, buracos e desníveis), transferências e falta de adaptação em banheiros/casas como principais causas da queda. O que se acredita que talvez seja um problema mais comum em países em desenvolvimento como o Brasil se mostrou comum em países desenvolvidos também (Canadá, Suécia e Noruega) apesar destes apontarem a transferência em primeiro lugar e os problemas

arquitetônicos em segundo enquanto aqui o contrário é evidenciado.

O medo de queda leva as pessoas em cadeira de rodas à deixarem de realizar atividades. Esta evitação potencialmente leva a isolamento social e limitação na participação em sociedade (RICE et al., 2017). Na literatura se encontram dados como os apresentados por Rice et al. (2018) de que 89,5% (17 de 19) possuem preocupação em cair e, destes, 52,9% deixam de realizar atividades por consequência. Já Forslund et al. (2015) aponta que 47% tem variados níveis de medo de queda (28% tem um pouco de medo, 8% tem razoável medo e 11% tem muito medo). Em comparação com os dados obtidos nesta pesquisa onde 59,8% deixam de realizar atividades por medo de queda, percebe-se valores muito próximos, contribuindo para a segurança dos resultados. Além disso, um dos entrevistados nesta pesquisa aponta um dos fatores destacados por Rice et al. (2018): o medo de cair prevenindo atividades futuras. Entende-se que o número de pessoas com medo de quedas é alto e que deve ser abordada, em pesquisas futuras, uma forma de reduzi-lo para evitar o isolamento da pessoa em cadeira de rodas na sociedade.

A transferência possui diversas técnicas para realização e a utilização de cada depende da deficiência e do cenário de transferência. Caro e Cruz (2020) aponta que 63,63% dos participantes relataram ser independentes na transferência para a mesma altura e 45,45% na transferência para o carro. Nesta pesquisa encontrou-se que 52% dos participantes indicaram serem independentes na tarefa. No entanto, apenas 39,4% indicaram que conseguem realizar a transferência de forma independente em qualquer situação. Limitantes como braços de cadeiras e obstáculo foram destacados por 17,3% dos participantes, resultado que é condizente com Toro, Koontz e Cooper (2012) que apontam maior dificuldade para transferir com a presença de um braço no assento de destino. Além disso, os entrevistados apontam limitações para transferências de assentos em alturas diferentes da cadeira de rodas, o que também é corroborado por Toro, Koontz e Cooper (2012).

Novamente, 59,8% dos participantes da pesquisa apontaram deixar de realizar alguma atividade por não conseguirem realizar a transferência. Se desconhece qualquer pesquisa que tenha feito um levantamento similar. No entanto, Koontz, Bass e Kulich (2020) aponta situações que limitam a participação em sociedade por causa da transferência como piscinas, hotel, vestiários, parque temáticos, etc. As entrevistas desta pesquisa também abordaram este assunto onde 61,5% apontaram limitações em atividades devido a transferência como roda gigante, piscina, salão de beleza e hotéis que são situações similares as indicadas por Koontz, Bass e Kulich (2020).

5.3 ATENDER AS VARIADAS DEFICIÊNCIAS

Como apontado na Seção 5.1 e sugerido por Barbareschi, Cheng e Holloway (2018) a seleção de participantes para as etapas principais do desenvolvimento de produto se deu pelo nível de habilidade funcional e não pela deficiência. Trabalhou-se com pessoas que encontravam dificuldade na tarefa da transferência e sentiam limitações na realização de atividades devido a tarefa. No entanto, percebeu-se com o afunilamento do trabalho que, mesmo com estes critérios para inclusão ainda se viu uma amplitude de necessidades e desejos nos participantes. Para lidar com essas diferenças, uma vez que uma redução ainda maior de participantes não era possível, se utilizaram duas estratégias: modularidade no produto e um grau de complexidade elevado no projeto. Estas duas abordagens serão discutidas a seguir, assim como a efetividade de cada uma delas.

5.3.1 Modularidade

A modularidade é inserida como forma de atender as necessidades de todos os participantes (por exemplo, alguns precisam de apoio de braço enquanto outros precisam de apoio para os pés). Viu-se, no grupo focal, que as necessidades eram diferentes para cada pessoa e bastante ligadas às deficiências (pessoas com lesão medular não viram necessidade do apoio de pé, por exemplo). No entanto, a inclusão de alguns dos recursos que atendam a todas as necessidades apontadas podem ser supérfluos para algumas pessoas. A modularidade é apontada como forma de projetar tecnologias assistivas para as diversas necessidades (HOFMANN et al., 2016; PLOS et al., 2012). Propõe-se, então, que cada um defina os recursos necessários para o produto de forma que seja mais eficiente para auxiliá-lo na transferência.

Com o uso da modularidade é possível que cada pessoa obtenha um produto que cumpra todos os requisitos necessários para auxiliar na realização da transferência mas sem recursos desnecessários que aumentariam o custo e o peso do produto sem ter valor agregado para cada usuário. Esta forma é muito efetiva para que a transferência seja realizada por cada usuário da melhor forma possível para as necessidades dele, já que o custo e o peso são fatores negativos na aquisição e manuseio do produto.

5.3.2 Grau de Complexidade do Produto

A inclusão de recursos para atender as diversas deficiências aumenta significativamente o grau de complexidade do produto final. Esta inclusão, apesar de necessária, como de recursos para inclinação do encosto, funcionamento automatizado das diversas funções e regulagem de altura, afeta negativamente o custo e peso do produto. No entanto, não se encontrou uma forma de simplificar estas funções sem

utilizar recursos de alta complexidade que atendessem as deficiências com maior grau de comprometimento de força e controle dos membros superiores.

5.4 MÉTODO DA *DESIGN SCIENCE RESEARCH* NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ASSISTIVOS

O método *Design Science Research* já foi utilizado em pesquisas anteriores para o desenvolvimento de tecnologias assistivas (ALHARBEY; CHATTERJEE, 2019a,b) inclusive associado ao Design Centrado no Usuário (COSTA et al., 2019). É uma ferramenta que auxilia a garantir rigor científico na pesquisa e procura aproximar a teoria da prática para desenvolver e avaliar produtos que busquem resolver problemas reais (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Nesse sentido, ele se mostrou um método efetivo para o desenvolvimento de produtos de tecnologia assistiva ao permitir o rigor da pesquisa mesmo numa área essencialmente criativa como essa. Além disso, o método permite a liberdade de integrar ferramentas de outros métodos de desenvolvimento de produto. Nesta pesquisa, inseriram-se técnicas do Design Centrado no Usuário para associar à ele as vantagens do DCU. Essa contribuição desta pesquisa é benéfica, em especial para a TA, para criar produtos mais adaptados às necessidades dos usuários e reduzir as taxas de abandono. A inclusão destas ferramentas permitiu que os usuários fossem consultados periodicamente, assegurando que o desenvolvimento da pesquisa seguisse em uma direção de criar um produto e conhecimento que fossem efetivamente aplicáveis e proveitosos para as pessoas em cadeira de rodas.

Este equilíbrio entre o rigor da pesquisa científica mas a liberdade de integrar ferramentas do Design Centrado ao Usuário, como os questionários, entrevistas e grupos focais, permitiu ao projeto a possibilidade de atingir tanto requisitos científico como práticos de projeto sem confronto entre os dois lados. Além disso, o *design science research* inclui uma etapa essencial para o desenvolvimento de produtos que é a avaliação. A inclusão desta etapa favorece enormemente a agregação do Design Centrado no Usuário, afinal ele se baseia na avaliação com usuários em todas as etapas. Assim, entende-se que a associação entre o método da *design science research* e das ferramentas do Design Centrado no Usuário é proveitosa para projetos de desenvolvimento de produtos de tecnologia assistiva na academia, confirmando uma das hipóteses do trabalho.

5.5 VERIFICAÇÃO DOS REQUISITOS

Verifica-se o artefato sugerido com base nos requisitos do produto estabelecidos na Seção 4.2.3. Destaca-se, novamente, que os requisitos classificados como necessidade possuem cumprimento essencial para se considerar o sucesso do produto enquanto que o cumprimento das expectativas torna o produto mais competitivo.

Ressalta-se, ainda, que de acordo com o método da *Design Science Research* uma solução satisfatória já é suficiente para considerar o sucesso do projeto. A Tabela 26 indica o acatamento de cada um dos requisitos previstos.

TABELA 26 – Verificação dos Requisitos do Produto

Requisito	Cumprido
Necessidades	
Resistente	Sim
Estável	Sim
Uso independente	Sim
Expectativas	
Dimensões mínimas	Parcialmente
Custo reduzido	Parcialmente
Ser portátil	Sim
Permitir acionamento remoto pelo cuidador	Sim

Todos os requisitos essenciais foram observados enquanto que apenas duas expectativas foram realizadas parcialmente. As dimensões mínimas foram consideradas como parcialmente cumpridas devido ao tamanho da base proposta. Seu volume pode complicar o manuseio pela pessoa em cadeira de rodas. Porém, um estudo específico pode permitir que ela seja desmontável para permitir dimensões menores. No entanto, a necessidade de montagem pode ser complicada, por isso há de se estudar mais a fundo essas modificações para avaliar suas vantagens.

Além disso, o custo estimado de R\$ 1600,00 pode ser considerado alto para alguns usuários. No entanto, em comparação com produtos no mercado da mesma categoria é extremamente competitivo estando abaixo da média de mercado que é entre R\$ 4500,00 e R\$ 15000,00. Este preço, porém, não inclui a parte de automação de todos os componentes. O custo total, portanto pode subir chegando mais próximo aos valores de mercado apresentados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho estudou as maiores dificuldades enfrentadas pelas pessoas em cadeira de rodas, tanto observando a literatura mundial quanto na prática no Brasil. Constatou-se que as maiores dificuldades associadas ao uso deste dispositivo estão relacionadas a quedas, transferências e barreiras arquitetônicas. Percebeu-se que os padrões de dificuldades e acidentes com cadeira de rodas no Brasil são similares ao encontrado na literatura de outros países, não havendo diferenças significativas. Antecipava-se um número maior de acidentes e dificuldades no Brasil devido às inúmeras dificuldades arquitetônicas de acessibilidade, o que não se verificou.

Dados marcantes apontaram nesta pesquisa que 59,8% dos cadeirantes disseram já ter deixado de realizar atividades por medo de queda e, também, 59,8% deixaram de realizar alguma atividade por não conseguir transferir da cadeira de rodas. Além disso, 73,2% indicaram pelo menos uma das limitações citadas. São dados que indicam um alto nível de isolamento e limitação para pessoas em cadeira de rodas e abrem uma oportunidade significativa de desenvolvimento de produtos de tecnologia assistiva que contribuam com a inclusão destas pessoas na comunidade, em especial com foco nas atividades de lazer.

A transferência é uma tarefa essencial para a independência e participação em sociedade para pessoas em cadeira de rodas. As maiores limitações encontradas para a sua realização são o controle e força nos membros superiores, decorrentes da deficiência da pessoa ou de uma lesão ou dor agravante e a acessibilidade dos assentos de destino (espaço para aproximação angulada da cadeira de rodas, altura do assento e obstáculos).

Com isso, buscou-se uma solução, por meio do desenvolvimento de um produto de tecnologia assistiva, para auxiliar a tarefa da transferência para pessoas em cadeira de rodas. Este produto foi desenvolvido seguindo as etapas do método *Design Science Research* associado à técnicas do Design Centrado no Usuário. Dessa forma, se inclui verificações periódicas com os usuários durante as etapas de projeto para assegurar que o produto desenvolvido atende às necessidades deles. Esta combinação foi realmente muito efetiva, verificando a hipótese proposta, para o processo de desenvolvimento de produtos de tecnologia assistiva na pesquisa por assegurar ambos os lados: o rigor e reprodutibilidade da pesquisa com o lado criativo e eficiente do desenvolvimento de produto para aplicações práticas.

Foi proposto então um artefato, mostrado na Figura 73 que foi apresentado para usuários, criticado, modificado, reprojetoado e avaliado. A avaliação dos usuários

foi positiva com indicação de que usariam o produto e que este facilitaria a vida deles. O produto, apesar de apresentar grau de complexidade elevado, foi necessário para atingir as necessidades apresentadas pelos participantes da pesquisa.



FIGURA 73 – Artefato Proposto

Com isso, os objetivos propostos da pesquisa foram cumpridos. O objetivo geral da pesquisa de buscar ferramentas para identificar uma solução que facilite a transferência foi atingindo durante o desenvolvimento do trabalho. Utilizando-se da *Design Science Research* com a inclusão do Design Centrado no Usuário, foram utilizadas diversas ferramentas, tais como questionários, entrevistas, pesquisa de similares, análise sincrônica, grupo focal, brainstorming e simulação ergonômica. Estas ferramentas contribuíram para o desenvolvimento de uma solução de auxílio a transferência.

Os objetivos específicos também foram cumpridos. Inicialmente identificou-se as dificuldades da pessoa em cadeira de rodas por meio dos questionários e entrevistas apresentados na Seção 4.1. Estes dados corroboram as informações presentes na literatura expostos no Capítulo 2. Assim, destacou-se a transferência como uma das principais dificuldades enfrentadas pelas pessoas em cadeira de rodas e se expôs que obstáculos entre os assentos, braços de cadeiras, desníveis entre os assentos e transferências fora de casa são dificultadores para a tarefa.

A utilização do método da *Design Science Research* como forma de desenvolvimento de produto foi explanada no Capítulo 3. Além disso, a inclusão das ferramentas do Design Centrado no Usuário como forma de assegurar um produto mais adaptado para as necessidades dos usuários permitiu que se desenvolvesse um artefato de

tecnologia assistiva com potencial de aceitação maior. A contribuição dos usuários em etapas da pesquisa assegurou componentes e funcionalidades para o produto que não estavam previstos em projeto inicial. Estes, como os apoios de braço e pés e a possibilidade de inclinação do encosto, fazem o produto mais seguro e útil para as pessoas em cadeira de rodas.

Por fim, o objetivo de avaliar a solução desenvolvida foi cumprido na Seção 4.7 por meio de uma simulação ergonômica para a utilização da ferramenta do RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) e por um questionário de potencial usabilidade do produto com usuários. Assim, apesar da impossibilidade de se avaliar o produto fisicamente com um mínimo produto viável devido às circunstâncias impostas pela pandemia do Covid-19, foi possível obter resultados quanto a usabilidade do produto.

Com isso, é possível responder a pergunta da pesquisa: foi possível o desenvolvimento de um produto de auxílio a transferência que reduza as limitações das pessoas em cadeira de rodas. Dados mais completos de usabilidade são necessários, com um acompanhamento por um longo período de tempo, para saber se a sua utilização vai de fato reduzir o número de acidentes.

6.1 GENERALIZAÇÃO PARA UMA CLASSE DE PROBLEMAS

O uso da *Design Science Research* é uma excelente forma de desenvolver tecnologias assistivas. O projeto delas deve ser focado nas habilidades funcionais de um grupo de usuários e não a deficiência ou causa de dificuldade. São as habilidades funcionais que agrupam pessoas com deficiência para o uso de alguma tecnologia assistiva.

Além disso, os resultados encontrados destacam a necessidade de pesquisas e produtos de tecnologia assistiva que entendam e auxiliem a redução das limitações de atividades para pessoas em cadeira de rodas uma vez que se viu uma amplitude de dificuldades que podem ser trabalhadas em diversas abordagens.

6.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa contou com algumas limitações, principalmente em relação aos participantes. Entre eles, houveram poucos participantes com mais de 65 anos enquanto que a literatura aponta que este grupo apresenta padrões de queda, acidentes e dificuldades diferenciado. Não possível, então, fazer uma comparação entre grupos mais novos e este para verificar se essa diferença de padrão se aplicaria.

Além disso, o estudo contou com vasta maioria de participantes com lesão medular, não sendo possível, também, avaliar se os padrões de queda, acidente e dificuldade seriam diferenciados entre outras deficiências como poliomielite e paralisia

cerebral. No entanto, essa maioria com lesão medular é comum também em outros estudos. Assim, não é possível afirmar se esta diferença é representativa da sociedade ou se os usuários de cadeira de rodas com lesão medular são apenas mais participativos na sociedade.

Um das maiores limitações da pesquisa foi imposta pela pandemia da Covid-19 e a necessidade de isolamento social durante os anos de 2020/2021, em especial para o grupo de interesse da pesquisa: as pessoas com deficiência que fazem parte do grupo de risco. Assim, houve uma necessidade de se alterar os métodos de coleta de dados para soluções digitais. O projeto já havia sido aprovado para execução presencial no Hospital de Reabilitação de Curitiba, com aprovação nos Comitês de Ética da UFPR e do Hospital do Trabalhador (complexo responsável pelo Hospital de Reabilitação. No entanto, o hospital passou a ser referência no tratamento da Covid-19, impossibilitando a continuação da pesquisa no local.

Por fim, destaca-se também limitações quanto a execução da avaliação do artefato. Houve a impossibilidade de realizar testes de usabilidade no Hospital de Reabilitação com um mínimo produto viável devido as limitações discutidas. No entanto, estes testes seriam valiosos para verificar o funcionamento do artefato e a interação dos usuários com ele para assegurar boa aceitação. Destaca-se, porém, que o Hospital de Reabilitação demonstrou interesse na pesquisa e estaria aberto para uma futura aplicação dos testes de usabilidade.

6.3 TRABALHOS FUTUROS

O artefato proposto, apesar de cumprir os requisitos propostos e ter demonstrado receber acatamento dos usuários ainda pode ser melhorado. Ainda é necessária a execução do projeto de automatização do produto. Além disso, o componente da base proposto ainda pode sofrer aperfeiçoamento por ainda ser uma peça grande e de difícil manuseio. Para tal, seria necessário investigar a possibilidade de torná-la uma peça dobrável ou desmontável e verificar se isto a tornaria mais fácil de ser manuseada ou não.

Propõe-se, ainda, que os testes de usabilidade sejam realizados, quando possível, com a parceria do Hospital de Reabilitação de Curitiba, para assegurar o funcionamento do produto durante a sua utilização pelos usuários. Estes testes podem levantar necessidades de modificação da forma do produto e na forma de acionamento do mesmo, sendo essencial antes de uma etapa de fabricação.

Há a necessidade de investigações mais aprofundadas por pesquisas quanto aos elementos destacados referentes as limitações das pessoas em cadeira de rodas, uma vez que 73,2% dos participantes declararam pelo menos um motivo para deixar

de realizar atividades devido a cadeira de rodas. É essencial entender o motivo para estes impedimentos e investigar formas de reduzir as dificuldades e evitar o isolamento deste público na comunidade. Além disso, com as informações obtidas na etapa de levantamento de dados é possível observar uma série de oportunidades para desenvolvimento de novas tecnologias assistivas que auxiliem a reduzir as limitações impostas pelo uso da cadeira de rodas.

REFERÊNCIAS

- ABRAS, C.; MALONEY-KRICHMAR, D.; PREECE, J. User-Centered Design. In: IN Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 2004. Citado 4 vezes nas páginas 45–47.
- ACTIVEFOREVER. **Beasy Premium Transfer Boards**. Disponível em: <https://www.activeforever.com/beasytrans-transfer-board>. Acesso em: 9 de março de 2021. 2021. Citado 0 vez na página 87.
- _____. **Eagle Sliding Swivel Transfer Bench**. Disponível em: <https://www.activeforever.com/eagle-sliding-swivel-transfer-bench>. Acesso em: 12 de março de 2021. 2021. Citado 0 vez na página 89.
- AKHIGBE, T.; CHIN, A. S.; SVIRCEV, J. N.; HOENIG, H.; BURNS, S. P.; WEAVER, F. M.; BAILEY, L.; CARBONE, L. A retrospective review of lower extremity fracture care in patients with spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, Informa UK Limited, v. 38, n. 1, p. 2–9, nov. 2015. DOI: [10.1179/2045772313y.0000000156](https://doi.org/10.1179/2045772313y.0000000156). Citado 3 vezes nas páginas 30, 40, 41, 134.
- ALFACONNECTION. **Conceitos Fundamentais**. Disponível em: <https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/liquidos/grandezas-e-conceitos-fundamentais/conceitos-fundamentais/>. Acesso em: 7 de abril de 2021. 2021. Citado 0 vez na página 179.
- ALHARBEY, R.; CHATTERJEE, S. An mHealth Assistive System “MyLung” to Empower Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Design Science Research. **JMIR Formative Research**, JMIR Publications Inc., v. 3, n. 1, e12489, mar. 2019. DOI: [10.2196/12489](https://doi.org/10.2196/12489). Citado 1 vez na página 137.
- _____. MyLung: Design and Testing of a Mobile-Based Assistive Technology for COPD Patients. In: LECTURE Notes in Computer Science. [S.l.]: Springer International Publishing, 2019. P. 172–188. DOI: [10.1007/978-3-030-19504-5_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-19504-5_12). Citado 1 vez na página 137.
- ALM, M.; SARASTE, H.; NORRBRINK, C. Shoulder pain in persons with thoracic spinal cord injury: Prevalence and characteristics. **Journal of Rehabilitation Medicine**, Acta Dermato-Venereologica, v. 40, n. 4, p. 277–283, 2008. DOI: [10.2340/16501977-0173](https://doi.org/10.2340/16501977-0173). Citado 1 vez na página 35.
- ALUMIPLAST. **Produtos em Alumínio**: Linha Industrial. Disponível em: http://www.alumiplast.com.br/produtosin_02.asp. Acesso em: 5 de abril de 2021. 2021. Citado 1 vez na página 103.

ALVES, Z. M. M. B.; SILVA, M. H. G. F. D. da. Análise qualitativa de dados de entrevista: uma proposta. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, FapUNIFESP (SciELO), n. 2, p. 61–69, jul. 1992. DOI: [10.1590/s0103-863x1992000200007](https://doi.org/10.1590/s0103-863x1992000200007). Citado 1 vez na página 55.

AMERICANS WITH DISABILITY ACT (ADA). **Glossary of ADA Terms**. Recuperado de: <https://adata.org/glossary-terms>. Acesso em: 19 de agosto de 2019. ADA National Network. 19 ago. 2019. Citado 1 vez na página 16.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE ERGONOMIA (ABERGO). **O que e Ergonomia**. Disponível em: www.abergo.org.br. Acesso em: 25 de janeiro de 2021. 2021. Citado 1 vez na página 81.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. Citado 4 vezes nas páginas 26, 36–38.

_____. **NBR ISO 7176:5**: cadeira de rodas - determinação de dimensões, massa e espaço para manobra. Rio de Janeiro, 2015. Citado 4 vezes nas páginas 36, 102, 126.

_____. **NBR ISO 7176:8**: cadeira de rodas parte 8 - requisitos e métodos de ensaio para força estática, de impacto e fadiga. Rio de Janeiro, 2009. Citado 3 vezes nas páginas 56, 81, 110.

_____. **NBR ISO 9241-210**: ergonomia da interação humano-sistema Parte 210 - projeto centrado no ser humano para sistemas interativos. Rio de Janeiro, 2011. Citado 5 vezes nas páginas 46, 47.

BARBARESCHI, G.; CHENG, T.-J.; HOLLOWAY, C. Effect of technique and transfer board use on the performance of wheelchair transfers. **Healthcare Technology Letters**, Institution of Engineering e Technology (IET), v. 5, n. 2, p. 76–80, mar. 2018. DOI: [10.1049/htl.2017.0075](https://doi.org/10.1049/htl.2017.0075). Citado 6 vezes nas páginas 21, 40, 41, 132, 136.

BARBARESCHI, G.; HOLLOWAY, C. An investigation of factors affecting the performance of wheelchair transfers. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, Informa UK Limited, v. 14, n. 5, p. 479–488, abr. 2018. DOI: [10.1080/17483107.2018.1463402](https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1463402). Citado 9 vezes nas páginas 19, 20, 27, 30–32, 35, 41, 65.

_____. Understanding independent wheelchair transfers: perspectives from stakeholders. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, Informa UK Limited, Apr 23, p. 1–8, abr. 2019. DOI: [10.1080/17483107.2019.1594407](https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1594407). Citado 9 vezes nas páginas 21, 27, 28, 33, 41, 87.

BARBARESCHI, G.; SONENBLUM, S.; HOLLOWAY, C.; SPRIGLE, S. Does the setting matter? Observing wheelchair transfers across different environmental conditions. **Assistive Technology**, Informa UK Limited, p. 1–8, out. 2020. DOI: [10.1080/10400435.2020.1818328](https://doi.org/10.1080/10400435.2020.1818328). Citado 7 vezes nas páginas 30, 32, 35, 36, 38, 39.

- BEER, F. P.; JOHNSTON JR, E. R. **Resistência dos Materiais**. Tradução: Celso Pinto Morais Pereira. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1995. 1255 p. ISBN 978-85-346-0344-7. Citado 1 vez na página 178.
- BERTONCELLO, I.; GOMES, L. V. N. Análise Diacrônica e Sincrônica da Cadeira de Rodas Mecanomanual. pt. **Production**, scielo, v. 12, p. 72–82, 2002. ISSN 0103-6513. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132002000100007&nrm=iso. Citado 1 vez na página 60.
- BHASKARAN, R. **A Hands-on Introduction to Engineering Simulations**. Disponível em: <https://learning.edx.org/course/course-v1: CornellX+ENGR2000X+1T2018/home>. Acesso: 15 de abril de 2018. Cornell University. 2018. Citado 0 vezes nas páginas 184, 185.
- BRACCIALLI, A. C.; DELIBERATO, D.; BRACCIALLI, L. M. P.; ARAÚJO, R. DE C. T. Tecnologia Assistiva: Aquisição e Abandono de Uso por Pessoas com Deficiência Física. In: VII Congresso Brasileiro de Educação Especial. [S.l.: s.n.], nov. 2016. Citado 1 vez na página 17.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS (CONITEC). **Relatório Número 52**: Procedimento Cadeira De Rodas Tipo Monobloco E Cadeira De Rodas (Acima De 90 Kg) Na Tabela De Órteses, Próteses E Materiais Especiais Não Relacionados Ao Ato Cirúrgico Dos SUS. [S.l.], 2013. Relatório Técnico. Citado 1 vez na página 18.
- BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa Com Deficiência. **Comitê de Ajudas Técnicas**: Tecnologia Assistiva. Brasília: CORDE, 2009. Citado 4 vezes nas páginas 16, 50.
- BURKMAN, J.; GRINDLE, G.; WANG, H.; KELLEHER, A.; COOPER, R. A. Further Development of a Robotic-Assisted Transfer Device. **Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation**, American Spinal Injury Association, v. 23, n. 2, p. 140–146, mar. 2017. DOI: [10.1310/sci2302-140](https://doi.org/10.1310/sci2302-140). Citado 1 vez na página 40.
- CALDER, C. J.; KIRBY, R. L. Fatal wheelchair-related accidents in the United States. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 69, p. 184–190, 4 ago. 1990. DOI: [10.1097/00002060-199008000-00003](https://doi.org/10.1097/00002060-199008000-00003). Citado 5 vezes nas páginas 18, 19, 24, 27.
- CARO, C. C.; COSTA, J. D.; CRUZ, D. M. C. da. The Use of Mobility Assistive Devices and the Functional Independence in Stroke Patients. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, Editora Cubo, v. 26, n. 3, p. 558–568, 2018. DOI: [10.4322/2526-8910.ctoao1117](https://doi.org/10.4322/2526-8910.ctoao1117). Citado 1 vez na página 23.

CARO, C. C.; CRUZ, D. M. C. da. A mobilidade funcional com cadeiras de rodas em sujeitos com lesão medular. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, Editora Cubo, v. 28, n. 4, 2020. DOI: [10.4322/2526-8910.ctoao1984](https://doi.org/10.4322/2526-8910.ctoao1984). Citado 10 vezes nas páginas 18, 26, 27, 30, 35, 38, 133, 135.

CASA ADAPTADA. **A TÁBUA DE TRANSFERÊNCIA**. Disponível em: <https://casadaptada.com.br/2016/11/tabua-de-transferencia-veja-o-video/>. Acesso em: 9 de agosto de 2021. 2021. Citado 0 vezes nas páginas 39, 86.

CAVENAGHI. **Cadeira de Rodas Manual**. Recuperado de: <https://www.cavenaghi.com.br/cadeira-de-rodas/cadeira-de-rodas-manual>. Acesso: 05 de julho de 2021. 2021. Citado 1 vez na página 89.

_____. **Guincho de Transferência - Mult Lift**. Disponível em: <https://www.cavenaghi.com.br/guincho-de-transferencia-mult-lift-292/p?cc=47>. Acesso em: 26 de janeiro de 2020. 2020. Citado 0 vezes nas páginas 39, 88.

CHEN, W.-Y.; JANG, Y.; WANG, J.-D.; HUANG, W.-N.; CHANG, C.-C.; MAO, H.-F.; WANG, Y.-H. Wheelchair-Related Accidents: Relationship With Wheelchair-Using Behavior in Active Community Wheelchair Users. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Elsevier BV, v. 92, n. 6, p. 892–898, jun. 2011. DOI: [10.1016/j.apmr.2011.01.008](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.01.008). Citado 8 vezes nas páginas 18, 24–26, 28, 134.

COLLINS, J. A.; BUSBY, H.; STAAB, G. **Mechanical Design of Machine Elements and Machines: A Failure Prevention Perspective**. 2. ed. Ohio State University: Jon Wiley & Sons, 2010. 894 p. ISBN 978-0-470-41303-6. Citado 3 vezes nas páginas 181, 182.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [s.n.], set. 2011. P. 1–12. Citado 2 vezes nas páginas 29, 56.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M. **Assistive Technologies: Principles and Practice**. 4th. Missouri, EUA: Elsevier, 2014. Citado 1 vez na página 16.

COSTA, C. R. da; FERREIRA, F. M. R. M.; BORTOLUS, M. V.; CARVALHO, M. G. R. Dispositivos de tecnologia assistiva: fatores relacionados ao abandono. **Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar**, Editora Cubo, v. 23, n. 3, p. 611–624, 2015. DOI: [10.4322/0104-4931.ctoar0544](https://doi.org/10.4322/0104-4931.ctoar0544). Citado 2 vez na página 17.

COSTA, S. E. da; BERKENBROCK, C. D. M.; FREITAS, L. E. R. de; SELL, F. F. S. iLibras: Using Assistive and Collaborative Technology to Support the Communication of Deaf People. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, Institute of Electrical e Electronics Engineers (IEEE), v. 14, n. 1, p. 11–21, fev. 2019. DOI: [10.1109/rita.2019.2909849](https://doi.org/10.1109/rita.2019.2909849). Citado 1 vez na página 137.

CRESWELL, J. W. **Qualitative Inquiry & Research Design: Choosing Among Five Approaches**. 3. ed. [S.l.]: SAGE Publications, 2013. ISBN 978-1-4129-9531-3. Citado 1 vez na página 75.

_____. **Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches**. 4. ed. London: SAGE Publications, 2014. ISBN 978-1-4522-2610-1. Citado 1 vez na página 49.

CURTIS, K. A.; BLACK, K. Shoulder Pain in Female Wheelchair Basketball Players. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy (JOSPT), v. 29, n. 4, p. 225–231, abr. 1999. DOI: [10.2519/jospt.1999.29.4.225](https://doi.org/10.2519/jospt.1999.29.4.225). Citado 1 vez na página 31.

DONNELLY, C.; ENG, J.; HALL, J.; ALFORD, L.; GIACHINO, R.; NORTON, K.; KERR, D. S. Client-centred assessment and the identification of meaningful treatment goals for individuals with a spinal cord injury. **Spinal Cord**, Springer Nature, v. 42, n. 5, p. 302–307, mar. 2004. DOI: [10.1038/sj.sc.3101589](https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101589). Citado 1 vez na página 28.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. ISBN 978-85-8260-299-7. Citado 14 vezes nas páginas 44, 45, 49–51, 56, 60, 62, 86, 94, 130, 137.

DUARTE, R. Entrevistas em Pesquisas Qualitativas. **Educar em Revista**, v. 24, p. 213–225, 2004. DOI: [10.1590/0104-4060.357](https://doi.org/10.1590/0104-4060.357). Citado 3 vezes nas páginas 74, 75.

ELASTIC CORD & WEBBING INC. **Knitted Elastic 3"Style 85L9**. Disponível em: <https://www.theecwcorp.com/knitted-elastic-3-style-85l9-p-118.html>. Acesso em: 14 de abril de 2021. 2021. Citado 1 vez na página 122.

ENGST, C.; CHHOKAR, R.; MILLER, A.; TATE, R.; YASSI, A. Effectiveness of overhead lifting devices in reducing the risk of injury to care staff in extended care facilities. **Ergonomics**, Informa UK Limited, v. 48, n. 2, p. 187–199, fev. 2005. DOI: [10.1080/00140130412331290826](https://doi.org/10.1080/00140130412331290826). Citado 1 vez na página 40.

EUNICE KENNEDY SHRIVER NATIONAL INSTITUTE OF CHILD HEALTH AND HUMAN DEVELOPMENT (NICHD). What are some types of assistive devices and how are they used? Disponível em: <https://www.nichd.nih.gov/health/topics/rehabtech/conditioninfo/device>. Acesso em: 14 de abril de 2021. [S.l.]. Citado 0 vez na página 23.

FELISBERTO, L. C.; PASCHOARELLI, L. C. Dimensionamento Preliminar de Postos de Trabalho e Produtos - Modelos Antropométricos em Escala. In: INTERNATIONAL Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Salvador: [s.n.], 2001. Citado 1 vez na página 126.

FONTANELLA, B. J. B.; LUCHESI, B. M.; SAIDEL, M. G. B.; RICAS, J.; TURATO, E. R.; MELO, D. G. Amostragem em pesquisas qualitativas: proposta de procedimentos para constatar saturação teórica. **Cadernos de Saúde Pública**, FapUNIFESP (SciELO), v. 27, n. 2, p. 388–394, fev. 2011. DOI: [10.1590/s0102-311x2011000200020](https://doi.org/10.1590/s0102-311x2011000200020). Citado 1 vez na página 56.

FORSLUND, E. B.; ROALDSEN, K. S.; HULTLING, C.; WAHMAN, K.; FRANZÉN, E. Concerns about falling in wheelchair users with spinal cord injury—validation of the Swedish version of the spinal cord injury falls concern scale. **Spinal Cord**, Springer Science e Business Media LLC, v. 54, n. 2, p. 115–119, ago. 2015. DOI: [10.1038/sc.2015.125](https://doi.org/10.1038/sc.2015.125). Citado 3 vezes nas páginas 19, 134, 135.

FORSLUND, E.; JØRGENSEN, V.; FRANZÉN, E.; OPHEIM, A.; SEIGER, Å.; STÅHLE, A.; HULTLING, C.; STANGHELLE, J. K.; ROALDSEN, K. S.; WAHMAN, K. High incidence of falls and fall-related injuries in wheelchair users with spinal cord injury: A prospective study of risk indicators. **Journal of Rehabilitation Medicine**, Acta Dermato-Venereologica, v. 49, n. 2, p. 144–151, 2017. DOI: [10.2340/16501977-2177](https://doi.org/10.2340/16501977-2177). Citado 3 vezes nas páginas 23, 134.

FUKAYA, K.; UCHIDA, M. Protection against Impact with the Ground Using Wearable Airbags. **Industrial Health**, National Institute of Industrial Health, v. 46, n. 1, p. 59–65, 2008. DOI: [10.2486/indhealth.46.59](https://doi.org/10.2486/indhealth.46.59). Citado 1 vez nas páginas 25, 26.

GAGNON, D.; NADEAU, S.; DESJARDINS, P.; NOREAU, L. Biomechanical assessment of sitting pivot transfer tasks using a newly developed instrumented transfer system among long-term wheelchair users. **Journal of Biomechanics**, Elsevier BV, v. 41, n. 5, p. 1104–1110, 2008. DOI: [10.1016/j.jbiomech.2007.11.021](https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2007.11.021). Citado 1 vez na página 32.

GAGNON, D.; NADEAU, S.; NOREAU, L.; DEHAIL, P.; PIOTTE, F. Comparison of peak shoulder and elbow mechanical loads during weight-relief lifts and sitting pivot transfers among manual wheelchair users with spinal cord injury. **The Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 45, n. 6, p. 863–874, dez. 2008. DOI: [10.1682/jrrd.2007.11.0189](https://doi.org/10.1682/jrrd.2007.11.0189). Citado 3 vezes nas páginas 31, 33.

GARCIA, L. J.; MERINO, G. S. A. D.; MERINO, E. A. D. DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO: REQUISITOS PARA AVALIAÇÃO DE PRODUTOS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COM BASE NA USABILIDADE E DESIGN UNIVERSAL. **Blucher Design Proceedings**, v. 3, n. 11, p. 910–920, 2017. ISSN 2318-6968. DOI: [10.5151/16ergodesign-0088](https://doi.org/10.5151/16ergodesign-0088). Citado 1 vez nas páginas 46, 128.

GARLAND, D.; ADKINS, R.; STEWART, C. Fracture Threshold and Risk for Osteoporosis and Pathologic Fractures in Individuals with Spinal Cord Injury. **Top Spinal Cord Inj Rehabil**, v. 11, n. 1, p. 61–69, 2005. DOI: [10.1038/sc.1994.131](https://doi.org/10.1038/sc.1994.131). Citado 1 vez na página 40.

GAVIN-DRESCHNACK, D.; NELSON, A.; FITZGERALD, S.; HARROW, J.; SANCHEZ-ANGUIANO, A.; AHMED, S.; POWELL-COPE, G. Wheelchair-related Falls. **Journal of Nursing Care Quality**, Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health), v. 20, n. 2, p. 119–127, abr. 2005. DOI: [10.1097/00001786-200504000-00006](https://doi.org/10.1097/00001786-200504000-00006). Citado 1 vez na página 26.

GOMES, L. S. M. In: **O Quadril**. Edição: Luiz Sérgio Marcelino Gomes. [S.l.]: Atheneu, 2010. Biomateriais em Artroplastia de Quadril: Propriedades, Estrutura e Composição. Citado 0 vez na página 180.

GRINDLE, G. G.; WANG, H.; JEANNIS, H.; TEODORSKI, E.; COOPER, R. A. Design and User Evaluation of a Wheelchair Mounted Robotic Assisted Transfer Device. **BioMed Research International**, Hindawi Limited, v. 2015, p. 1–9, 2015. DOI: [10.1155/2015/198476](https://doi.org/10.1155/2015/198476). Citado 4 vezes nas páginas 40, 89, 90, 94, 129.

GUILLON, B.; VAN-HECKE, G.; IDDIR, J.; PELLEGRINI, N.; BEGHOUL, N.; VAUGIER, I.; FIGÈRE, M.; PRADON, D.; LOFASO, F. Evaluation of 3 Pushrim-Activated Power-Assisted Wheelchairs in Patients With Spinal Cord Injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Elsevier BV, v. 96, n. 5, p. 894–904, mai. 2015. DOI: [10.1016/j.apmr.2015.01.009](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.01.009). Citado 0 vez na página 30.

GUTIERREZ, D. D.; THOMPSON, L.; KEMP, B.; MULROY, S. J. The Relationship of Shoulder Pain Intensity to Quality of Life, Physical Activity, and Community Participation in Persons With Paraplegia. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, Taylor & Francis, v. 30, n. 3, p. 251–255, jan. 2007. DOI: [10.1080/10790268.2007.11753933](https://doi.org/10.1080/10790268.2007.11753933). Citado 1 vez na página 42.

GUY'S AND ST THOMAS' NHS FOUNDATION TRUST. **Transfer board user guide**. London, dez. 2018. Disponível em: <https://www.guysandstthomas.nhs.uk/resources/patient-information/therapies/transfer-board-user-guide.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2019. Citado 0 vez na página 87.

HATCHETT, P.; MULROY, S. J.; REQUEJO, P. S.; HAUBERT, L. L.; EBERLY, V.; CONNERS, S. G. Impact of Independent Driving and Chair Lifting into a Vehicle on Community Participation for Individuals with Paraplegia. In: AMERICAN Spinal Injury Association Conference Proceedings. [S.l.: s.n.], 2009. Citado 1 vez na página 36.

HAUBERT, L. L.; MULROY, S. J.; HATCHETT, P. E.; EBERLY, V. J.; MANEEKOBKUNWONG, S.; GRONLEY, J. K.; REQUEJO, P. S. Car Transfer and Wheelchair Loading Techniques in Independent Drivers with Paraplegia. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, Frontiers Media SA, v. 3, set. 2015. DOI: [10.3389/fbioe.2015.00139](https://doi.org/10.3389/fbioe.2015.00139). Citado 7 vezes nas páginas 30, 33, 35, 36, 41.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design Science in Information Systems Research. **Management Information Systems Quarterly**, v. 28, p. 75–105, mar. 2004. Citado 1 vez na página 44.

HIBBELER, R. **Resistência dos Materiais**. Tradução: Joaquim Pinheiro Nunes. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004. 252 p. ISBN 85-87918-67-2. Citado 4 vezes nas páginas 178–180.

HOFMANN, M.; HARRIS, J.; HUDSON, S. E.; MANKOFF, J. Helping Hands: Requirements for a Prototyping Methodology for Upper-limb Prosthetics Users. In: PROCEEDINGS of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. San Jose: ACM, mai. 2016. DOI: [10.1145/2858036.2858340](https://doi.org/10.1145/2858036.2858340). Citado 1 vez na página 136.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**. Rio de Janeiro, 11 out. 2009. P. 215. Citado 2 vez na página 16.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. **Pesquisa antropométrica e biomecânica dos operários da indústria de transformação**. Acesso: 29 de abril de 2021. 1988. Citado 1 vez na página 126.

JANSSEN, T. W.; OERS, C. A. van; VEEGER, H. E.; HOLLANDER, A. P.; WOUDE, L. H. van der; ROZENDAL, R. H. Relationship between physical strain during standardised ADL tasks and physical capacity in men with spinal cord injuries. **Paraplegia**, v. 32, n. 12, 1994. DOI: [10.1038/sc.1994.131](https://doi.org/10.1038/sc.1994.131). Citado 1 vez na página 35.

JØRGENSEN, V.; FORSLUND, E. B.; FRANZÉN, E.; OPHEIM, A.; SEIGER, Å.; STÅHLE, A.; HULTLING, C.; STANGHELLE, J. K.; WAHMAN, K.; ROALDSEN, K. S. Factors Associated With Recurrent Falls in Individuals With Traumatic Spinal Cord Injury: A Multicenter Study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Elsevier BV, v. 97, n. 11, p. 1908–1916, nov. 2016. DOI: [10.1016/j.apmr.2016.04.024](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.04.024). Citado 5 vezes nas páginas 21, 23, 24, 68, 134.

KANKIPATI, P.; BONINGER, M. L.; GAGNON, D.; COOPER, R. A.; KOONTZ, A. M. Upper limb joint kinetics of three sitting pivot wheelchair transfer techniques in individuals with spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, Informa UK Limited, v. 38, n. 4, p. 485–497, ago. 2015. DOI: [10.1179/2045772314y.0000000258](https://doi.org/10.1179/2045772314y.0000000258). Citado 3 vez na página 32.

KOONTZ, A. M.; BASS, S. R.; KULICH, H. R. Accessibility facilitators and barriers affecting independent wheelchair transfers in the community. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, Informa UK Limited, p. 1–8, jan. 2020. DOI: [10.1080/17483107.2019.1710771](https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1710771). Citado 9 vezes nas páginas 30, 31, 38, 39, 130, 132, 135.

KRISHNAN, R. H.; PUGAZHENTHI, S. Concept Development and Design of Self-Transfer Devices for Wheelchair Users. **International Journal of Automation and Smart Technology**, v. 9, n. 1, 2019. DOI: [10.5875/ausmt.v9i1.1621](https://doi.org/10.5875/ausmt.v9i1.1621). Citado 1 vez nas páginas 90, 91.

KRUEGER, R. A. **Developing Questions for Focus Groups**. Thousand Oaks: SAGE PUBLN, 1998. 128 p. ISBN 0761908196. Citado 5 vezes nas páginas 58, 59.

_____. **Moderating Focus Groups**. Thousand Oaks: SAGE PUBLN, 1 jul. 1997. 79 p. ISBN 9781483328133. Citado 1 vez na página 83.

KRUEGER, R. A.; CASEY, M. A. **Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research**. 5. ed. University of Minnesota, SAGE PUBLN, 14 ago. 2014. 252 p. ISBN 1483365247. Citado 14 vezes nas páginas 57–59, 83, 96, 97.

MADUREIRA, O. M. DE. **Metodologia do Projeto: Planejamento, Execução e Gerenciamento**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2015. ISBN 978-85-212-0913-3. Citado 2 vez na página 43.

MAGNIER, C.; THOMANN, G.; VILLENEUVE, F.; ZWOLINSKI, P. Methods for designing assistive devices extracted from 16 case studies in the literature. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, Springer Science e Business Media LLC, v. 6, n. 2, p. 93–100, jan. 2012. DOI: [10.1007/s12008-012-0143-2](https://doi.org/10.1007/s12008-012-0143-2). Citado 5 vezes nas páginas 46–48, 132.

MANZINI, E. J. Uso da entrevista em dissertações e teses produzidas em um programa de pós-graduação em educação. **Revista Percursos**, v. 4, n. 2, p. 149–171, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/114753>. Citado 2 vez na página 55.

MARCELINO FILHO, M.; OLIVEIRA, J. H. P. de; FONTES, A.; GAMA, A. E. F. da; LIMA, C. L. de; MENDES, H. L. F.; SANTOS, P. A. dos; SANTOS, V. L. dos. **Sistema para Transferência Autônoma de Indivíduos com Deficiência Motora nos Membros Inferiores [Patente]**. BR 202017018531-7. Depósito: 29 ago. 2017. Concessão: -. 2019. BR 202017018531-7 U2. Citado 0 vez na página 88.

MASINI, M. **Tratamento da fraturas e luxações da coluna toracolombar por descompressão póstero-lateral e fixação posterior com retângulo e fios segmentares sublaminares associados a enxerto ósseo**. 2000. Tese (Doutorado) – UNIFESP. Citado 0 vez na página 18.

MATWEB. **Aluminum 6061-T6; 6061-T651**. Disponível em: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=b8d536e0b9b54bd7b69e4124d8f1d20a>. Acesso em: 30 de março de 2021. 2021. Citado 0 vez na página 103.

_____. **Overview of materials for Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), Heat Resistant, Molded**. Disponível em: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?>

MatGUID=2d146961e7274da686aafd5470e03dee. Acesso em: 6 de abril de 2021. 2021. Citado 0 vez na página 108.

MATWEB. **Overview of materials for Polycarbonate/ABS Alloy, Unreinforced.**

Disponível em: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=d16a64a389df424f8e53ed481e77477bckck=1>. Acesso em: 6 de abril de 2021. 2021. Citado 0 vez na página 115.

MCKERNAN, G.; IZZO, S.; CRYTZER, T. M.; HOUTROW, A. J.; DICIANNO, B. E. Relationship Between Motor Level and Wheelchair Transfer Ability in Spina Bifida: A Study From the National Spina Bifida Patient Registry. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Elsevier BV, v. 101, n. 11, p. 1953–1960, nov. 2020. DOI: [10.1016/j.apmr.2020.06.016](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.06.016). Citado 1 vezes nas páginas 30, 39.

MCMaster-CARR. **Unlubricated Turntable.** Disponível em:

<https://www.mcmaster.com/6031k18>. Acesso em: 14 de abril de 2021. 2021. Citado 0 vez na página 121.

MEDMART. **EasyTrack 2 Post System.** Disponível em:

https://medmartonline.com/voyager-portable-overhead-lifteasytrack-2-post?utm_source=google_shopping&clid=Cj0KCQiA1pyCBhCtARIsAHaY_5fKro-O2-ElmRxWq6IVLK4QHM4PIfwlGkZOPA160hbhK1ZiM1ZYVR4aAoCWEALw_wcB.

Acesso em: 9 de março de 2021. 2021. Citado 0 vez na página 88.

MEDOLA, F. O.; GAMAC, S.; M.C.ELUIC, V.; PASCHOARELLI, L. C.; FORTULAN, C. A. Users' Perceptions on Mobility, Comfort and Usability of Manual Wheelchairs. In: PROCEEDINGS of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. [S.l.: s.n.], jul. 2014. Citado 4 vezes nas páginas 18, 23, 26.

MELO JR, M. **Como Fazer Transferência para a Cadeira de Rodas, Cama e Carro | Tutorial.** Disponível: <https://www.youtube.com/watch?v=4H9qVoyZOSg>. Acesso em: 12 de março de 2021. 2017. Citado 2 vezes nas páginas 33, 34.

MEYERS, A. R.; ANDERSON, J. J.; MILLER, D. R.; SHIPP, K.; HOENIG, H. Barriers, facilitators, and access for wheelchair users: substantive and methodologic lessons from a pilot study of environmental effects. **Social Science & Medicine**, Elsevier BV, v. 55, n. 8, p. 1435–1446, out. 2002. DOI: [10.1016/s0277-9536\(01\)00269-6](https://doi.org/10.1016/s0277-9536(01)00269-6). Citado 1 vez na página 27.

MOHANTA, M.; REDDY, M. V.; LAKSHMI, Y. V. Barriers in the Homes of Wheelchair Users. **Research Inspiration**, v. 2, n. 3, jun. 2017. Citado 1 vez na página 26.

MUGGE, R.; SCHOORMANS, J. P.; SCHIFFERSTEIN, H. N. Emotional bonding with personalised products. **Journal of Engineering Design**, Informa UK Limited, v. 20, n. 5, p. 467–476, out. 2009. DOI: [10.1080/09544820802698550](https://doi.org/10.1080/09544820802698550). Citado 1 vez na página 47.

MULROY, S. J.; HATCHETT, P.; EBERLY, V. J.; HAUBERT, L. L.; CONNERS, S.; REQUEJO, P. S. Shoulder Strength and Physical Activity Predictors of Shoulder Pain in People With Paraplegia From Spinal Injury: Prospective Cohort Study. **Physical Therapy**, Oxford University Press (OUP), v. 95, n. 7, p. 1027–1038, jul. 2015. DOI: [10.2522/ptj.20130606](https://doi.org/10.2522/ptj.20130606). Citado 2 vezes nas páginas 30, 41, 42.

NELSON, A. **Safe Patient Handling and Movement**: A Practical Guide for Health Care Professionals. University of Michigan: Springer Publishing Company, 2006. ISBN 0826163637. Citado 2 vezes nas páginas 19, 41.

NELSON, A.; AHMED, S.; HARROW, J.; FITZGERALD, S.; SANCHEZ-ANGUIANO, A.; GAVIN-DRESCHNACK, D. Fall-related fractures in persons with spinal cord impairment: a descriptive analysis. **SCI nursing : a publication of the American Association of Spinal Cord Injury Nurses**, v. 20, n. 1, p. 30–37, 2003. Citado 1 vez na página 134.

NORTON, R. L. **Projeto de Máquinas**: Uma Abordagem Integrada. Tradução: Konstantinos Dimitriou Stavropoulos, João Batista de Aguiar, José Manoel de Aguiar, Renato Machnievscz e Jéssica Fraga. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 1030 p. ISBN 978-85-8260-023-8. Citado 1 vez na página 181.

OLIVEIRA, R. **Brainstorming**: Gere Ideias e Propostas de Solução para os Problemas do Dia a Dia com sua Equipe. [S.l.: s.n.], 2020. 41 p. E-book. Citado 1 vez na página 94.

OPALEK, J. M.; GRAYMIRE, V. L.; REDD, D. Wheelchair falls: 5 years of data from a level I trauma center. **Journal of trauma nursing : the official journal of the Society of Trauma Nurses**, v. 16, 98–102. <https://dx.doi.org/10.1097/jtn.0b013e3181ac920e>, 2009. ISSN 1078-7496. DOI: [10.1097/JTN.0b013e3181ac920e](https://doi.org/10.1097/JTN.0b013e3181ac920e). Citado 6 vezes nas páginas 18, 24, 68, 77, 134.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS): Disability: Assistive devices and technologies. Disponível em: <https://www.who.int/disabilities/technology/en/>. Acesso em: 19 de agosto de 2019. Citado 0 vez na página 16.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Guidelines on the provision of manual wheelchairs in less resourced settings**. Geneva, 2008. Relatório Técnico. Citado 3 vezes nas páginas 18, 25.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Cadeira de Rodas: Pacote de Treinamento em Serviços**: Manual de Referência para os Participantes - Nível Básico. São Paulo, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 31, 32, 34.

_____. **Improving Access to Assistive Technology**. [S.l.], 2018. Relatório Técnico. Citado 4 vezes nas páginas 17, 18.

_____. **Relatório Mundial sobre a Deficiência**. São Paulo, 2011. Citado 1 vez na página 82.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age**. Geneva, 2007. Relatório Técnico. Citado 1 vez na página 23.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS) - Regional Office for South-East Asia. **Fact sheet on wheelchairs**. New Delhi, out. 2010. Citado 2 vezes nas páginas 18, 19.

ORTOPONTO. Rodas Anti Tombo para Cadeiras de Rodas Ortobras Manuais. Disponível em: <<https://www.ortoponto.com.br/produto/rodas-anti-tombo-para-cadeiras-de-rodas-ortobras-manuais-par-1604>>. Acesso em: 24 de janeiro de 2020. [S.l.]. Citado 0 vez na página 25.

PAZMINO, A. V. **Como Se Cria: 40 Métodos Para Design de Produtos**. São Paulo: Blucher, 2015. ISBN 978-85-212-0704-7. Citado 7 vezes nas páginas 33, 57, 61, 91, 97.

PHILIPS, G. R.; CLARK, C.; WALLACE, J.; COOPMANS, C.; PANTIC, Z.; BODINE, C. User-centred design, evaluation, and refinement of a wireless power wheelchair charging system. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, Informa UK Limited, p. 1–13, set. 2020. DOI: [10.1080/17483107.2020.1818135](https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1818135). Citado 2 vez na página 47.

PLOS, O.; BUISINE, S.; AOUSSAT, A.; MANTELET, F.; DUMAS, C. A Universalist strategy for the design of Assistive Technology. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Elsevier BV, v. 42, n. 6, p. 533–541, nov. 2012. DOI: [10.1016/j.ergon.2012.09.003](https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.09.003). Citado 1 vez na página 136.

PREFEITURA DE MARINGÁ. Secretaria de Saúde. **Cartilha de Orientações aos Cuidadores de Pacientes Acamados de Maringá**. Maringá, 2018. Disponível em: <http://www2.maringa.pr.gov.br/cdn-imprensa/cartilhaacamados.pdf>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2020. Citado 0 vez na página 35.

PRESERVATION of Upper Limb Function Following Spinal Cord Injury: A Clinical Practice Guideline for Health-Care Professionals. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, Taylor & Francis, v. 28, n. 5, p. 434–470, 2005. PMID: 16869091. DOI: [10.1080/10790268.2005.11753844](https://doi.org/10.1080/10790268.2005.11753844). Citado 1 vez na página 41.

REXROTH. **Miniature Ball Rail Systems**. Schweinfurt, 2021. Disponível em: https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25207854/R999001207_2008_02_EN_KSF_Mini.pdf/a3883327-9c2c-bd2f-4203-fc153d6919eb. Acesso em: 14 de abril de 2021. Citado 1 vez na página 121.

RICE, L.; KALRON, A.; BERKOWITZ, S. H.; BACKUS, D.; SOSNOFF, J. J. Fall prevalence in people with multiple sclerosis who use wheelchairs and scooters. **Medicine**, Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health), v. 96, n. 35, set. 2017. DOI:

[10.1097/md.00000000000007860](https://doi.org/10.1097/md.00000000000007860). Citado 7 vezes nas páginas 19, 24, 27, 28, 40, 67, 135.

RICE, L. A.; SUNG, J.; PETERS, J.; BARTLO, W. D.; SOSNOFF, J. J. Perceptions of fall circumstances, injuries and recovery techniques among power wheelchair users: a qualitative study. **Clinical Rehabilitation**, SAGE Publications, v. 32, n. 7, p. 985–993, abr. 2018. DOI: [10.1177/0269215518768385](https://doi.org/10.1177/0269215518768385). Citado 7 vezes nas páginas 28, 30, 40, 135.

ROCHA, H. M. MÉTODOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E OS IMPACTOS NO DESEMPENHO ECONÔMICO E POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO. In: ANAIS do II Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói: [s.n.], 2004. Citado 1 vez na página 42.

ROSENBERG, D. J. Human Factors for Portable Products. **Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting**, SAGE Publications, v. 25, n. 1, p. 317–321, out. 1981. DOI: [10.1177/107118138102500184](https://doi.org/10.1177/107118138102500184). Citado 2 vez na página 85.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. de; SILVA, S. L. da; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão e Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo: Saraiva, 2005. ISBN 978-85-02-05446-2. Citado 7 vezes nas páginas 42, 43, 57, 59, 84.

RUBIN, J.; CHISNELL, D. **Handbook of Usability Testing**. 2. ed. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc, mar. 2011. 384 p. Citado 2 vezes nas páginas 45, 46.

SANTOS, A. dos. **Seleção do Método de Pesquisa**: Guia para Pós-Graduandos em Design e Áreas Afins. Curitiba: Insight, 2018. ISBN 978-85-62241-45-1. Citado 1 vez na página 44.

SANTOS, E. S. 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. **Projetica**, Universidade Estadual de Londrina, v. 4, n. 1, 121. <https://dx.doi.org/10.5433/2236-2207.2013v4n1p121>, jun. 2013. DOI: [10.5433/2236-2207.2013v4n1p121](https://doi.org/10.5433/2236-2207.2013v4n1p121). Citado 2 vezes nas páginas 19, 26.

SANTOS, R. F. dos; SAMPAIO, P. Y. S.; SAMPAIO, R. A. C.; GUTIERREZ, G. L.; ALMEIDA, M. A. B. de. Assistive Technology and its Relationship to the Quality of Life of People with Disabilities. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP, v. 28, n. 1, p. 54, jun. 2017. DOI: [10.11606/issn.2238-6149.v28i1p54-62](https://doi.org/10.11606/issn.2238-6149.v28i1p54-62). Citado 3 vez na página 17.

SCHÖN, C. G. **Mecânica dos Materiais**: Apostila redigida para uso nos cursos “PMT2405 - Mecânica dos Materiais” e “PMT5860 - Teoria da plasticidade e da fratura dos materiais”. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://moodle.stoa.usp.br/file.php/1055/PMT2405/2011/apostila.2011.pdf>>. Acesso em: 7 de abril de 2021. Citado 1 vez nas páginas 181, 182.

SCHWEIKARDT, E. SUSTAINABLY OURS User centered is off center. **Interactions**, Association for Computing Machinery (ACM), v. 16, n. 3, p. 12–15, mai. 2009. DOI: [10.1145/1516016.1516019](https://doi.org/10.1145/1516016.1516019). Citado 1 vez na página 48.

SEAT MOBILE. **TABELAS DE MEDIDAS DE CADEIRAS DE RODAS**

MOTORIZADAS SEATMOBILE. Recuperado de:

<http://www.seatmobile.com.br/produtos/Medidas_e_Dimensoes_SMB.pdf>. Acesso: 05 de julho de 2021. Citado 1 vez na página 89.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. Citado 3 vez na página 49.

SINGH, H.; SCOVIL, C. Y.; BOSTICK, G.; KAISER, A.; CRAVEN, B. C.; JAGLAL, S. B.; MUSSELMAN, K. E. Perspectives of wheelchair users with spinal cord injury on fall circumstances and fall prevention: A mixed methods approach using photovoice. Edição: Yih-Kuen Jan. **PLOS ONE**, Public Library of Science (PLoS), v. 15, n. 8, e0238116, ago. 2020. DOI: [10.1371/journal.pone.0238116](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238116). Citado 5 vezes nas páginas 23–25, 30, 40, 134.

SINGH, H.; SCOVIL, C. Y.; YOSHIDA, K.; OOSMAN, S.; KAISER, A.; JAGLAL, S. B.; MUSSELMAN, K. E. Capturing the psychosocial impacts of falls from the perspectives of wheelchair users with spinal cord injury through photo-elicitation. **Disability and Rehabilitation**, Informa UK Limited, p. 1–10, jan. 2020. DOI: [10.1080/09638288.2019.1709911](https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1709911). Citado 2 vez na página 28.

SOARES, M. I.; CAMELO, S. H. H.; RESCK, Z. M. R. A Técnica de Grupo Focal na Coleta de Dados Qualitativos: Relato de Experiência. **REME: Revista Mineira de Enfermagem**, GN1 Genesis Network, v. 20, 2016. DOI: [10.5935/1415-2762.20160012](https://doi.org/10.5935/1415-2762.20160012). Citado 1 vez na página 83.

THOMAS, V.; REMY, C.; BATES, O. The Limits of HCD: Reimagining the Anthropocentricity of ISO 9241-210. In: PROCEEDINGS of the 2017 Workshop on Computing Within Limits. Santa Barbara, California, USA: Association for Computing Machinery, 2017. (LIMITS '17), p. 85–92. ISBN 9781450349505. DOI: [10.1145/3080556.3080561](https://doi.org/10.1145/3080556.3080561). Citado 2 vezes nas páginas 46, 48.

TORO, M. L.; KOONTZ, A. M.; COOPER, R. A. The Impact of Transfer Setup on the Performance of Independent Wheelchair Transfers. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, SAGE Publications, v. 55, n. 3, p. 567–580, set. 2012. DOI: [10.1177/0018720812460549](https://doi.org/10.1177/0018720812460549). Citado 14 vezes nas páginas 19–21, 27, 28, 36, 38, 70, 81, 135.

TSAI, C.-Y.; BONINGER, M. L.; HASTINGS, J.; COOPER, R. A.; RICE, L.; KOONTZ, A. M. Immediate Biomechanical Implications of Transfer Component Skills Training on Independent Wheelchair Transfers. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Elsevier BV, v. 97, n. 10, 1785–1792.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2016.03.009>, out. 2016. DOI:

[10.1016/j.apmr.2016.03.009](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.03.009). Citado 2 vezes nas páginas 41, 65.

TSAI, C.-Y.; HOGABOOM, N. S.; BONINGER, M. L.; KOONTZ, A. M. The Relationship between Independent Transfer Skills and Upper Limb Kinetics in Wheelchair Users.

BioMed Research International, Hindawi Limited, v. 2014, p. 1–12, 2014. DOI:

[10.1155/2014/984526](https://doi.org/10.1155/2014/984526). Citado 1 vez na página 20.

UMMAT, S.; KIRBY, R. L. Nonfatal wheelchair-related accidents reported to the National Electronic Injury Surveillance System. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 73, p. 163–167, 3 jun. 1994. ISSN 0894-9115. DOI:

[10.1097/00002060-199406000-00004](https://doi.org/10.1097/00002060-199406000-00004). Citado 6 vezes nas páginas 18, 19, 24, 27, 40.

VARELA, R. C. B.; OLIVER, F. C. A utilização de Tecnologia Assistiva na vida cotidiana de crianças com deficiência. **Ciência & Saúde Coletiva**, FapUNIFESP (SciELO), v. 18, n. 6, p. 1773–1784, jun. 2013. DOI: [10.1590/s1413-81232013000600028](https://doi.org/10.1590/s1413-81232013000600028). Citado 1 vez na página 17.

WILLIAMSON, C. **Conform Chair by William Lee**. Disponível em:

<https://design-milk.com/conform-chair-by-william-lee/>. Acesso em: 14 de abril de 2021. Design Milk. 2021. Citado 0 vez na página 122.

WU, F.-G., MA, M.-Y. & CHANG, R.-H. A new user-centered design approach: A hair washing assistive device design for users with shoulder mobility restriction. **Applied Ergonomics**, Elsevier BV, v. 40, n. 5, p. 878–886, set. 2009. DOI:

[10.1016/j.apergo.2009.01.002](https://doi.org/10.1016/j.apergo.2009.01.002). Citado 1 vez na página 47.

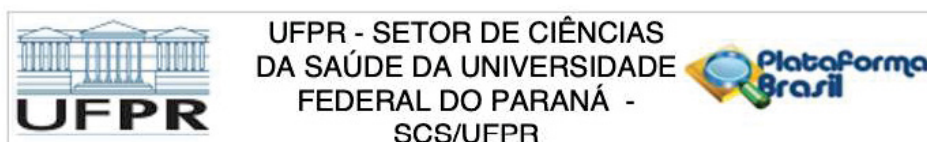
WYKE, O. **User Centered Design for Persons with Disabilities**: How Persons with Cerebral Palsy can be Included in the Design Process. 2011. Diss. (Mestrado) – Instituto Real de Tecnologia, Estocolmo, Suécia. Citado 1 vez na página 48.

XIANG, H.; CHANY, A.-M.; SMITH, G. A. Wheelchair related injuries treated in US emergency departments. **Injury Prevention**, BMJ, v. 12, n. 1, 8–11.

<http://dx.doi.org/10.1136/ip.2005.010033>, fev. 2006. DOI: [10.1136/ip.2005.010033](https://doi.org/10.1136/ip.2005.010033).

Citado 9 vezes nas páginas 18, 19, 24, 26, 27, 40.

APÊNDICE 1 – PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Solução para Problemas de Queda e Transferência para Cadeira de Rodas

Pesquisador: Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 31875920.8.0000.0102

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.177.709

Apresentação do Projeto:

Se trata de uma pesquisa para o desenvolvimento de um produto que dê segurança durante a transferências de cadeirantes e facilite o retorno a CR em caso de queda. O objetivo principal é desenvolver um produto que minimize o risco de quedas e caso estas ocorram que facilite o retorno a CR. A hipótese é que os níveis internacionais de acidentes em CR são similares aos do Brasil e o desenvolvimento de um "novo" produto possa amenizar estes níveis. A metodologia da pesquisa tem por estratégia o designe centrado no usuário, onde serão recrutados 120 participantes voluntários do Centro Hospitalar de Reabilitação (CHR) a serem distribuídos em 5 etapas para o desenvolvimento do produto, a saber:

- questionário/entrevista (120/30 participantes);
- grupo de discussão para verificação dos requisitos (8 a 10 participantes);
- grupo focal para verificação das soluções apresentadas e apresentação da solução final (10 a 12 participantes); e,
- teste de usabilidade (10 participantes).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral

- Desenvolver sistema de transferência para a cadeira de rodas para pessoas com deficiência.

Objetivos específicos

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

Bairro: Alto da Glória

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-7259

CEP: 80.060-240

E-mail: cometica.saude@ufpr.br

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO

1. Nome (Pode colocar apenas suas iniciais se preferir)

2. Idade *

3. Motivo para usar a cadeira de rodas *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Lesão Medular
- ☐ Paralisia Cerebral
- ☐ Pólio
- ☐ AVC/Trombose Cerebral
- ☐ Fragilidade
- ☐ Espasmos ou movimentos involuntários
- ☐ Amputação
- ☐ Outro:

4. Há quanto tempo usa a cadeira de rodas? (Coloque o número de anos) *

5. Distância percorrida por dia *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Até 1 km
- ☐ 1 a 5 km
- ☐ Mais de 5 km

6. Tempo de uso da cadeira de rodas por dia *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Menos de 1 hora
- ☐ 1 a 3 horas
- ☐ 3 a 5 horas
- ☐ 5 a 8 horas
- ☐ Mais de 8 horas

7. Teve alguma queda da cadeira de rodas no último ano? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Nenhuma vez
- ☐ 1 a 3 vezes
- ☐ 4 a 6 vezes
- ☐ 7 a 10 vezes
- ☐ Mais de 10 vezes

8. Se teve alguma queda, teve uma lesão mais grave? Qual? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Não tive nenhuma queda
- ☐ Não tive nenhuma lesão
- ☐ Sim, traumatismo craniano
- ☐ Sim, fratura no crânio/face
- ☐ Sim, fratura no braço/ombro
- ☐ Sim, fratura na costela/vértebra
- ☐ Sim, fratura na perna
- ☐ Outra:

9. Se já sofreu alguma queda, qual foi o motivo? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Não tive nenhuma queda
- ☐ Tentar subir um degrau/meio fio
- ☐ Rampa/rua inclinada demais
- ☐ Buraco/desnível na rua
- ☐ Transferência
- ☐ Falta de adaptação em banheiros/casas
- ☐ Outro:

10. Já deixou de fazer alguma atividade por medo de cair da cadeira de rodas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

11. Como é feita a transferência? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Independente
- ☐ Assistida
- ☐ Fica em pé
- ☐ Não fica em pé
- ☐ Usa uma tábua de transferência
- ☐ Usa algum outro produto para auxiliar:
- ☐ Outros:

12. Marque as situações que consegue fazer a transferência sem ajuda. *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Apenas se o lugar para o qual eu for transferir não tiver nenhum braço ou obstáculo
- ☐ Apenas em casa
- ☐ Em qualquer lugar
- ☐ Em nenhuma situação
- ☐ Outra:

13. Já deixou de realizar alguma atividade por não conseguir transferir da cadeira de rodas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

APÊNDICE 3 – ROTEIRO DA ENTREVISTA

Entrevista a ser realizada com cadeirantes para compreensão das dificuldades encontradas no dia-a-dia para iniciar a pesquisa de desenvolvimento de um produto que venha a minimizar estas dificuldades. Busca-se estudar, de forma prioritária, as questões referentes à transferência e quedas da cadeira de rodas.

1. Qual seu nome? Quantos anos você tem?
2. Por que você usa a cadeira de rodas? Qual a sua deficiência?
3. Há quanto tempo usa a cadeira de rodas?
4. Como é sua rotina?
5. Quais as maiores dificuldades que você encontra por causa da cadeira de rodas?
6. Já teve alguma queda por causa da cadeira de rodas? Com que frequência?
7. O que aconteceu? Teve alguma sequela mais grave?
8. Como você faz para levantar em caso de queda? Precisa de ajuda de outra pessoa?
9. Como você realiza a transferência da cadeira de rodas para outros assentos?
10. Consegue transferir para outro assento fora de casa?
11. Já sentiu limitações de não poder realizar alguma atividade por causa da transferência? (Exs: parques de diversões, cinema, carros, passeios, avião, etc.)

APÊNDICE 4 – GRUPO FOCAL PARA DEFINIÇÃO DE REQUISITOS

Tópico geral de discussão: Requisitos que um produto para transferência.

Abertura: Boa tarde a todos e todas. Primeiro gostaria de agradecer pela presença e informar que a atividade está sendo gravada para que eu possa recuperar os dados depois. Caso continuem na sala você aceita ter sua voz/imagem gravada. Essa gravação não será compartilhada e será apenas utilizada para eu analisar posteriormente. Gostaria de iniciar com a apresentação de vocês. Digam o nome de vocês, onde moram e algo que gostam de fazer no tempo livre. - 5 min

Introdução: Descrevam como vocês fazem a transferência. Se puderem, comentem se usam alguma tecnologia assistiva, algum produto que auxilia vocês nessa transferência e/ou se usam o auxílio de uma pessoa e o que essa pessoa faz para ajudar vocês. - 5 min

Transição: Os produtos de transferência que vocês usam suprem as suas necessidades? O que mais gostam neles? (Opcional - apenas se as pessoas usam algum produto). Se você não tem um produto do tipo, qual o motivo (custo, acha inútil, acha todos ruins)? - 5 min

Transição: Se fossem escolher algum produto de transferência no mercado para auxiliar, qual escolheriam, podem ser específicos com marcas e modelos se quiserem? Alguma coisa os impede de ter estes produtos? - 5 min

Chave: Se vocês fossem fazer um produto novo para ajudar na transferência, qual seria a característica mais importante dele? - 10 min

Chave: Que outras características ou condições um produto para transferência precisa ter para ser útil? Se você já possui um produto do tipo, pode usar como exemplo comparações com o que já existe, o que acha bom ou que poderia melhorar. - 15 min

Final: Agora gostaria de comentar alguns requisitos que eu acredito que poderiam ser necessários para esse tipo de produto e que ainda não foram comentados. (Citar os requisitos já pensados que não falaram). Para vocês, seria importante um produto novo para transferência ter essas características? - 10 min

Final: Entre os fatores que discutimos (fazer a lista), quais vocês acham mais importante? - 10 min

Há mais alguma questão relacionada à produtos para auxiliar a transferência que você gostaria de comentar?

Agradeço à todos pela presença, agora finalizarei a gravação.

APÊNDICE 5 – PERGUNTAS GRUPO FOCAL PARA ANÁLISE DA PROPOSTA

Tópico geral de discussão: Analisar a proposta de solução de produto.

Abertura: Boa tarde a todos e todas. Primeiro gostaria de agradecer pela presença e informar que a atividade está sendo gravada para que eu possa recuperar os dados depois. Caso continuem na sala você aceita ter sua voz/imagem gravada. Essa gravação não será compartilhada e será apenas utilizada para eu analisar posteriormente. Gostaria de iniciar com a apresentação de vocês. Digam o nome de vocês e uma série ou filme que tenham gostado. - 5 min

Introdução: Descrevam alguma situação em que vocês tiveram dificuldade para realizar a transferência ou não puderam fazer alguma atividade por causa da transferência - 5 min

Vou apresentar agora a solução que pensamos para vocês e depois vou fazer algumas perguntas sobre possíveis modificações que podemos fazer.

Transição: Vocês acham que esta solução seria satisfatória para as dificuldades que vocês encontram com a transferência? Quais as principais desvantagens que vocês veem no modelo? - 10 min

Chave: O que podemos substituir? Podemos substituir material, forma, aparência, etc? - 5 min

Chave: O que podemos combinar em termos de material e funções? - 5 min

Chave: O que podemos copiar ou adaptar? Por exemplo características de outros produtos de transferência que podem ser colocadas neste. - 5 min

Chave: O que podemos modificar neste modelo? Aumentar ou diminuir algum pedaço, deixar algo mais resistente, etc. - 5 min

Chave: Podemos eliminar alguma coisa? Se desfazer de algum componente? - 5 min

Chave: Podemos rearranjar alguma coisa? Mudar a ordem, reestruturar, inverter algum componente? - 5 min

Final: Vou listar tudo que pensamos para alterar o produto e vocês me dizem se conseguem pensar em mais alguma coisa que podemos fazer diferente para que o produto seja melhor. [listar resumo das modificações propostas] - 10 min

Há mais alguma questão relacionada ao produto que você gostaria de comentar?

Agradeço à todos pela presença, agora finalizarei a gravação

APÊNDICE 6 – TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia

Departamento de Engenharia Mecânica
Laboratório de Ergonomia e Usabilidade – LabErg – UFPR

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - QUESTIONÁRIO

Esta pesquisa busca entender as necessidades reais das pessoas em cadeira de rodas para resolver algum problema relacionado ao seu uso. Espera-se, com essa pesquisa, que seja desenvolvido um produto que resolva ou minimize dificuldades enfrentadas diariamente. Nessa pesquisa você será solicitado a responder um questionário sobre suas atividades com a cadeira de rodas. É possível que o(a) senhor(a) experimente algum desconforto, principalmente relacionado a constrangimento com alguma pergunta. O material obtido será utilizado unicamente para essa pesquisa e será deletado ao término do estudo, dentro de 2 anos. Em caso de dúvidas, você será esclarecido pelos responsáveis, antes, durante e após a entrevista, além da possibilidade de entrar em contato por um dos meios divulgados abaixo.

Eu, _____,
RG _____ - SSP/_____, li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo e concordei em participar da pesquisa “SOLUÇÃO PARA PROBLEMAS DE QUEDA E TRANSFERÊNCIA PARA CADEIRA DE RODAS”. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Entendo que as informações cedidas por mim são confidenciais, autorizando a sua divulgação no meio científico e acadêmico de forma anônima e global, tendo a minha identidade totalmente preservada. Estou ciente de que sou voluntário e, portanto, não receberei nenhum benefício por participar deste estudo, bem como não terei ônus algum. Tenho total liberdade para aceitar, recusar ou interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Curitiba, _____ de _____ de _____

Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal

Ana Helena Costa, pesquisadora

Pesquisadora: Ana Helena Costa
Tel: (61) 98206-4334
E-mail: ana.perez@ufpr.br

Orientadora: Maria Lucia Leite
Ribeiro Okimoto
Tel: (41) 3361-3703
E-mail: lucia.demec@ufpr.br

UFPR Centro Politécnico - Laberg
Av. Cel. Francisco H. dos Santos,
100 - Jardim das Américas, Curitiba
- PR, Brasil. CEP: 81530-000.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - ENTREVISTA

Nós, Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto, Ana Helena Perez Costa, Vinicius Voos Ritter e Alison Alfred Klein, pesquisadores da UFPR e Dr. Ivan Killing Kuhn estamos convidando o(a) senhor(a), cadeirante, a participar de um estudo intitulado “Solução para Problemas de Queda e Transferência para Cadeira de Rodas” que busca desenvolver um produto que resolva ou minimize dificuldades enfrentadas diariamente relacionado às quedas e às transferências. Essa pesquisa é essencial visto a quantidade de acidentes relacionados às quedas e às transferências no uso da cadeira de rodas e as consequências desses acidentes.

- a) O objetivo desta pesquisa é compreender quais são as dificuldades encontradas no uso da cadeira de rodas e desenvolver um produto que possa reduzir essas dificuldades, particularmente se referindo à problemas de quedas e transferências.
- b) Caso você participe da pesquisa, será necessário responder uma entrevista que irá perguntar questões referentes ao seu uso da cadeira de rodas, se já sofreu acidentes/quedas com a cadeira de rodas e questões relacionadas à transferência.
- c) Para tanto você deverá comparecer no Hospital de Reabilitação de Curitiba para responder a uma única entrevista que dura aproximadamente 10 minutos.
- d) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser algum desconforto com as perguntas da entrevista e com a gravação da entrevista.
- e) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: 1- compreender melhor as dificuldades enfrentadas pelas pessoas em cadeira de rodas; 2- desenvolver um produto que irá auxiliar no uso da cadeira de rodas e reduzir as dificuldades. No entanto, nem sempre você será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas poderá contribuir para o avanço científico.
- a) Os pesquisadores Alison Alfred Klein, Ana Helena Costa, Maria Lucia Okimoto, Ivan Killing Kuhn e Vinicius Ritter, responsáveis por este estudo poderão ser localizados no Laboratório de Ergonomia de Usabilidade da Universidade Federal do Paraná, no Mezanino o Prédio de Oficina Mecânica no Centro Politécnico – Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 – Jardim das Américas, Curitiba – PR, por e-mail em: ana.perez@ufpr.br, anahelena.pcosta@gmail.com ou lucia.demec@ufpr.br e por telefone em: (41) 3361-3703, no horário de 8h-18h para esclarecer eventuais dúvidas que o(a) senhor(a) possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.
- f) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.
- g) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (orientadora e pesquisadores da pesquisa). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e seja mantida a confidencialidade. A sua entrevista será gravada, respeitando-se completamente o seu anonimato.
- h) O material obtido – áudios, vídeos e transcrições da entrevista – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será desgravado e/ou destruído ao término do estudo, dentro de 2 anos.
- i) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro.

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal [rubrica]:

Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE [rubrica]:

Orientador [rubrica]:

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | 1º andar |
 Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br – telefone (041) 3360-7259
 CAAE: 31875920.8.0000.0102 | Nº do Parecer: 4.177.709

- j) As despesas necessárias para a realização da pesquisa (transporte e equipamento) não são de sua responsabilidade; entretanto, o(a) Senhor(a) não receberá qualquer valor em dinheiro apenas pela sua participação.
- k) O(A) Senhor(a) terá a garantia de que problemas como: lesões causadas por quedas ou outros fatores decorrentes do estudo serão tratados no hospital.
- l) O(A) Senhor(a) terá a garantia de que problemas como: danos à cadeira de rodas ou qualquer equipamento pessoal, decorrentes do estudo serão devidamente indenizados.
- m) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.
- n) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

(Nome e Assinatura do participante da pesquisa ou responsável legal)

Curitiba, ____ de _____ de ____

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante ou representante legal para a participação neste estudo.

(Nome e Assinatura do Pesquisador ou quem aplicou o TCLE)

Curitiba, ____ de _____ de ____

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - GRUPO FOCAL

Nós, Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto, Ana Helena Perez Costa, Vinicius Voos Ritter e Alison Alfred Klein, pesquisadores da UFPR e Dr. Ivan Killing Kuhn estamos convidando o(a) senhor(a), cadeirante, a participar de um estudo intitulado “Solução para Problemas de Queda e Transferência para Cadeira de Rodas” que busca desenvolver um produto que resolva ou minimize dificuldades enfrentadas diariamente relacionado às quedas e às transferências. Essa pesquisa é essencial visto a quantidade de acidentes relacionados às quedas e às transferências no uso da cadeira de rodas e as consequências desses acidentes.

- a) O objetivo desta pesquisa é compreender quais são as dificuldades encontradas no uso da cadeira de rodas e desenvolver um produto que possa reduzir essas dificuldades, particularmente se referindo à problemas de quedas e transferências.
- b) Caso você participe da pesquisa, será necessário participar de uma discussão em grupo relacionado a avanços da pesquisa como requisitos para um produto ou analisar as soluções propostas. A discussão será guiada para que todos participem com sua opinião. O(A) Senhor(a) poderá receber folhas de papel que incentivem a escrever/desenhar ideias/opiniões.
- c) Para tanto você deverá comparecer no Hospital de Reabilitação de Curitiba para participar do grupo de discussão que dura aproximadamente 1 hora.
- d) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser algum desconforto com as perguntas propostas na discussão e com a gravação do áudio/vídeo da discussão.
- e) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: 1- compreender melhor as dificuldades enfrentadas pelas pessoas em cadeira de rodas; 2- desenvolver um produto que irá auxiliar no uso da cadeira de rodas e reduzir as dificuldades. No entanto, nem sempre você será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas poderá contribuir para o avanço científico.
- f) Os pesquisadores Alison Alfred Klein, Ana Helena Costa, Maria Lucia Okimoto, Ivan Killing Kuhn e Vinicius Ritter, responsáveis por este estudo poderão ser localizados no Laboratório de Ergonomia de Usabilidade da Universidade Federal do Paraná, no Mezanino o Prédio de Oficina Mecânica no Centro Politécnico – Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 – Jardim das Américas, Curitiba – PR, por e-mail em: ana.perez@ufpr.br, anahelena.pcosta@gmail.com ou lucia.demec@ufpr.br e por telefone em: (41) 3361-3703, no horário de 8h-18h para esclarecer eventuais dúvidas que o(a) senhor(a) possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.
- g) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.
- h) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (orientadora e pesquisadores da pesquisa). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e seja mantida a confidencialidade.
- i) O material obtido – ferramentas, imagens e vídeos – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será destruído (deletado) ao término do estudo, dentro de 2 anos.
- j) As despesas necessárias para a realização da pesquisa (transporte e equipamento) não são de sua responsabilidade; entretanto, o(a) Senhor(a) não receberá qualquer valor em dinheiro apenas pela sua participação.

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal [rubrica]:

Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE [rubrica]:

Orientador [rubrica]:

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | 1º andar | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br – telefone (041) 3360-7259
CAAE: 31875920.8.0000.0102 | Nº do Parecer: 4.177.709

- k) O(A) Senhor(a) terá a garantia de que problemas como: lesões causadas por quedas ou outros fatores decorrentes do estudo serão tratados no hospital.
- l) O(A) Senhor(a) terá a garantia de que problemas como: danos à cadeira de rodas ou qualquer equipamento pessoal, decorrentes do estudo serão devidamente indenizados.
- m) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.
- n) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

(Nome e Assinatura do participante da pesquisa ou responsável legal)

Curitiba, ____ de _____ de ____

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante ou representante legal para a participação neste estudo.

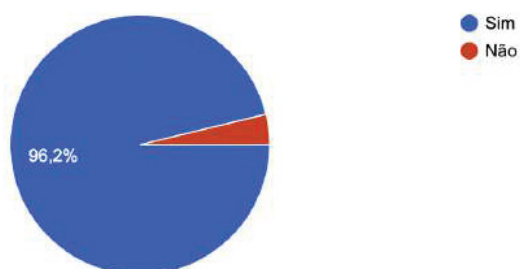
(Nome e Assinatura do Pesquisador ou quem aplicou o TCLE)

Curitiba, ____ de _____ de ____

APÊNDICE 7 – RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO

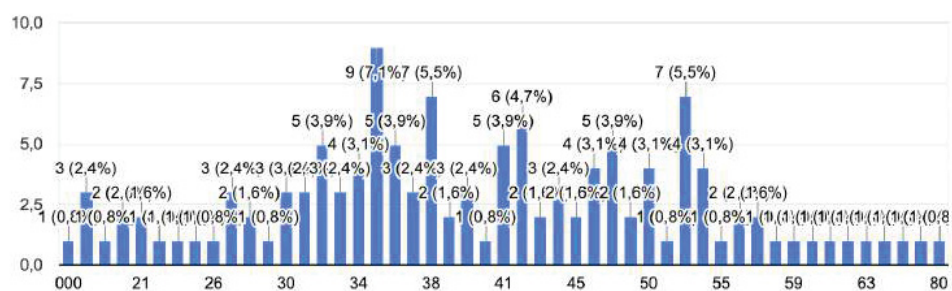
Você leu o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e aceita participar da pesquisa?

132 respostas



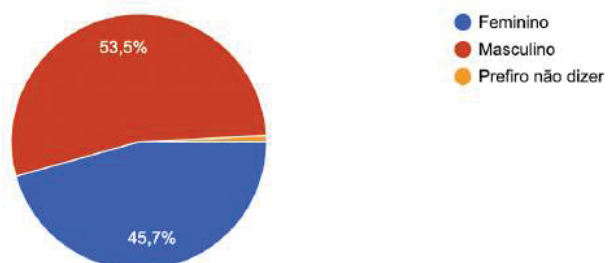
Idade (coloque o número)

127 respostas



Com qual gênero você se identifica?

127 respostas

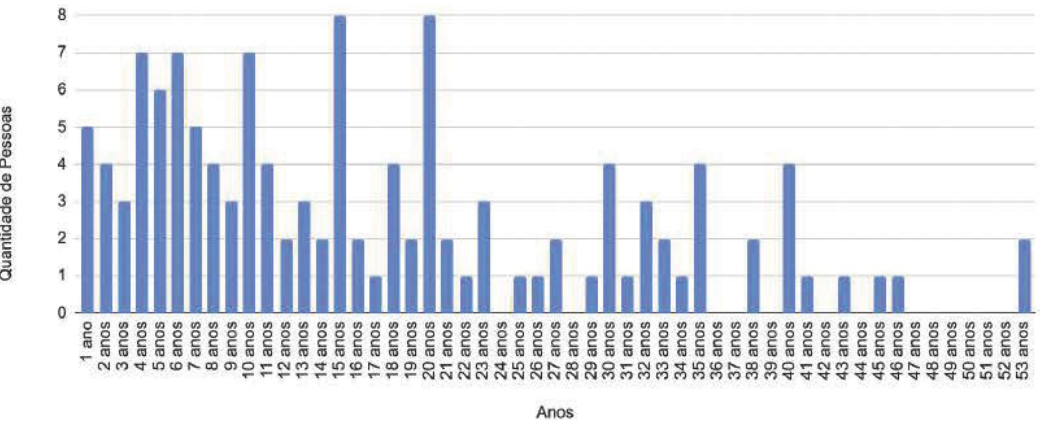


Motivo para usar a cadeira de rodas

127 respostas

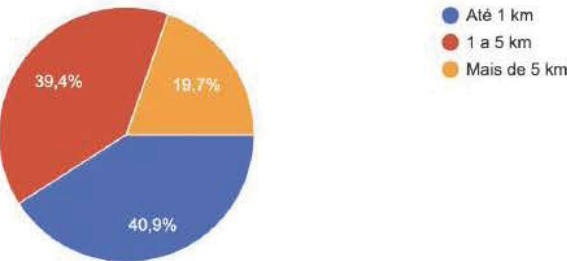


Há quanto tempo usa a cadeira de rodas? (Coloque o número de anos)



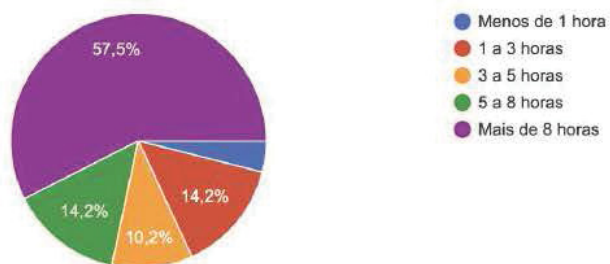
Distância percorrida por dia

127 respostas



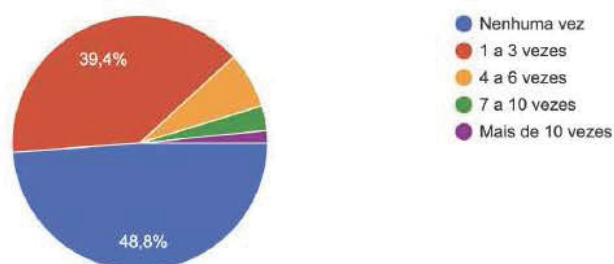
Tempo de uso da cadeira de rodas por dia

127 respostas



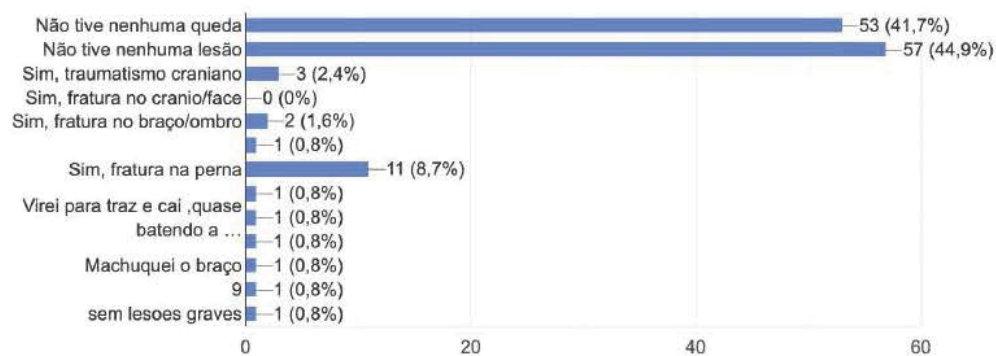
Teve alguma queda da cadeira de rodas no último ano?

127 respostas



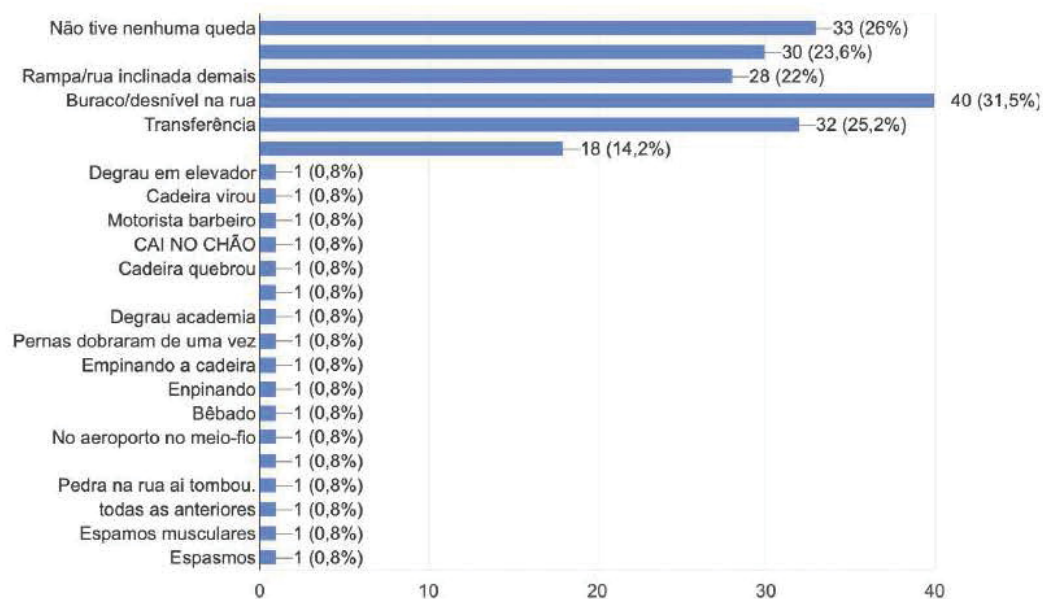
Se teve alguma queda, teve uma lesão mais grave? Qual?

127 respostas



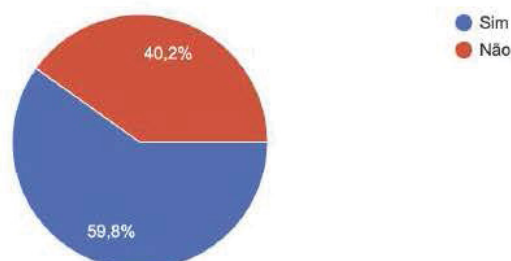
Se já sofreu alguma queda, qual foi o motivo?

127 respostas



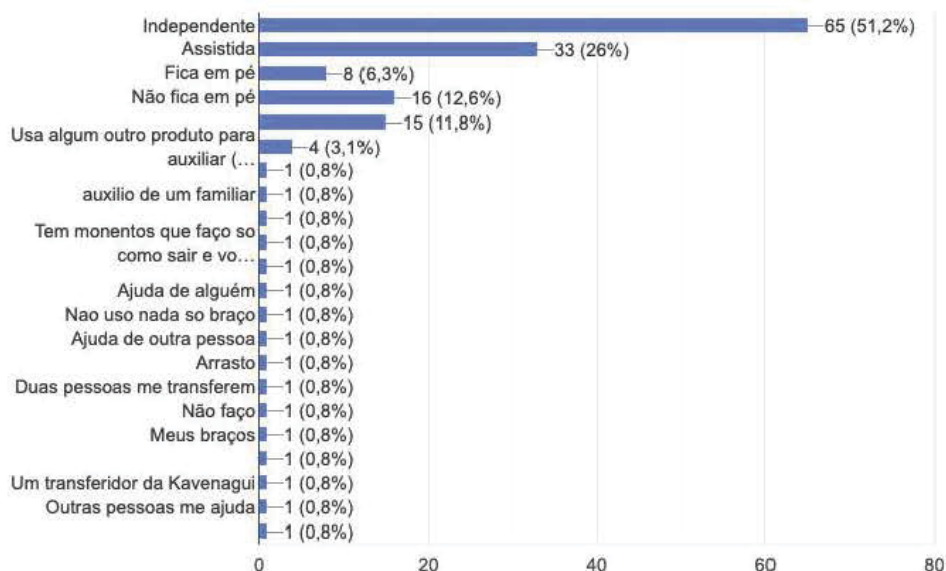
Já deixou de fazer alguma atividade por medo de cair da cadeira de rodas?

127 respostas



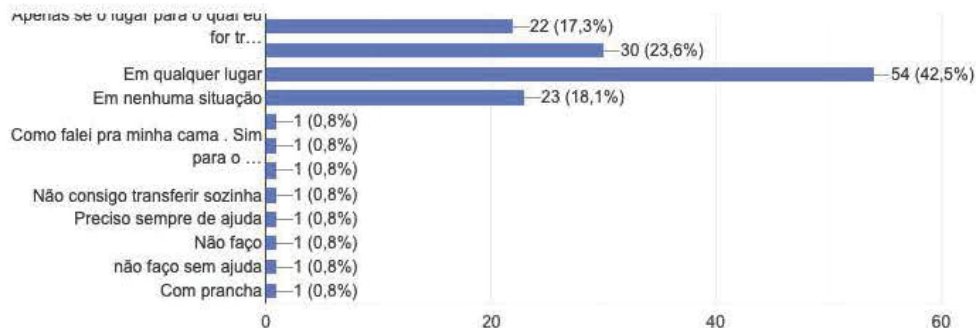
Como é feita a transferência?

127 respostas



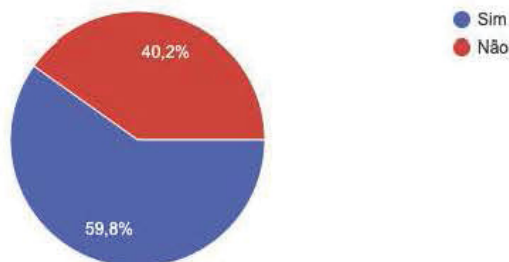
Marque as situações que consegue fazer a transferência sem ajuda.

127 respostas



Já deixou de realizar alguma atividade por não conseguir transferir da cadeira de rodas?

127 respostas



APÊNDICE 8 – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE



Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica
Laboratório de Ergonomia e Usabilidade
LabErg – UFPR

Termo de Confidencialidade

Eu, (nome) abaixo assinado, comprometo-me a manter confidencialidade com relação a toda documentação e toda informação obtidas nas atividades e pesquisas a serem desenvolvidas no projeto de pesquisa "Solução para Problemas de Queda e Transferência para Cadeira de Rodas", coordenado pela Professora Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto vinculado ao Laboratório de Ergonomia e Usabilidade; ou ainda informações de qualquer pessoa física ou jurídica vinculada de alguma forma a este projeto, concordando em:

- Não divulgar a terceiros a natureza e o conteúdo de qualquer informação que componha ou tenha resultado de atividades técnicas do projeto de pesquisa;
- Não permitir a terceiros o manuseio de qualquer documentação que componha ou tenha resultado de atividades do projeto de pesquisa;
- Não explorar, em benefício próprio, informações e documentos adquiridos através da participação em atividades do projeto de pesquisa;
- Não permitir o uso por outrem de informações e documentos adquiridos através da participação em atividades do projeto de pesquisa.

Declaro ter conhecimento de que as informações e os documentos pertinentes às atividades técnicas do projeto de pesquisa somente podem ser acessados por aqueles que assinaram o Termo de Confidencialidade, excetuando-se os casos em que a quebra de confidencialidade é inerente à atividade ou em que a informação e/ou documentação já for de domínio público.

Curitiba, 22 de abril de 2021

Assinatura:

APÊNDICE 9 – CONCEITOS DA ENGENHARIA MECÂNICA

Nesta seção serão discutidos alguns conceitos básicos da Engenharia Mecânica, em especial de resistência dos materiais, que serão necessários para a compreensão de algumas etapas desta dissertação. Serão discutidos conceitos como tensão, deformação, propriedades mecânicas e fator de segurança, além do funcionamento das simulações mecânicas.

9.1 TENSÕES

Assim como um corpo sofre a atuação de forças externas sobre ele, como a gravidade ou uma força de contato, por exemplo, estas geram esforços internos dentro dele. Segundo Hibbeler (2004), as tensões são a intensidade destes esforços atuando sobre uma unidade de área (plano específico dentro do corpo). Numa definição mais matemática, como descrito por Beer e Johnston Jr (1995), tensão é a força por unidade de área, como visto na Equação 9.1 onde σ representa a tensão, P é o módulo da força e A a área.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (9.1)$$

As tensões se dividem em dois grandes grupos: normal e cisalhante. A tensão normal é quando a força atua no sentido perpendicular a área podendo ser positiva ou negativa. Quando a tensão normal é positiva é chamada de tração, ou seja, a força 'rasgar' ou abrir o corpo. Quando a tensão normal é negativa é chamada de compressão, significando que a força atuando no corpo busca comprimir ou 'esmagar' o corpo. Já a tensão de cisalhamento é quando a força age tangente ao plano de análise, e gera um 'escorregamento' entre dois planos paralelos do corpo. Uma exemplificação dos tipos de tensão são apresentados na Figura 74.

É por meio das tensões atuantes no corpo e as tensões máximas que determinado material é capaz de suportar que podemos saber previamente se o corpo estudado irá aguentar a utilização sem quebrar.

9.2 DEFORMAÇÃO

A deformação é mudança de tamanho e forma de um corpo quando este sofre a ação de uma força (HIBBELER, 2004). As deformações podem ser visíveis, como um elástico sendo esticado onde é muito claro ver que a seção transversal (corte ou fatia

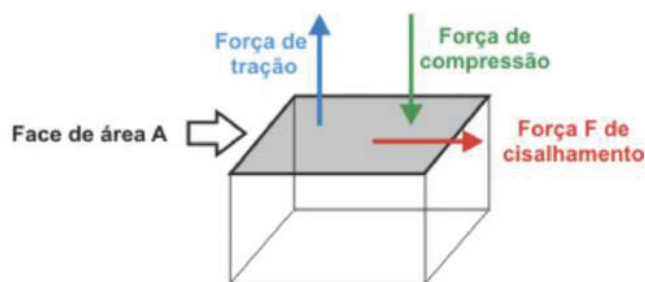


FIGURA 74 – Exemplificação da Tensão Normal e Cisalhante (ALFACONNECTION, 2021)

do objeto em um plano) fica mais fina. Podem também ser imperceptíveis, tal como é comum em uma viga sustentando um prédio.

A deformação também pode ser caracterizada como normal quando há um alongamento ou encolhimento de um segmento de reta no corpo. Já a deformação por cisalhamento é dada quando há uma variação no ângulo entre dois segmentos de reta no corpo estudado. Essas deformações são exemplificadas na Figura 75.

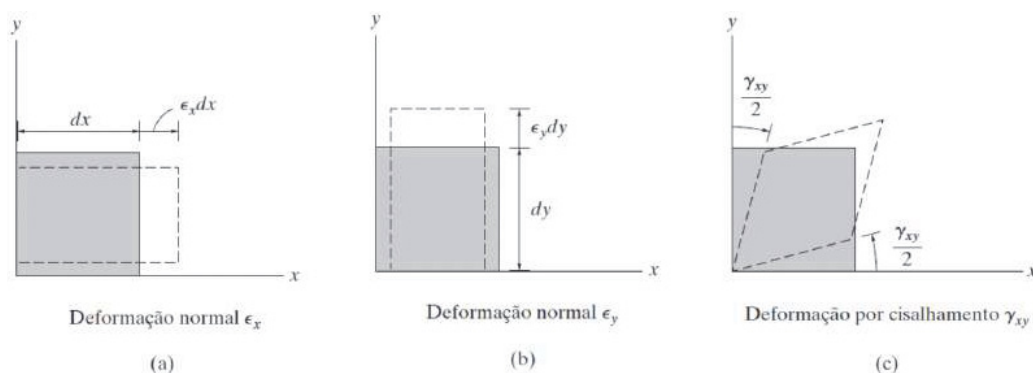


FIGURA 75 – Exemplificação da Deformação Normal e por Cisalhamento (HIBBELER, 2004)

Definir as deformações de um corpo é importante para assegurar o funcionamento adequado de um produto. Determinada deformação pode interferir com o desempenho de outros componentes.

9.3 PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS MATERIAIS

O comportamento do corpo com a aplicação de uma força sobre ele vai variar dependendo do material do qual ele é formado. Isso se dá devido às propriedades mecânicas que cada material possui. Cada material possui uma grande quantidade de propriedades, porém três delas são essenciais para a realização de estudos mecânicos

nesta dissertação: o módulo de elasticidade, o coeficiente de Poisson e a tensão de escoamento.

9.3.1 Módulo de Elasticidade

O módulo de Elasticidade (E) ou módulo de Young é uma constante de proporcionalidade que deriva da Lei de Hooke apresentada na Equação 9.2 onde σ é a tensão e ϵ é a deformação (HIBBELER, 2004).

$$\sigma = E\epsilon \quad (9.2)$$

Esta lei afirma que a tensão e a deformação são linearmente relacionadas até certo ponto (chamada de região de elasticidade) para a maioria dos materiais. Essa relação é apresentada na Figura 76 onde o módulo de elasticidade é a inclinação da reta na zona elástica.



FIGURA 76 – Diagrama Tensão-Deformação (GOMES, 2010)

Por meio desta curva, obtida por meio de ensaios com os materiais, é possível definir o módulo de elasticidade que é essencial para os cálculos estruturais dos corpos.

9.3.2 Coeficiente de Poisson

O coeficiente de Poisson (ν) avalia a relação entre a deformação longitudinal e lateral (HIBBELER, 2004). No mesmo exemplo do elástico citado anteriormente, ao esticar o elástico temos uma deformação positiva longitudinal no sentido da aplicação da força mas uma deformação negativa lateral (reduz tanto a espessura quanto a largura). Esta relação entre as deformações também é constante na zona de elasticidade.

9.3.3 Tensão de Escoamento

Na Figura 76 a zona elástica representa uma fase de deformação não permanente do material. Isso significa que se houver uma tensão aplicada no corpo menor

que o ponto A, ao se interromper a aplicação da força o material irá retornar à sua forma inicial. No entanto, se ultrapassar este limite e entrar na zona de escoamento (B) o material terá deformação plástica (definitiva) e não retornará a sua forma de origem. A tensão representada pelo ponto A da Figura 76 é a tensão de escoamento, ou seja, a tensão máxima que um material pode sofrer sem gerar deformações definitivas.

Esta tensão é importante quando se utiliza materiais dúcteis (que possuem a capacidade de se esticar antes de se romperem como o alumínio) pois é considerada a tensão limite admissível que o corpo estudado pode sofrer. Portanto, objetiva-se no projeto garantir que o corpo não sofra tensões superiores à tensão de escoamento.

9.4 CRITÉRIO DE FALHA

Os critérios de falha buscam entender se, com as tensões aplicadas sobre o corpo, este irá falhar ou não. A falha é definida como qualquer modificação de tamanho, formato ou propriedade que impeça o correto funcionamento da máquina (COLLINS; BUSBY; STAAB, 2010). Cabe definir que o conceito de falha é diferente dependendo do tipo de material. Para materiais dúcteis, como o alumínio, a falha equivale ao escoamento e para materiais frágeis (que não sofrem grandes deformações), como o vidro, a falha equivale a ruptura do material. Dessa forma, existem critérios de falha diferentes para materiais dúcteis e frágeis. Como neste trabalho os materiais utilizados são, em sua grande maioria, dúcteis, será exemplificado um critério de falha por escoamento para este tipo de material.

Escolhe-se trabalhar com o critério de Tresca que é mais simples do que outros critérios (como o Critério de Von Mises). Além disso, apesar de prever tensões de escoamento equivalentes em alguns pontos, é um critério mais conservador (SCHÖN, 2009) como visto na Figura 77. Este critério propõe que os materiais irão escoar devido à ação das tensões de cisalhamento.

Percebe-se pela figura que o critério de Tresca apresenta tensões de escoamento ou de falha menores que as tensões previstas por Von Mises, sendo, assim, mais conservador.

9.5 FATOR DE SEGURANÇA

O fator de segurança (FS) é uma reflexão da incerteza do projeto (NORTON, 2013). A rigor, se a tensão de escoamento for superior a tensão sofrida pelo corpo o material não irá falhar. No entanto, muitas vezes as cargas, o ambiente, as propriedades do material são frequentemente imprecisos (COLLINS; BUSBY; STAAB, 2010). Assim, utiliza-se o fator de segurança (FS) como forma de adicionar garantias ao reduzir a

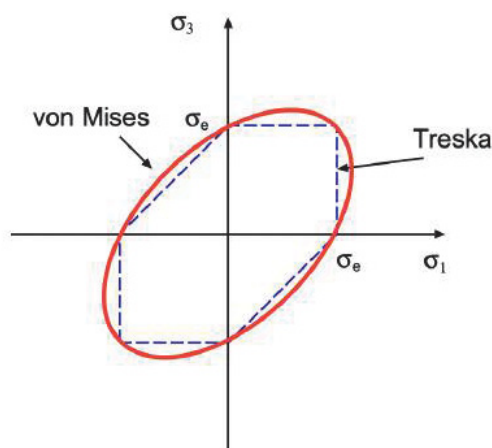


FIGURA 77 – Comparação Gráfica dos Critérios de Escoamento (SCHÖN, 2009)

tensão admissível do projeto. Como é visto na Equação 9.3, o fator de segurança é dado pela relação entre a tensão de escoamento e a tensão admissível para o projeto.

$$FS = \frac{\sigma_{escoamento}}{\sigma_{admissivel}} \quad (9.3)$$

Assim, em condições ideais, o $FS = 1$ significa que o corpo não irá falhar. No entanto, considerando as incertezas de projeto, trabalha-se sempre com um fator de segurança acima de 1. Uma das formas de se definir o fator de segurança mínimo para um projeto é apresentado por Collins, Busby e Staab (2010) como demonstrado a seguir.

Neste método, são atribuídos pela equipe de projeto números de penalização variando de -4 a +4 à oito critérios, listados a seguir, dependendo do grau de confiança que o projetista possui naquele aspecto. Valores positivos demonstram uma necessidade de elevar o fator de segurança enquanto que valores negativos demonstram a possibilidade de diminuir o fator de segurança.

1. A precisão com que podem ser determinadas as cargas, forças, deflexões ou outros agentes indutores de falha;
2. A precisão com que as tensões ou outros fatores de severidade de carregamento podem ser determinados a partir das forças ou de outros fatores indutores de falha;
3. A precisão com que as resistências à falha ou outras medidas de falha podem ser determinadas para o material selecionado segundo o modo de falha adequado;
4. A necessidade de se restringir material, peso, espaço ou custo;

5. A gravidade das consequências da falha em termos de vida humana e/ou danos à propriedade;
6. A qualidade da mão-de-obra na fabricação;
7. As condições de operação;
8. A qualidade da inspeção e da manutenção disponível ou possível durante a operação.

Para este projeto, foram atribuídos os valores de penalização para cada critério que são apresentados na Tabela 27. Além disso, justifica-se a seleção de cada valor na mesma tabela.

TABELA 27 – Fatores de Penalização do FS para Cada Critério

Fator de Penalização	Número Selecionado (Np)	Justificativa
1	+ 2	Impactos e sobrecargas não previstos podem ocorrer.
2	0	Conhecidas as forças, as simulações proporcionam um grau de confiança.
3	+ 2	Uso de materiais da indústria sem alto grau de precisão de propriedades.
4	- 3	Será importante para o projeto a redução de peso e custo.
5	- 2	Não há alto risco de vida ou danos à propriedades em caso de falha porém pode causar lesões e agravamentos de condições.
6	0	Produto montado por mão de obra qualificada porém não especializada
7	+ 3	Condições de operações não previstas serão comuns (apoio de cuidador, carregar objetos extras, etc)
8	+ 2	Comum que objetos do tipo não passem por manutenção tão regular.

Com isso, o valor de t é calculado pela Equação 9.4 e é igual a 4 neste projeto. Este valor é, então, utilizado na Equação 9.5.

$$t = \sum Np \quad (9.4)$$

$$FS = 1 + \frac{(10 + t)^2}{100} \quad (9.5)$$

Dessa forma, o fator de segurança mínimo de projeto que será utilizado para o dimensionamento do produto é de 3.

9.6 SIMULAÇÃO ESTÁTICA

A simulação é uma forma de verificar a resistência mecânica de um componente projetado para validar sua geometria. Para tal, utilizou-se o programa ANSYS®. Este software utiliza os princípios da análise de elementos finitos seguindo o modelo de funcionamento apresentado na Figura 78.



FIGURA 78 – Modelo de Funcionamento do Método de Elementos Finitos (BHASKARAN, 2018)

O programa precisa do *input* do usuário, geralmente a geometria, a malha e as condições de contorno baseadas no problema físico sendo estudado. O programa utiliza os *inputs* para determinar qual o problema matemático que deve ser resolvido e se baseia em ferramentas de cálculo numérico para obter variáveis selecionadas em pontos específicos.

No caso da mecânica dos sólidos a variável encontrada é o deslocamento dos pontos, com os quais pode-se encontrar as outras variáveis desejadas como a tensão e, conseqüentemente, o fator de segurança. Assim, o valor entre os pontos definidos é encontrado por meio da interpolação e os resultados são exibidos devido às ferramentas de pós processamento.

9.6.1 Modelo Matemático

O modelo matemático que é resolvido na mecânica dos sólidos, principalmente na análise estática, é o de elasticidade 3D. Portanto, o programa de elementos finitos resolve as equações governantes da Elasticidade 3D para cada ponto. Avalia-se, inicialmente, o equilíbrio de um elemento infinitesimal 3D, como visto na Figura 79,

obtendo-se as Equações 9.6 para as três direções (x, y e z). Destaca-se que f_x , f_y e f_z são igualados a zero desprezando a influência de forças externas no modelo.

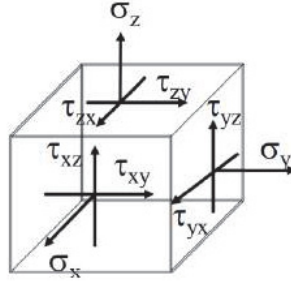


FIGURA 79 – Elemento Infinitesimal (BHASKARAN, 2018)

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + f_x &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + f_y &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + f_z &= 0 \end{aligned} \quad (9.6)$$

No entanto, estas três equações contém 6 incógnitas (três tensões normais e três tensões cisalhantes) e, portanto, necessitam ser complementadas por outras equações. Utiliza-se, então, as propriedades dos materiais dadas pela Lei de Hooke em 3D dada na Equação 9.7 que relaciona as tensões com as deformações utilizando valores de módulo de elasticidade (E) e coeficiente de Poisson (ν) constantes.

$$\begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{yz} \\ \tau_{xz} \\ \tau_{xy} \end{bmatrix} = \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} \begin{bmatrix} 1-\nu & \nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & 1-\nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & \nu & 1-\nu & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1-2\nu & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1-2\nu & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-2\nu \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix} \quad (9.7)$$

Porém, o número de incógnitas ainda é superior ao número de equações: 12 incógnitas ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{yz}, \tau_{xz}, \tau_{xy}, \varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{yz}, \gamma_{xz}, \gamma_{xy}$) e 9 equações. Dessa forma, considera-se ainda, as relações de tensão-deflexão apresentadas a seguir.

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_x &= \frac{\partial u}{\partial x} \\
 \varepsilon_y &= \frac{\partial v}{\partial y} \\
 \varepsilon_z &= \frac{\partial w}{\partial z} \\
 \gamma_{xy} &= \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\
 \gamma_{yz} &= \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\
 \gamma_{xz} &= \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}
 \end{aligned} \tag{9.8}$$

Com isso, encontra-se 15 incógnitas e 15 equações sendo possível resolver o sistema e encontrar os resultados necessários para análise. O software resolve estas equações automaticamente para encontrar os resultados de deslocamento e, consequentemente, tensão, deformação e fator de segurança.

Com as informações apresentadas neste capítulo, percebe-se a necessidade de desenvolvimento de um produto de auxílio na transferência assim como os princípios básicos que permitem que ele seja realizado.

APÊNDICE 10 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO

Você leu o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e aceita participar da pesquisa? *

☐ Sim

☐ Não

Leu o Termo de Confidencialidade e aceita seus termos? *

☐ Sim

☐ Não

Qual o seu nome? *

Sua resposta

Marque as opções para cada frase *

	Concordo	Neutro	Discordo
Eu escolheria usar este produto	☐	☐	☐
Usar este produto facilitaria a minha vida	☐	☐	☐
Aprender a usar este produto seria fácil para mim	☐	☐	☐
Eu ficaria com medo de usar este produto	☐	☐	☐
Eu ficaria com vergonha de ser visto(a) usando este produto	☐	☐	☐
Seria mais fácil pedir para alguém me transferir do que usar este produto	☐	☐	☐
É importante que a gente desenvolva tecnologias assim	☐	☐	☐

APÊNDICE 11 – DESENHOS TÉCNICOS

Os desenhos técnicos são apresentados neste apêndice de acordo com a ordem apresentada a seguir:

- Desenho de Conjunto;
- Desenho de Montagem;
- Desenho Técnico da Estrutura do Assento;
- Desenho Técnico da Estrutura do Encosto;
- Desenho Técnico da Barra de Inclinação;
- Desenho Técnico do Encaixe do Assento;
- Desenho Técnico da Base;
- Desenho Técnico do Trilho do Assento;
- Desenho Técnico do Apoio de Braço Direito;
- Desenho Técnico do Apoio de Braço Esquerdo;
- Desenho Técnico do Ajuste de Altura do Trilho.