

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

MURILO GUELLIS DE ALMEIDA

Título: Conceituação de uma rampa portátil universal para pessoas em cadeiras
de rodas

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Profa. Dra. Carina Campese

São Carlos
2021

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

A447c Almeida, Murilo Guellis de
 Conceituação de uma rampa portátil universal para
 pessoas em cadeiras de rodas / Murilo Guellis de
 Almeida; orientadora Carina Campese. São Carlos, 2021.

Monografia (Graduação em Engenharia de
Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, 2021.

1. desenvolvimento de produto. 2. projeto
inclusivo. 3. rampa portátil. 4. cadeira de rodas. I.
Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Murilo Guellis de Almeida
Título do TCC: Desenvolvimento de produto: rampa portátil para pessoas em cadeiras de rodas
Data de defesa: 06/12/2021

Comissão Julgadora	Resultado
Professora colaboradora Carina Campese (orientador)	APROVADO
Instituição: EESC - SEP	
Pós-doutoranda Iara Moroni	APROVADO
Instituição: EESC - SEP	
Professor Doutor Daniel Capaldo Amaral	APROVADO
Instituição: EESC - SEP	

Presidente da Banca: **Professora colaboradora Carina Campese**

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, a Profa. Dra. Carina Campese, pela ajuda recebida no desenvolvimento do TCC, tanto em relação ao conteúdo quanto ao formato do trabalho.

À Dra. Flávia Alvarenga, por ter confeccionado o modelo de Processo de Desenvolvimento de Produto utilizado no trabalho.

À minha família por sempre me apoiar em novos desafios que aparecem.

Aos meus amigos que me incentivaram durante a realização do trabalho e estiveram disponíveis quando precisei deles.

Aos entrevistados para aquisição de informação, por se mostrarem acessíveis e colaborativos, além de empolgados em ver o resultado final.

À especialista consultada, por oferecer um auxílio de suma importância nas fases iniciais do desenvolvimento do produto.

RESUMO

Com a invenção da cadeira de rodas, muitas pessoas com deficiência motora de locomoção puderam ser incluídas na sociedade para obter uma vida melhor. Entretanto, ainda assim, muitos sofrem com falta de autonomia, por apresentarem problemas decorrentes da senilidade ou doenças degenerativas, necessitando de acompanhantes para se deslocarem. Além disso, no Brasil, sofrem com problemas de acessibilidade, uma vez que a minoria das construções feitas é adaptada para pessoas que fazem uso de cadeira de rodas. Um exemplo para isso é a falta de rampas de acessibilidade e a presença de desníveis difíceis de serem transpostos. Pensando nesse problema, esse trabalho tem por objetivo realizar os passos iniciais do desenvolvimento de uma rampa portátil, utilizando-se de um modelo de Processo de Desenvolvimento de Produtos da literatura. Durante a coleta de informações, foram identificados dois públicos-alvo: acompanhantes de pessoas em situação de cadeira de rodas que não possuem condições de se locomover sozinhos e Instituições de Longa Permanência, popularmente chamadas de casas de repouso. Os requisitos dos clientes foram identificados e alguns priorizados, através da utilização do QFD. Da mesma forma foi feito com os requisitos dos produtos, sendo estes priorizados em ordem decrescente de importância. Com essas informações e com um *benchmarking* com produtos concorrentes, foram criadas as especificações meta em relação ao tamanho, peso e força de resistência da rampa. A partir disso, foi estipulada a função principal do produto, permitir deslocamento otimizado, e encontradas as funções derivadas com o Diagrama FAST. Por meio das funções estipuladas, detectou-se dispositivos que as tornariam possíveis e formulou-se a melhor alternativa para a rampa portátil. Por fim, foi realizado o projeto do produto no *software* de CAD Solid Edge.

Palavras-chave: desenvolvimento de produto, projeto inclusivo, rampa portátil, cadeira de rodas.

ABSTRACT

With the invention of the wheelchair, many people with mobility impairments were able to be included in society to obtain a better life. However, many suffer from a lack of autonomy, due to problems arising from senility or degenerative diseases, requiring companions to move the wheelchair. In addition, in Brazil, they suffer from accessibility problems, since the minority of buildings made are adapted for people who use a wheelchair. An example for this is the lack of accessibility ramps and the presence of uneven ground levels that are difficult to cross. Having this problem in mind, this work aims to accomplish the first steps of the development of a portable ramp, using a Product Development Process model from the literature. During the collection of information, two target audiences were identified: companions of people in wheelchairs who are unable to get around and Long-Term Care Institutions, popularly called nursing homes. Customer requirements were identified and some prioritized through the use of QFD. Likewise, it was done to product requirements, being those prioritized in descending order of importance. With this information and a benchmarking with competitive products, the target specifications were created in relation to the size, weight and resistance force of the ramp. From that, the main function of the product was stipulated, allowing optimized movement, and the functions derived were found using the FAST Diagram. Through the stipulated functions, devices that would make them possible were detected and the best alternative to the portable ramp was formulated. Finally, the product design was carried out in Solid Edge CAD software.

Keywords: product development, inclusive project, portable ramp, wheelchair

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de pesquisa de informações sobre o tema do projeto.....	18
Figura 2 – Atividades necessárias para a definição do problema de projeto.....	18
Figura 3 – Tarefas necessárias para a definição dos clientes do projeto inclusivo.....	19
Figura 4 – Atividades necessárias para a coleta de desejos e necessidades dos usuários, clientes e especialistas.....	20
Figura 5 – Atividades básicas ao estabelecimento dos requisitos dos clientes do projeto.....	21
Figura 6 – Atividades básicas ao estabelecimento de requisitos de projeto.....	22
Figura 7 – Atividade básica para análise dos sistemas concorrentes.....	22
Figura 8 – Atividade básica para estabelecer as especificações de projeto do projeto inclusivo.....	23
Figura 9 – Atividades necessárias para estabelecer as estruturas funcionais.....	23
Figura 10 – Atividades necessárias para o desenvolvimento de princípios de solução.....	24
Figura 11 – Atividades para a determinação de alternativas de projeto para o produto.....	25
Figura 12 – Atividades para a determinação da arquitetura do produto.....	25
Figura 13 – Atividades para realizar a viabilidade econômica do produto.....	26
Figura 14 – Modelo de QFD em branco.....	33
Figura 15 – QFD para a rampa portátil.....	48
Figura 16 – Priorização dos requisitos dos clientes através do QFD.....	49
Figura 17 – Priorização dos requisitos do produto através do QFD.....	50
Figura 18 – Matriz de correlação dos requisitos do produto.....	51
Figura 19 – Simulação da inclinação da rampa quando colocada em um desnível.....	58
Figura 20 – Diagrama FAST para a rampa portátil.....	59
Figura 21 – Rampa portátil montada, vista superior.....	64
Figura 22 – Rampa portátil montada, vista inferior.....	64
Figura 23 – Modelo dos pares inferiores da rampa portátil, vista superior.....	65
Figura 24 – Modelo dos pares inferiores da rampa portátil, vista inferior.....	65
Figura 25 – Modelo dos pares superiores da rampa portátil, vista superior.....	66
Figura 26 – Modelo dos pares superiores da rampa portátil, vista inferior.....	66
Figura 27 – Modelo dos pares superiores da rampa portátil com apoio de sustentação.....	67

Figura 28 – Rampa portátil desmontada.....	68
Figura 29 – Rampa portátil acoplada à cadeira de rodas.....	68
Figura 30 – Detalhamento dos pares inferiores da rampa portátil.....	69
Figura 31 – Detalhamento dos pares superiores da rampa portátil.....	69
Figura 32 – Detalhamento da rampa portátil montada.....	70
Figura 33 – Detalhamento da rampa portátil desmontada.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Roteiro pré-elaborado para entrevistas individuais.....	30
Tabela 2 – Informações sobre as pessoas entrevistadas para coleta de informações.....	31
Tabela 3 – Funções de inclusividade.....	35
Tabela 4 – <i>Benchmarking</i> de produtos.....	37
Tabela 5 – Dores do público-alvo.....	43
Tabela 6 – Requisitos dos clientes baseados em suas dores.....	44
Tabela 7 – Requisitos do produto baseados nos requisitos dos clientes.....	45
Tabela 8 – Comparação de produtos quanto à fácil armazenagem.....	52
Tabela 9 – Comparação de produtos quanto ao fácil transporte.....	52
Tabela 10 – Comparação de produtos quanto à variação de inclinação.....	54
Tabela 11 – Comparação de produtos quanto à resistência deles.....	54
Tabela 12 – Comparação de produtos quanto ao preço acessível.....	55
Tabela 13 – Especificações-meta da rampa portátil.....	56
Tabela 14 – Princípios de solução para a rampa portátil.....	60
Tabela 15 – Descrições dos princípios de solução para a rampa portátil.....	61
Tabela 16 – Alternativas de solução usando os princípios encontrados.....	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Objetivo de pesquisa.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. Processo de Desenvolvimento de Produto	14
2.1.1 Comparação entre diferentes modelos de PDP	15
2.1.1.1 Estudo da Viabilidade (Modelo de PDP: Alvarenga)	17
2.2. Universal Design	26
3. METODOLOGIA	28
3.1. Etapa 1: Pesquisar informações sobre o tema do projeto.....	28
3.2. Etapa 2: Definir o problema do projeto	29
3.3. Etapa 3: Definição dos clientes do produto inclusivo	29
3.4. Etapa 4: Coletar os desejos e necessidades de usuários e clientes	29
3.5. Etapa 5: Estabelecer requisitos dos clientes do produto inclusivo	31
3.6 Etapa 6: Definir os requisitos de projeto do produto	32
3.7. Etapa 7: Analisar produtos concorrentes.....	33
3.8. Etapa 8: Estabelecer as especificações de projeto do projeto inclusivo	34
3.9. Etapa 9: Modelar funcionalmente o produto inclusivo.....	34
3.10. Etapa 10: Desenvolver princípios de solução	35
3.11. Etapa 11: Desenvolver as alternativas de solução para o produto.....	35
3.12. Etapa 12: Definir a arquitetura	36
3.13. Etapa 13: Realizar viabilidade econômica	36
4. RESULTADOS	37
4.1. Etapa 1: Benchmarking	37
4.2. Etapa 2: Meta	39
4.3. Etapa 3: Públicos-alvo.....	40
4.4. Etapa 4: Entrevistas	42
4.5. Etapa 5: Dores e Requisitos dos clientes	43
4.6 Etapa 6: Requisitos do produto e QFD	45
4.7. Etapa 7: Comparação de produtos.....	51
4.8. Etapa 8: Especificações-meta	56
4.9. Etapa 9: Diagrama FAST	58
4.10. Etapa 10: Princípios de solução	59
4.11. Etapa 11: Alternativas de solução	62

4.12. Etapa 12: Arquitetura.....	63
5. CONCLUSÃO	73
6. REFERÊNCIAS	76
Apêndice A – Roteiro Pré-elaborado para Entrevistas	79

1. INTRODUÇÃO

Com a invenção da cadeira de rodas, muitas pessoas com deficiência motora de locomoção puderam ser incluídas na sociedade para viver com uma maior autonomia. Hoje em dia, é comum encontrar pessoas em cadeiras de rodas vivendo sozinhas e realizando feitos antes inimagináveis, como a participação nas Paralimpíadas, introduzidas às Olimpíadas no ano de 1960, em Roma (CASHMAN, DARCY, 2008).

Estima-se, pela Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019), que 3,8% da população brasileira, ou cerca de 7,8 milhões de pessoas, possuem deficiência física nos membros inferiores, o que dificulta a locomoção, e desses, quase metade necessita de algum recurso para auxiliar no movimento. Ainda assim, esses dados não refletem pessoas com condições que afetam o andar e fazem o uso de cadeira de rodas, idosos que não conseguem andar sozinhos devido à senilidade, entre outros.

Além do grupo de pessoas anteriormente citado terem que lidar com as próprias dificuldades ligadas à limitação de locomoção, este ainda tem que enfrentar obstáculos diariamente ao sair de casa. A falta de acessibilidade é um problema comum no Brasil: um exemplo é que apenas 4,7% das calçadas brasileiras possuem rampas de acesso para cadeirantes (IBGE, 2010).

Para as pessoas, que apesar de estarem em condição de cadeira de rodas, conseguem ter uma boa mobilidade superior, muitas vezes isso não se torna um problema, devido às adaptações que eles fazem para superar o desnível na calçada. Entretanto, para aqueles que não possuem força, mobilidade nos membros ou falta de equilíbrio para levantar as rodas dianteiras, essa tarefa simples de subir em uma calçada ou em um degrau se torna um trabalho hercúleo, mesmo com a ajuda de uma pessoa para puxar a cadeira desnível acima.

Existem produtos no mercado que auxiliam a subida em degraus ou desníveis, porém, além da maioria não cumprir os requisitos das normas brasileiras de acessibilidade, eles não conseguem preencher todas as necessidades de seus usuários, principalmente quando se trata de transportabilidade e armazenagem. Essa questão gera uma oportunidade de criação de uma nova opção que satisfaça todas as exigências.

1.1. Objetivo de pesquisa

Visando facilitar a vida de pessoas em situação de cadeira de rodas que não conseguem se locomover sozinhas e, consequentemente, dos acompanhantes que empurram as cadeiras, esse trabalho tem como objetivo realizar as tarefas iniciais do desenvolvimento de uma rampa portátil para que aqueles passem pelas simples tarefas do dia-a-dia com mais facilidade. Para isso, foi utilizado como referência o modelo de processo de desenvolvimento de produto para produtos inclusivos criado pela Dra. Alvarenga (2006).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Baseando-se no objetivo proposto, do desenvolvimento de um produto voltado a cadeirantes não autônomos, a revisão foi realizada com um aprofundamento gradual a cada tópico, de forma a passar pelos temas trabalhados na obra. A verificação de conceitos foi iniciada com a literatura a respeito de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), a fim de compreender os temas que estão envolvidos e como ele é aplicado.

A partir do estudo do primeiro tópico, observa-se a existência de diversos modelos criados por diferentes pesquisadores. Para entender melhor as especificidades de cada um, foi feita uma revisão da comparação entre modelos de PDP e suas etapas.

Apoiado nos tópicos pesquisados, torna-se importante analisar o envolvimento do usuário com o desenvolvimento do produto. Portanto faz-se necessário revisar o conceito de Universal Design, que, apesar do usuário secundário do projeto em questão apresentar limitações físicas por ser uma pessoa com deficiência (PCD), também é contemplado pelo conceito.

2.1. Processo de Desenvolvimento de Produto

Desenvolver um produto se baseia em um conjunto de atividades, a partir do contexto do mercado, das restrições tecnológicas que a empresa pode possuir, a estratégia competitiva e o portfólio de produto, de modo a chegar no projeto de um produto, sua produção, lançamento e acompanhamento no mercado, ou seja, é por meio desse processo que a empresa cria produtos mais competitivos (ROZENFELD et al., 2006, p.3). O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), portanto, está na interface entre a empresa e o mercado, cabendo a ele identificar ou antecipar as necessidades do mercado, propor soluções em menos tempo que os concorrentes, atender expectativas e manter um custo competitivo (ROZENFELD et al., 2006, p.4).

Segundo Patil, Sirsikar e Gholap (2017, p.181) o Processo de Desenvolvimento de Produto, tanto quanto as características do próprio produto, determinam o seu sucesso. Assim, o desenvolvimento de produtos é um processo de negócios deliberado envolvendo centenas de decisões, muitas das quais podem ser proveitosamente apoiadas por conhecimento e ferramentas. Já para Ulrich e Eppinger (2016, p.12), O PDP é uma sequência de passos que uma empresa emprega para conceber, projetar e comercializar um produto, sendo que algumas organizações utilizam um processo de desenvolvimento preciso e detalhado, enquanto outras

talvez nem sejam capazes de descrever os seus processos. Além disso, cada organização implementa um processo pelo menos um pouco diferente de outras no mercado.

Entretanto, é fundamental que se adote um modelo de referência, para que os próprios profissionais desenvolvam produto com pontos de vista em comum, levando em consideração as necessidades e restrições da empresa, se adaptando à sua estrutura e forma de gestão de processos, criando assim um modelo específico (ROZENFELD et al., 2006, p.32).

2.1.1 Comparação entre diferentes modelos de PDP

Nesta Seção foram levados em consideração quatro modelos de Processo de Desenvolvimento de Produto para comparação, focando somente nas etapas de desenvolvimento do produto, dois de referência, que são amplamente utilizados no Brasil, e um específico.

No que tange modelos de referência, para Ulrich e Eppinger (2016, p.13) o Processo de Desenvolvimento de Produto genérico consiste em seis fases: Planejamento, Desenvolvimento do Conceito, Projeto do Sistema, Projeto Detalhado, Testes e Refinamento e Aceleração da Produção. O processo se inicia com a fase de preparação, através de atividades avançadas de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, e que tem como saída a demonstração da missão do projeto, necessária para a fase de desenvolvimento do conceito. Após o processo de desenvolvimento, tem-se o lançamento do produto, tornando-o disponível para compras no mercado.

Conforme os autores mencionados, na fase de desenvolvimento do conceito as necessidades do mercado são identificadas, conceitos alternativos de produtos são gerados e avaliados e um é escolhido para avançar para as próximas etapas. Na parte de projeto do sistema, é envolvida a arquitetura do produto, sua decomposição em subsistemas e componentes, *design* inicial de alguns componentes e atribuição de responsabilidade de *design* de detalhes para recursos internos e externos. Passando para o projeto detalhado, é definido pelos autores como sendo a apresentação das especificações completas de geometria, materiais e tolerâncias de todas as partes do produto. Por fim, nos testes e refinamento são feitos diversos protótipos com versões diferentes do mesmo produto para avaliação.

Já para Rozenfeld et al. (2006, p.32), o Processo de Desenvolvimento de Produto é formado por três grandes macrofases, pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento, sendo que dentro da macrofase de desenvolvimento existem cinco etapas. A

primeira destas fases é a de Projeto Informacional, em que é criado as especificações-meta do produto, ou seja, as características desejadas no produto, juntamente com os requisitos e informações qualitativas. A segunda, é caracterizada como Projeto Conceitual, onde alternativas para o produto são geradas e analisadas de forma a encontrar aquela que melhor se encaixa como solução. O Projeto Detalhado, terceira etapa, é um detalhamento da fase anterior e configuração das especificações finais, de forma a descrever cada componente do produto e processo de fabricação, além de gerar um protótipo funcional, projeto de recursos e plano de fim de vida.

As duas últimas fases acontecem com o produto basicamente pronto. Na Preparação da Produção são feitos lotes teste de forma a certificar a produção do produto e gerar sua homologação, passando a produzi-lo em série. No Lançamento do Produto são emitidos documentos de lançamento e avaliadas estratégias de marketing (ROZENFELD et al., 2006, p.48).

Apesar das duas modelagens apresentadas serem constituídas por etapas parecidas na macrofase de desenvolvimento, elas possuem graus de abordagens diferentes. Nas etapas iniciais da fase mencionada, do conceito e design do produto, Krcmar e Wolfenstetter (2010) afirmam que o modelo de Ulrich e Eppinger (2016) tem um nível de aprofundamento maior, de uma forma geral, dando destaque aos processos de *product placement* e teste do produto, que são cobertos pelo modelo, enquanto o de Rozenfeld et al. (2006) não os menciona, e rascunho do produto, que é mencionado de forma mais detalhada. Da mesma forma, o modelo dos doutores brasileiros aborda de forma aprofundada as etapas finais de produção, com destaque para a organização da produção e cadeia de suprimentos, sem mencionar da maior caracterização do gerenciamento do desenvolvimento do produto.

Ainda assim, ambos os autores apresentam pontos em comum, como é o caso da gestão da informação, e diferentes, que não foram analisados. Muitos autores de modelos de PDP apresentam estruturas semelhantes, mas em algumas partes são heterogêneos. Eles frequentemente apresentam pontos focais voltados a uma indústria especial ou contextos específicos (KRCMAR, WOLFENSTETTER, 2010), que é o caso do modelo de Alvarenga (2006).

Alvarenga (2006) modela, amplamente baseada no modelo de Rozenfeld et al. (2006), uma metodologia de Processo de Desenvolvimento de Produto voltado para produtos inclusivos, ou seja, que fazem a inclusão de pessoas deficientes na sociedade. Assim como sua referência, a doutora se utiliza de três macrofases: Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e

Pós-desenvolvimento, sendo que a primeira e a última não são comentadas por serem “mais genéricas” (ALVARENGA, 2006, p.82).

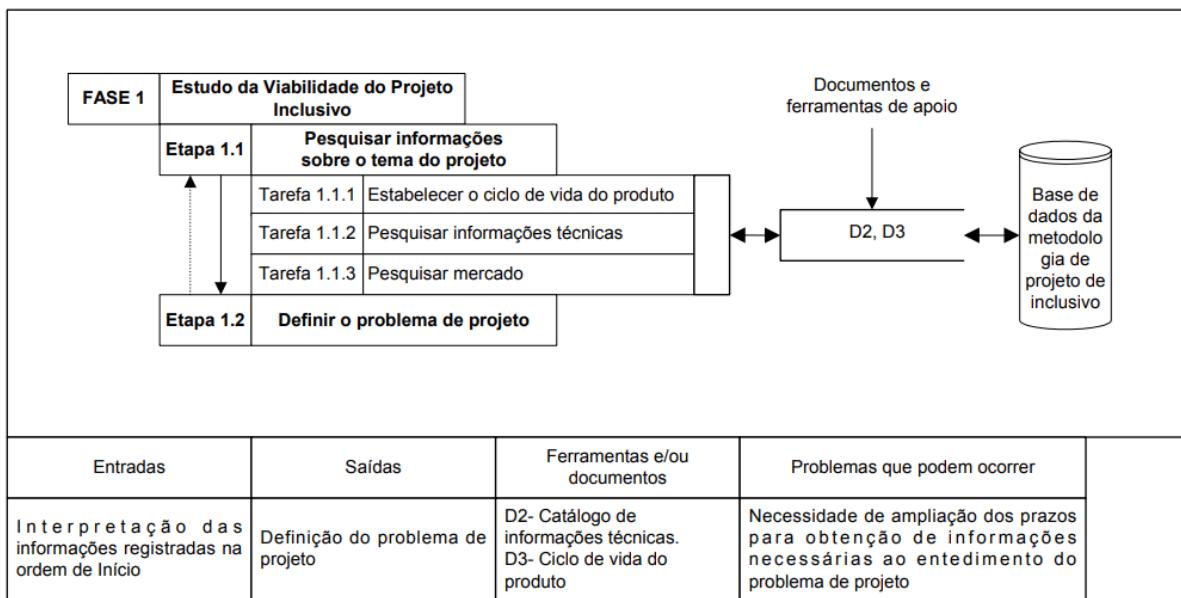
A fase de Desenvolvimento, por sua vez, também é composta por 3 fases: Estudo da Viabilidade, Projeto Preliminar, e Projeto Detalhado. Essas etapas se assemelham às fases de desenvolvimento do modelo Rozenfeld et al. (2006), porém, além da mudança de nome, cabe-se notar um maior envolvimento do cliente no processo de criação do produto, através de ferramentas para maior aquisição de informação a respeito das limitações e necessidades dos mesmos. O conceito de *universal design*, baseado em criar produtos que possam ser usados por todos, e sem focar especificamente em um grupo, também é bastante mencionado.

2.1.1.1 Estudo da Viabilidade (Modelo de PDP: Alvarenga)

Nesta etapa do PDP, Alvarenga (2006) arquitetou como sendo a fase de modelagem do projeto, como suas especificações e definição de público alvo. Sendo assim, a autora formulou 13 etapas, que são usadas como guia para o desenvolvimento do produto abordado por esse trabalho, a serem seguidas de forma a desenvolver o Estudo da Viabilidade, que serão descritas a seguir, além de formular processos esquemáticos que acompanharão as fases abaixo.

Etapa 1.1: Buscar obter um bom entendimento do problema de projeto do produto inclusivo abordado. Processo ilustrado na Figura 1.

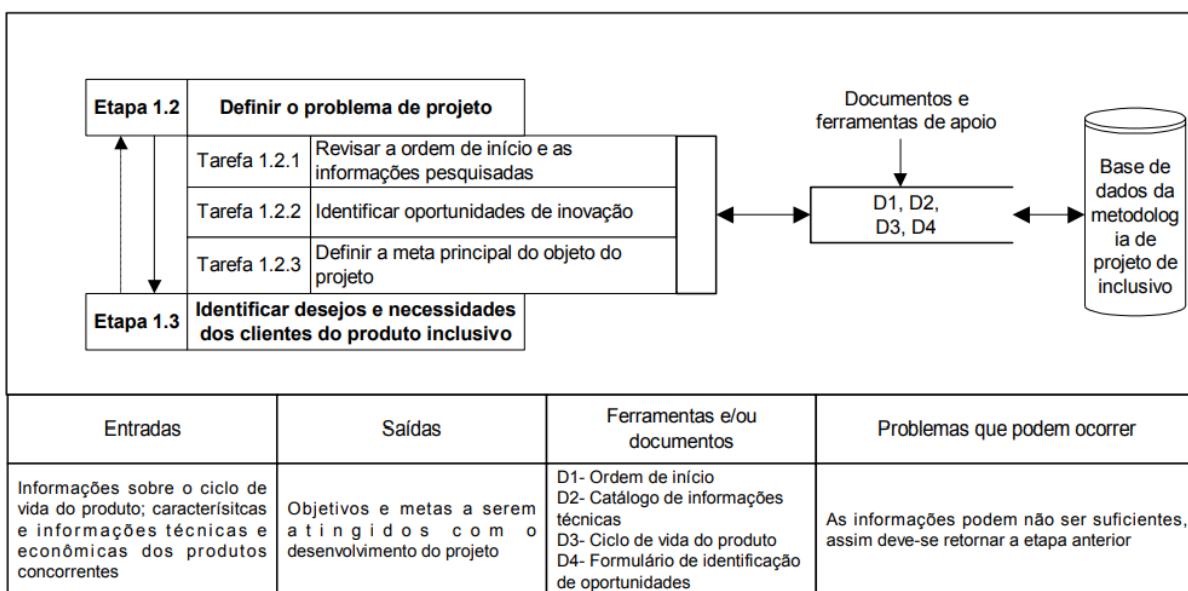
Figura 1 - Processo de pesquisa de informações sobre o tema do projeto



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.2: Especificar o problema que será abordado, levando em consideração as informações obtidas na etapa anterior, e definir as metas para o desenvolvimento do problema. Processo ilustrado na Figura 2.

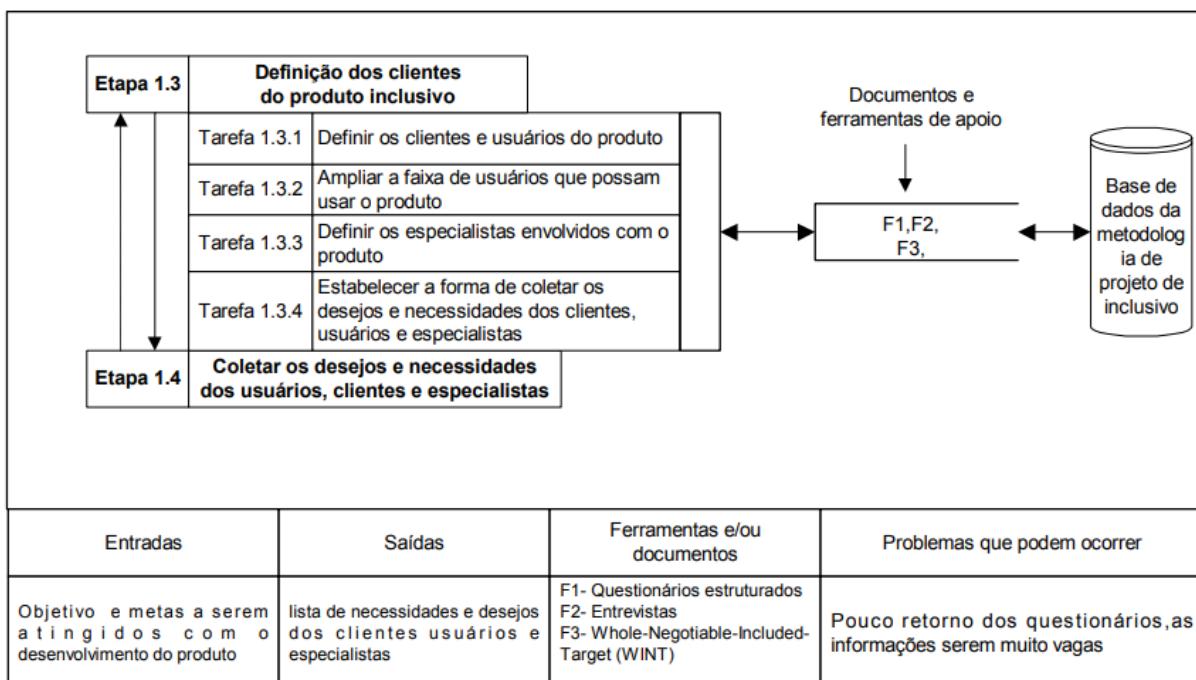
Figura 2 - Atividades necessárias para a definição do problema de projeto



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.3: Conhecer as necessidades dos clientes do projeto inclusivo, estabelecendo o meio apropriado de colher informações. Processo ilustrado na Figura 3.

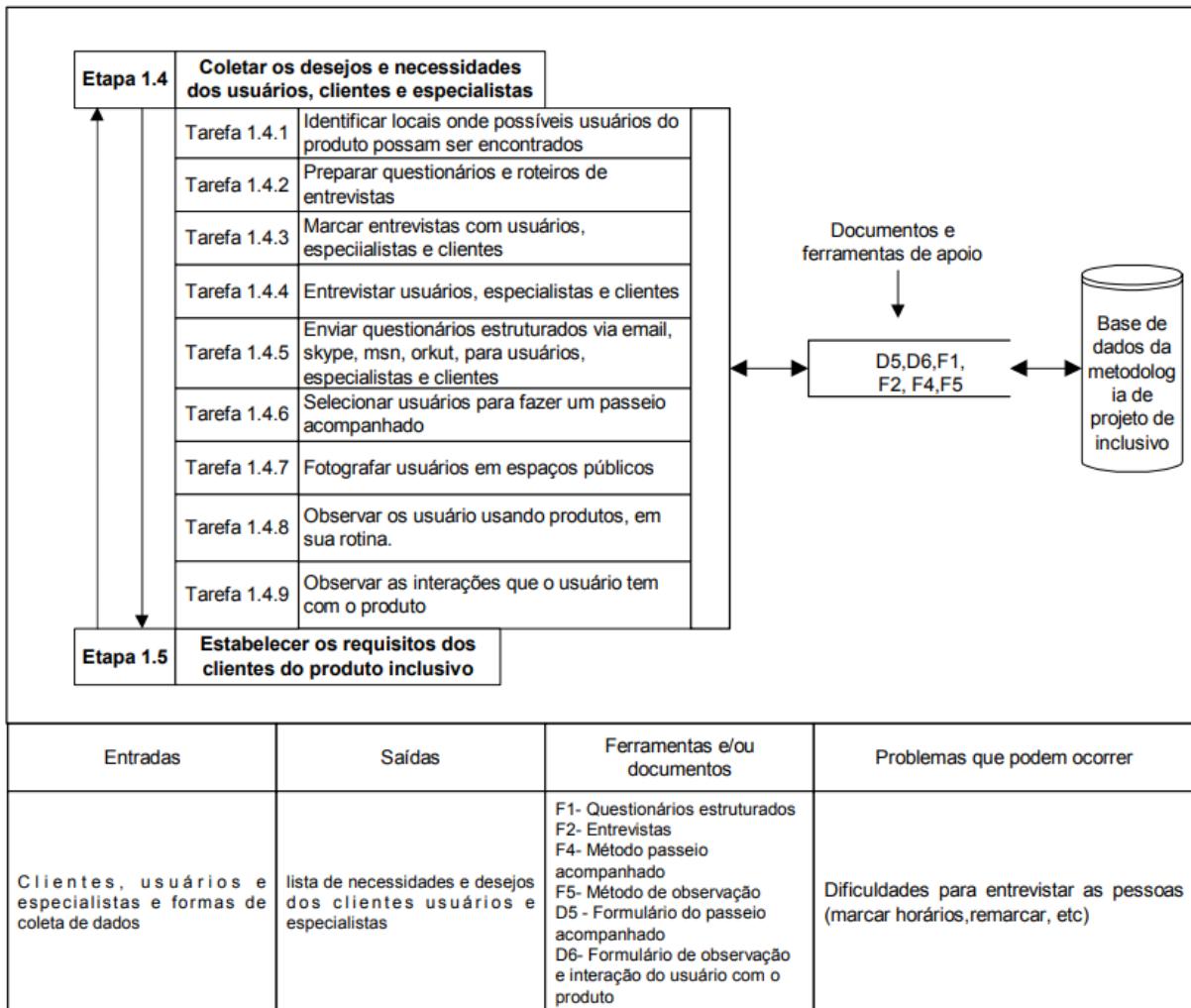
Figura 3 - Tarefas necessárias para a definição dos clientes do projeto inclusivo



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.4: Coletar os desejos e necessidades de usuários, clientes e especialistas que serão usados no projeto. Para colher essas informações podem ser usadas diversas técnicas, dentre elas: entrevistas, conversa informal contendo perguntas previamente elaboradas como uma forma de guia, questionários estruturados, composto de perguntas objetivas para serem respondidas de forma rápida por quaisquer que sejam os meios, observação direta, analisar o cliente *in loco* comprando ou utilizando o produto e perguntar os motivos de suas ações, e passeios acompanhados (acompanhar o cliente e traçar percursos e situações para ele realizar), de forma a observar dificuldades ou limitações. Processo ilustrado na Figura 4.

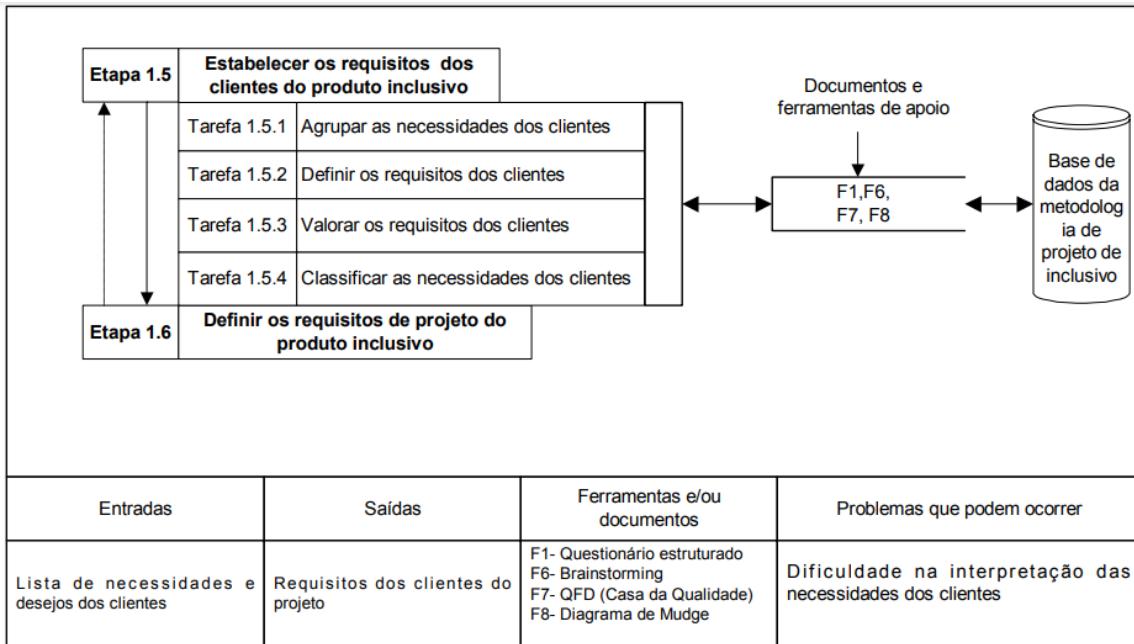
Figura 4 - Atividades necessárias para a coleta de desejos e necessidades dos usuários, clientes e especialistas



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.5: A partir das necessidades encontradas no tópico anterior, traçar os requisitos dos clientes, aglomerando-os em grupos específicos e preenchendo diretamente na ferramenta QFD. Processo ilustrado na Figura 5.

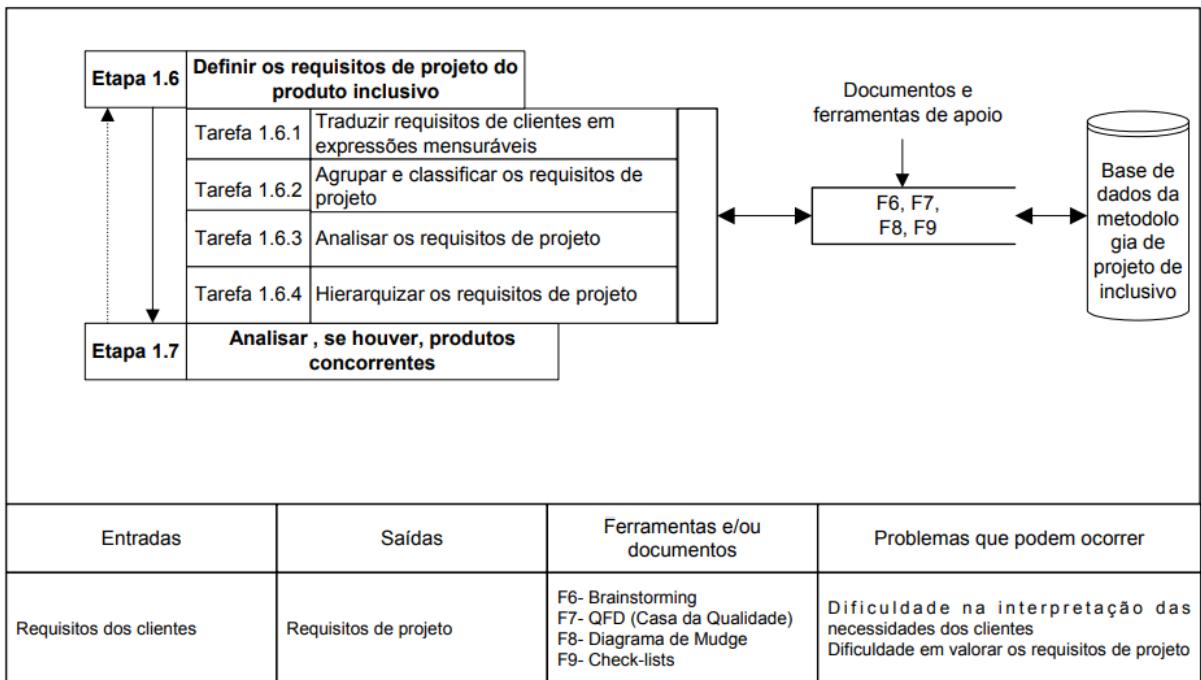
Figura 5 - Atividades básicas ao estabelecimento dos requisitos dos clientes do projeto.



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.6: Traduzir os requisitos dos clientes, definidos na etapa anterior, em requisitos técnicos do produto inclusivo, sendo que, da mesma forma que deve ser feito com os requisitos dos clientes, agrupa-se em conjuntos comuns, mas dessa vez definindo características quantitativas. A conversão dos requisitos dos clientes em requisitos do produto é feita através do QFD, utilizando técnicas como o *brainstorming* e o *checklist*, e os dois são correlacionados através de notas. Processo ilustrado na Figura 6.

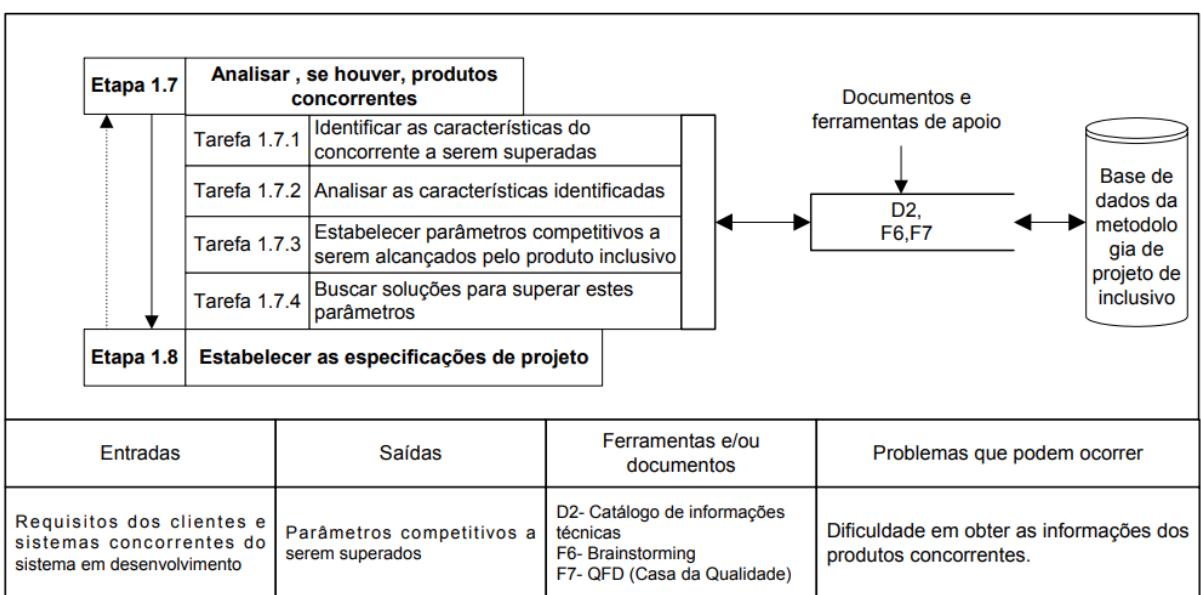
Figura 6 - Atividades básicas ao estabelecimento de requisitos de projeto.



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.7: Este é o ponto onde são analisados os concorrentes do produto inclusivo em questão, de forma a analisar suas características principais e como elas vão ser superadas. Processo ilustrado na Figura 7.

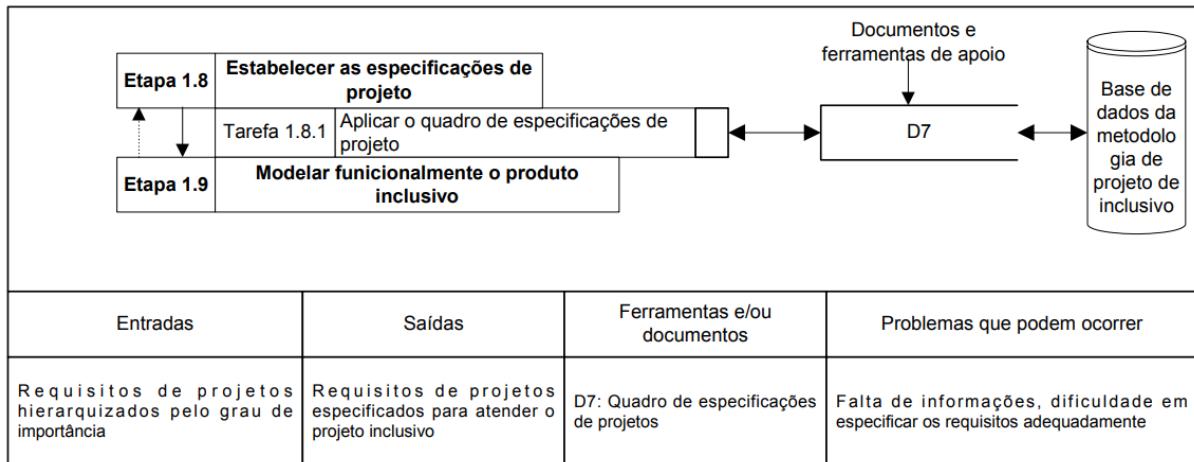
Figura 7 - Atividade básica para análise dos sistemas concorrentes.



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.8: Definição das especificações de projeto mais importantes para o projeto inclusivo em questão. Processo ilustrado na Figura 8.

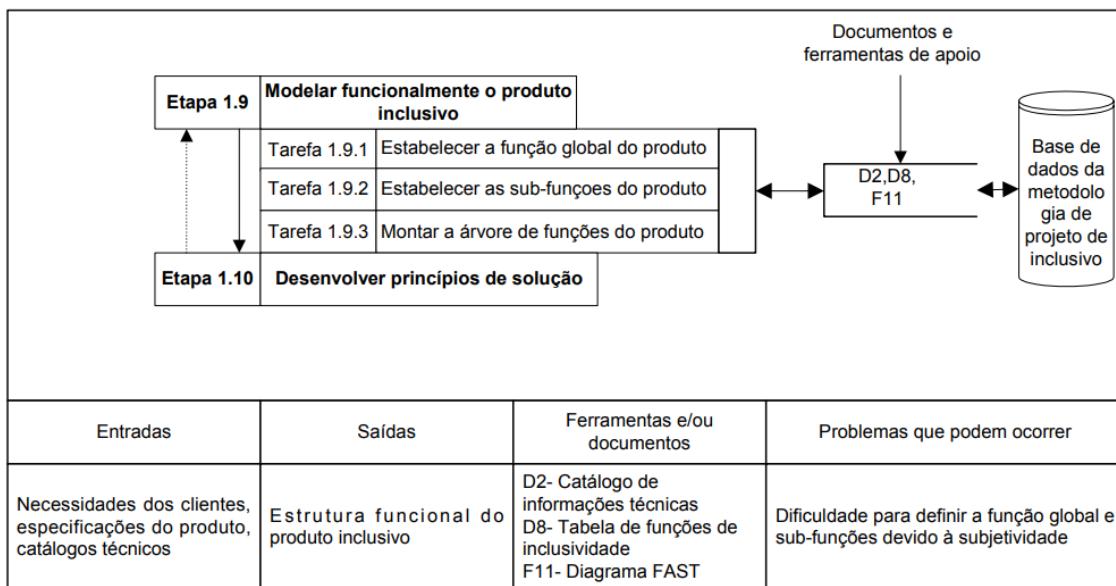
Figura 8 - Atividade básica para estabelecer as especificações de projeto do projeto inclusivo



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.9: Nesta fase acontece a modelagem do produto de forma abstrata, dando enfoque, principalmente, nas funções que ele desempenha. Há duas classificações para os diferentes tipos de funções, as primárias, sendo aquelas para que o produto foi realmente projetado, e as secundárias, que auxiliam no marketing do produto, funções auxiliares. Processo ilustrado na Figura 9.

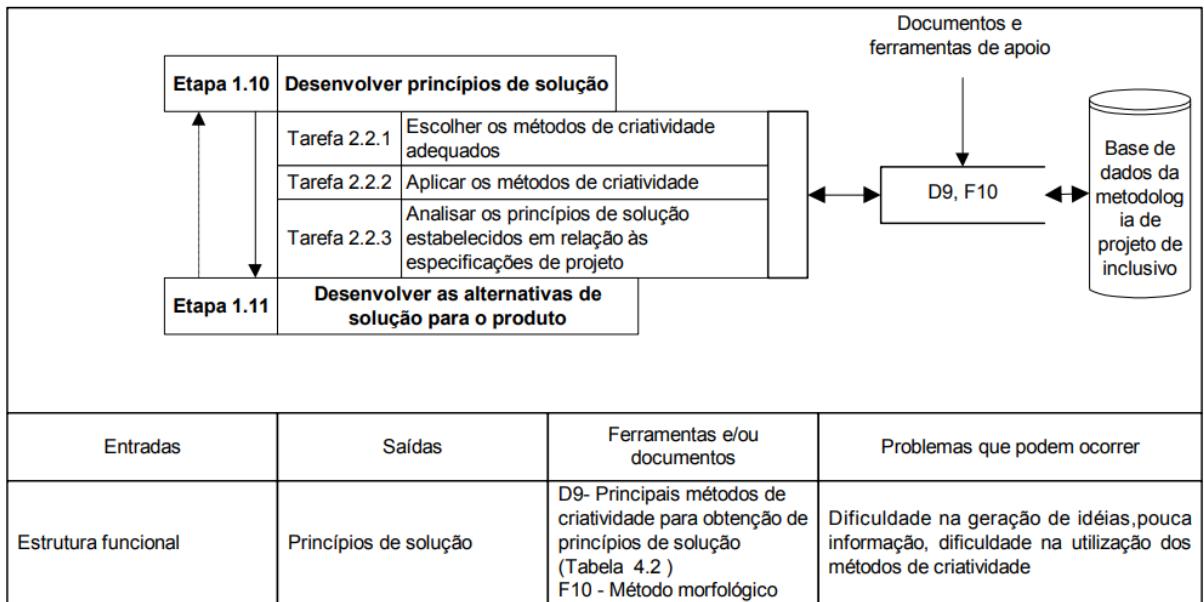
Figura 9 - Atividades necessárias para estabelecer as estruturas funcionais.



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.10: Para as funções encontradas na etapa anterior, identifica-se princípios de solução de engenharia, buscando em catálogos, bases de dados, através de benchmarking, entre outros, capazes de desempenhar as atividades. Processo ilustrado na Figura 10.

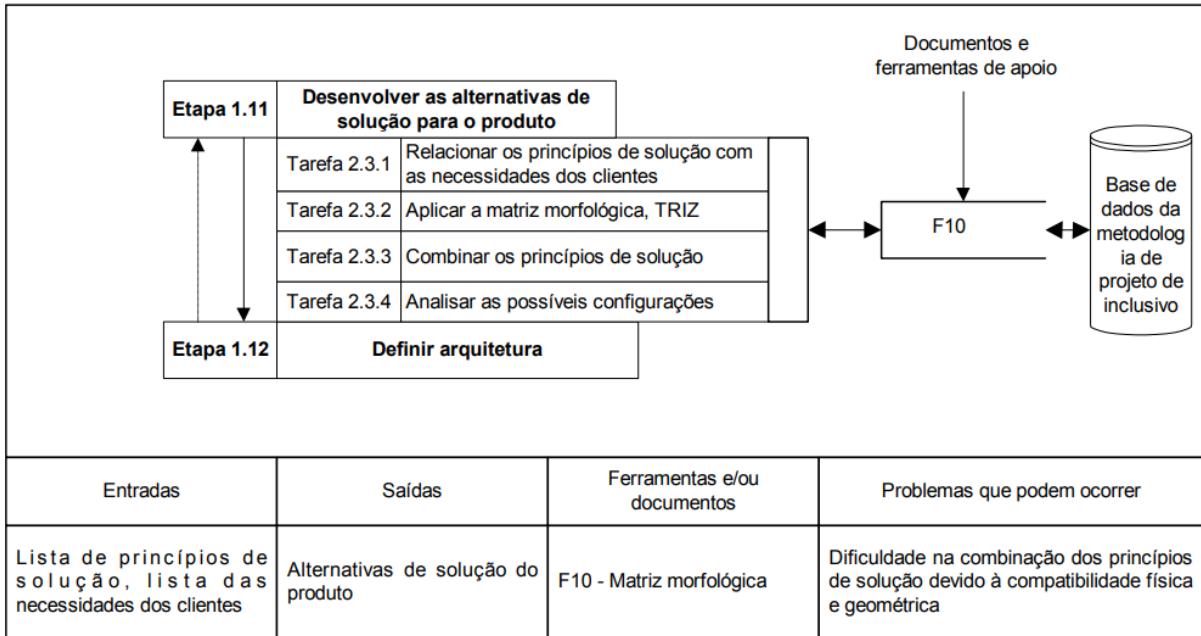
Figura 10 - Atividades necessárias para o desenvolvimento de princípios de solução



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.11: A partir dos princípios encontrados na etapa anterior, busca-se alternativas de solução para o produto, utilizando a matriz morfológica como ferramenta. Processo ilustrado na Figura 11.

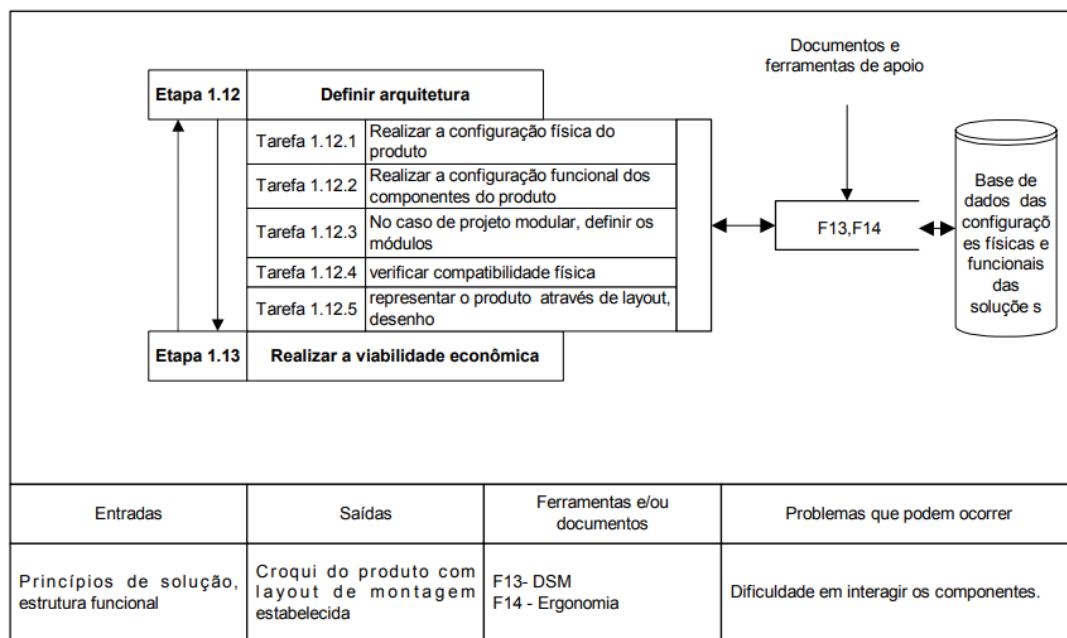
Figura 11 - Atividades para a determinação de alternativas de projeto para o produto.



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.12: Define-se a arquitetura do produto, ou seja, levando em consideração as alternativas de solução elencadas no tópico anterior e as interações entre elas, os diversos arranjos físicos possíveis, encontrando o que melhor se encaixa com o requerido. Processo ilustrado na Figura 12.

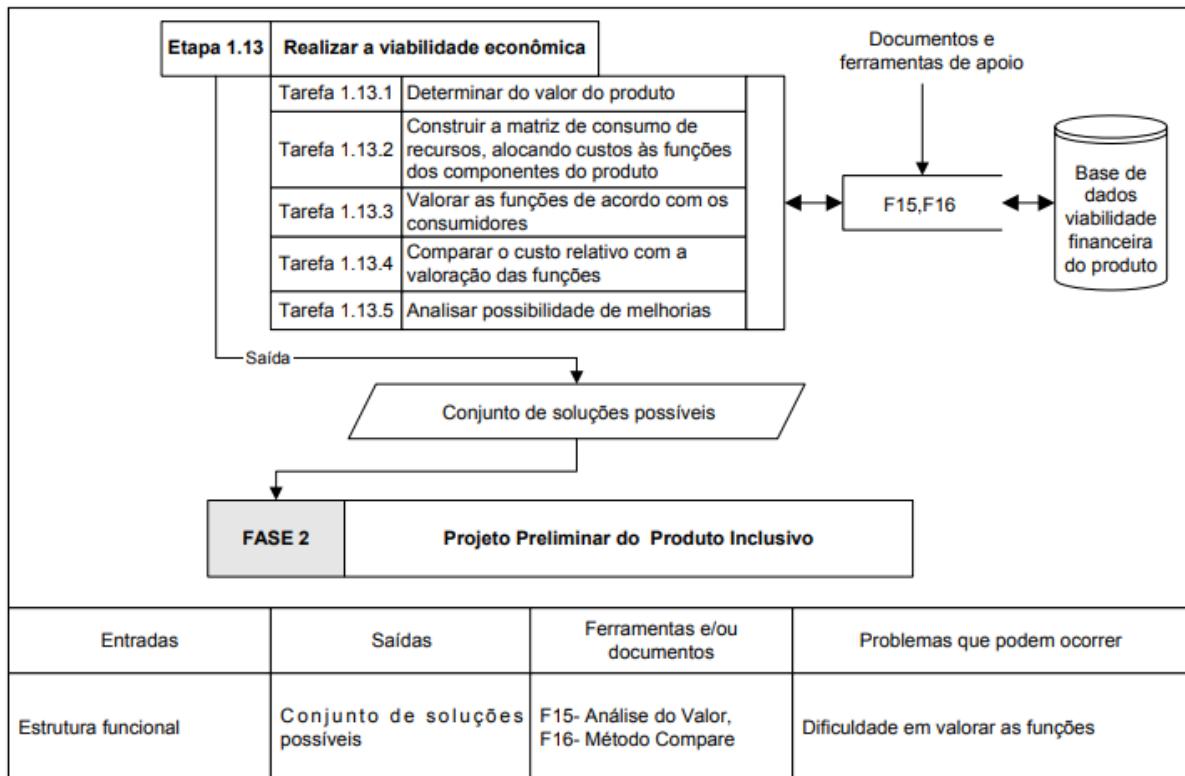
Figura 12 - Atividades para a determinação da arquitetura do produto



Fonte: Alvarenga, 2006

Etapa 1.13: Mapear os custos que permeiam o produto e analisar a sua viabilidade econômica.
Processo ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Atividades para realizar a viabilidade econômica do produto.



Fonte: Alvarenga, 2006

2.2. Universal Design

Existe uma tendência, segundo González, Toledo e Oprime (2012), das empresas concentrarem seus processos de negócio, utilizando-se do desenvolvimento de produtos, na criação de valor para seus clientes. Dessa forma, as companhias estão começando a enxergar os consumidores como fonte de informação sobre as necessidades do mercado e integrando-os ativamente no processo de desenvolvimento de produtos.

O processo citado é de suma importância para o conceito de *Universal Design*. Este termo é definido como o desenvolvimento de produtos e ambientes que tentam englobar um espectro mais amplo possível de pessoas, reconhecendo e respeitando suas habilidades e, dessa forma, eliminando projetos feitos diretamente para pessoas com deficiência, que podem apresentar características que causam vergonha ou com visual diferente do padrão (MACE, STORY, 1998). Para que seja possível chegar a excelência em seu uso, ou seja, sem a

necessidade de adaptações especiais, o Centre for Excellence in Universal Design (2007) coloca a diversidade humana no centro do processo de criação de design, para que as necessidades de todos os usuários sejam atendidas.

3. METODOLOGIA

Esse trabalho teve como base o processo de desenvolvimento de produto inclusivo de Alvarenga (2006), mas, devido ao que seria viável de ser feito em um TCC com duração de um semestre, foram aplicadas somente as etapas de Estudo da Viabilidade do seu modelo, que se assemelha ao Projeto Informacional do modelo de Rozenfeld et al. (2006), e focado nas tarefas que estivessem ligadas exclusivamente ao desenvolvimento do produto técnico, não abordando o projeto de investimento e a engenharia do ciclo de vida. Dessa forma, as etapas que não foram realizadas do modelo citado foram: a tarefa 1.1.1 e a etapa 1.13.

3.1. Etapa 1: Pesquisar informações sobre o tema do projeto

De forma a iniciar o desenvolvimento do produto, foi feito um *benchmarking* no mercado a respeito de rampas portáteis para cadeiras de rodas, elencando as principais características de cada produto e buscando observar os pontos em comum entre os objetos e o que os diferencia.

Para a realização do *benchmarking*, foi utilizada a ferramenta de busca por produto Google Shopping, pois ela é uma das poucas ferramentas que mostram opções de compras em sites estrangeiros (como Shopee, AliExpress e Wish), plataformas B2B e C2C (como o Mercado livre) e *e-commerce*s de empresas com lojas físicas, *marketplaces* comuns de serem vias de compras hoje em dia, e a pesquisa feita foi através da string de busca “rampa portátil para cadeirantes”. Como diversos produtos aparecem ao se realizar uma busca genérica, por mais que seja um produto específico, foi efetuado uma análise rápida, verificando quais eram os modelos disponíveis no mercado, e assim foram escolhidas aquelas rampas que melhor representavam o seu grupo, de acordo com aparência e descrições.

Além disso, foi feita uma triagem para descartar sites que não pareciam confiáveis ou não possuíam uma estrutura de *e-commerce*, análise que consumidores realizariam e uma compra online. Por fim, foram selecionadas informações como vendedor, material, dimensão, capacidade de carga, peso, entre outros.

3.2. Etapa 2: Definir o problema do projeto

Com base em observações prévias ao trabalho feitas em pessoas não-autônomas em condição de cadeira de rodas e conversas realizadas com acompanhantes de cadeirantes, foi notada a existência de uma necessidade possível de ser satisfeita, de resolução de uma dificuldade corriqueira desses indivíduos. Assim, através da leitura da norma NBR 9050, criada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2015), e informações compiladas no *benchmarking*, foram analisados todos os pontos que tornariam possível o desenvolvimento de um novo produto e que geram margem para inovação. Possuindo esses aspectos mapeados, cria-se uma meta qualitativa para a rampa portátil em desenvolvimento.

3.3. Etapa 3: Definição dos clientes do produto inclusivo

O público-alvo no desenvolvimento de produto é um dos aspectos-chave, pois um erro em sua definição pode levar um produto ao fracasso. Fundamentado nisso, foi pensado dois grupos de possíveis usuários de rampas portáteis que realmente precisariam do objeto para facilitar seu dia-a-dia, e foi executada uma descrição detalhada deles para ficarem bem definidos. Para legitimar o raciocínio feito, a lógica por trás do pensamento foi apresentada à fisioterapeuta D. C. A., com mais de 10 anos de experiência com crianças e adultos com necessidades especiais e, portanto, categorizada como especialista, e foi validada.

Com a definição do público-alvo bem delimitada, foi possível expandi-lo a mais pessoas, seguindo o conceito de *Universal Design*, englobando ainda mais pessoas, ainda que essas não sejam o foco do desenvolvimento.

3.4. Etapa 4: Coletar os desejos e necessidades de usuários e clientes

Para adquirir as informações a respeito das dificuldades enfrentadas pelos usuários primários ao subir degraus, foi utilizado o método da entrevista individual.

As entrevistas foram feitas baseadas em um roteiro pré-elaborado, ilustrado na Tabela 1, de forma a guiar o entrevistado a contar sua experiência ao empurrar uma cadeira de rodas, as sensações sentidas, o que poderia ajudá-los naquele momento, entre outras, sem de fato mencionar o produto que está sendo desenvolvido, para não influenciar suas respostas. As perguntas foram elaboradas em um sistema de aprofundamento no tema desejado conforme a

progressão da entrevista, além de possuírem uma natureza aberta, para que o entrevistado pudesse contar o máximo possível sobre as situações. O modelo da entrevista pré-elaborada encontra-se no Apêndice A.

Tabela 1 – Roteiro pré-elaborado para entrevistas individuais

Nº	Pergunta
1	Qual a sua experiência empurrando cadeira de rodas? Quem você empurrou, em que ambiente, por quanto tempo...?
2	Quais as dificuldades que você enfrentou ao empurrar uma cadeira de rodas?
3	Você considera mais difícil empurrar a cadeira de rodas dentro ou fora de casa? Por quais motivos?
4	Caso você já tenha empurrado uma cadeira de rodas na rua, você encontrou medidas de acessibilidade?
5	Você já esteve em uma cadeira de rodas? Em caso afirmativo, quais foram suas maiores dificuldades?
6	Quanto a puxar/empurrar a cadeira de rodas com uma pessoa sentada nela, para subir degraus ou desníveis, você sentiu dificuldade na realização da tarefa? Quais foram elas?
7	Caso existisse um produto que te auxiliasse a subir um degrau, quais as características que ele deveria ter?
8	Quanto você pagaria no produto anterior?

Fonte: produção do próprio autor

Foram identificadas 8 pessoas, através de contatos pessoais, com experiência em empurrar cadeiras de rodas, sendo que 2 delas também possuem experiência em andar no veículo e levando em consideração que possuíam idades, gêneros e naturalidades diferentes (aspecto importante considerando que cidades diferentes possuem arquiteturas diferentes) e se encaixavam no público-alvo, conforme a Tabela 2, para serem feitas as entrevistas.

Tabela 2 – Informações sobre as pessoas entrevistadas para coleta de informações

Nome	Gênero	Idade	Naturalidade
Juliana	Feminino	43	Araraquara, SP
Vinícius	Masculino	26	Araraquara, SP
Débora	Feminino	52	Araraquara, SP
Carlos	Masculino	50	Araraquara, SP
Mateus	Masculino	24	Passos, MG
Ellen	Feminino	51	Avaré, SP
Giana	Feminino	54	Campinas, SP

Fonte: produção do próprio autor

Por questão de respeito ao protocolo de saúde estipulado em tempos de pandemia do vírus Covid-19 e por motivos de distanciamento geográfico entre o entrevistador e os entrevistados, todas as entrevistas foram realizadas pelo aplicativo de chamada de vídeo do Google, o Meet, que serviu a seu propósito e não apresentou falhas ou avarias, igualando o método utilizado a uma conversa presencial.

Durante as entrevistas online, o entrevistador anotou os pontos chaves de cada resposta no próprio roteiro pré-elaborado, criando assim um arquivo para cada pessoa, e depois releu os mesmos para observar as informações e analisá-las.

3.5. Etapa 5: Estabelecer requisitos dos clientes do produto inclusivo

Baseado nas entrevistas realizadas com as pessoas selecionadas, pôde-se perceber um padrão nas respostas, mesmo que a experiência de cada entrevistado tenha sido diferente em certo nível. Dessa forma, durante a leitura de cada arquivo do roteiro pré-elaborado feito, eram anotadas todas as dores (necessidades que o usuário possui e que não são satisfeitas) que, até aquele momento, eram inéditas, para realizar um banco de informações.

Uma vez agrupadas as dores e dadas suas devidas explicações, baseadas no que foi falado pelo público-alvo, foram inferidos os requisitos dos clientes, que, segundo a NBR ISO 9000 (ABNT, 2000, p.3), são as características do produto que satisfazem suas necessidades ou dores, e dispostos em uma tabela. Além disso, os requisitos foram agrupados em categorias para uma visualização holística (ROZENFELD et al., 2006, p.220).

3.6 Etapa 6: Definir os requisitos de projeto do produto

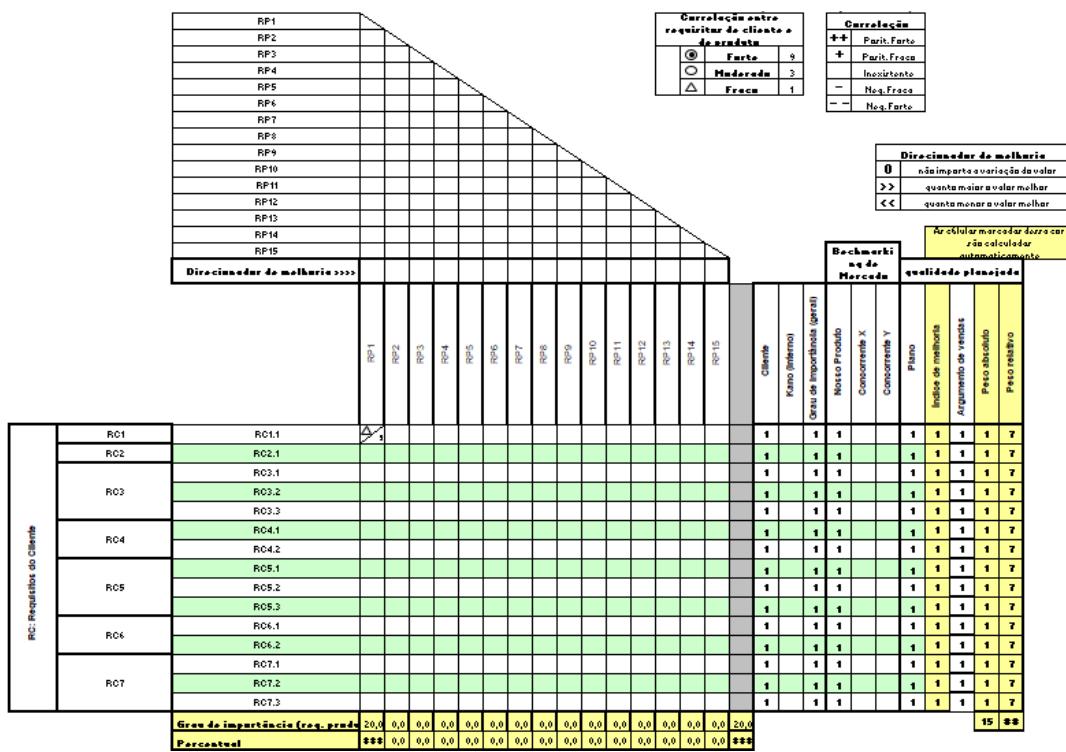
Os requisitos de projeto do produto, ou somente requisitos do produto, são as características mensuráveis e técnicas dadas ao produto apoiadas nos requisitos dos clientes. Levando isso em consideração, fundamentado nos requisitos encontrados na Seção 3.5, além de observações feitas a partir da análise do *benchmarking* realizado, foi confeccionada uma tabela colocando os conceitos lado a lado para mostrar cada origem, com a descrição dos motivos de tais escolhas.

Com todas as informações prontas, *benchmarking*, requisitos dos clientes e dos requisitos do produto, coloca-se todas elas no QFD (*Quality Function Deployment*), uma ferramenta japonesa com a função de estabelecer relações entre os componentes citados, documentar dados, verificar conflito entre requisitos e dificuldades técnicas para a realização dos mesmos (ROZENFELD et al., 2006, p.227).

Para montar o QFD, acrescenta-se os requisitos dos clientes na parte inferior esquerda, os requisitos do produto ao centro na parte superior e o *benchmarking* de todos os produtos pesquisados à direita, e assim se obtém o método estruturado. Com todos os rótulos montados, faz-se então uma relação matricial entre os mesmos para observar o grau de impacto que eles apresentam entre si, sendo esse valor originado da interpretação das respostas das entrevistas realizadas na Seção 3.4 e de suposições lógicas.

O modelo de QFD utilizado nesse trabalho é o de Akao (2004). Seu *template* em branco pode ser observado na Figura 14. Salienta-se que todas as informações adicionadas no QFD presente nos resultados foram de implementação do autor desse trabalho.

Figura 14 – Modelo de QFD em branco



Fonte: Akao (2004).

3.7. Etapa 7: Analisar produtos concorrentes

Possuindo os requisitos dos clientes a serem priorizados, sendo eles: “Fácil armazenagem”, “Fácil transporte”, “Variação de inclinação”, “Resistência” e “Preço acessível”, volta-se ao benchmarking para selecionar os produtos que melhor preenchem essas condições e observar quais os componentes presentes neles que os tornam especiais em determinadas categorias. Em cada requisito foram escolhidos os 3 produtos que melhor se encaixam (com maiores notas na escala Likert), de acordo com a comparação de concorrentes presente no QFD.

A análise foi feita através de uma tabela, para facilitar a visualização, e foram instituídas 3 colunas: a primeira se trata do número do produto juntamente com sua foto para ilustrar; a segunda apresenta a característica fundamental que faz o objeto se destacar na categoria; e a terceira é uma observação contendo a análise do porquê ele se sobressai e guia o desenvolvimento desse trabalho em relação a como se igualar ou ultrapassar os concorrentes.

3.8. Etapa 8: Estabelecer as especificações de projeto do projeto inclusivo

Com o suporte das análises feitas no QFD, dos componentes observados na Seção 3.7, através da comparação dos principais produtos concorrentes por cada requisito, e da norma ISO 9050 (ABNT, 2015), foi realizada uma tabela com as especificações-meta, ou seja, informações quantitativas que o produto deverá possuir quando pronto, baseado nos requisitos do produto (ROZENFELD et al., 2006, p.225). Na tabela, foram colocados os 3 principais requisitos do produto encontrados: “Otimização do design quanto ao material”, “Dimensões reduzidas” e “Sistema de acoplamento à cadeira”, sua especificação e unidade, o valor objetivado e um comentário sobre o porquê daquele número ter sido escolhido.

Os valores colocados na tabela foram estipulados seguindo uma das 3 formas: baseado no que os produtos vistos na Seção anterior apresentam como medida, de forma a apresentar números mais vantajosos, em relação a valores trazidos na norma ISO 9050 (ABNT, 2015), e que devem ser respeitados, e por meio de cálculos.

Apesar de serem simples, foram realizados e descritos os cálculos que determinam a inclinação da rampa, obtida pela Fórmula 1, e da força de resistência do sistema de acoplamento, Fórmula 2, representada na própria tabela

$$i = (h * 100) / l \quad (1)$$

$$\text{força de resistência} = \text{massa da rampa} * \text{gravidade} \quad (2)$$

3.9. Etapa 9: Modelar funcionalmente o produto inclusivo

Nesta etapa, busca-se entender todas as principais funções e subfunções que a rampa portátil em desenvolvimento pode exercer e como elas se relacionam. Um jeito prático e visual de entender essas relações mencionadas é através da elaboração de um Diagrama FAST, que é um esquema em formato de árvore horizontal usado para se obter o objetivo descrito acima. Através de perguntas como “Como?” e “Por que?” é possível realizar um brainstorming e organizar as informações de funcionalidade obtidas de forma lógica e representadas da esquerda para a direita (ROZENFELD et al., 2006, p.243).

Além disso, como é requisitado encontrar funcionalidades inclusivas, devido ao escopo do projeto, utiliza-se da Tabela 3 desenvolvida por Alvarenga (2006) para auxiliar na formulação dessas funções.

Tabela 3 - Funções de inclusividade

Verbo	Substantivo	Verbo	Substantivo
Melhorar	Aparência	Permitir	Regulagem
Tornar	Atraente	Prover	Acessibilidade
Ter	Usabilidade	Prover	Adaptabilidade
Aumentar	ACEITABILIDADE	ELIMINAR	Complexidade
Ser	Ergonômico	MAXIMIZAR	Legibilidade
Ser	Simples	APRESENTAR	Informação redundante
Ser	Seguro	Prover	Contraste
Oferecer	ESTABILIDADE	Prover	Compatibilidade
Oferecer	Feedback	IMPEDIR	Segregação
Ser	Barato	REDUZIR	Esforço
Amplificar	Saídas	PREVENIR	Erros
Facilitar	Precisão	MINIMIZAR	Ação repetitiva
Ser	Confortável	Permitir	Multiuso

Fonte: Alvarenga (2006)

3.10. Etapa 10: Desenvolver princípios de solução

Mapeadas todas as possíveis funções da rampa portátil inclusiva, deseja-se encontrar quais as soluções que as trariam a realidade. Para isso, foram utilizadas combinadamente as ferramentas de *brainstorming* e da Matriz Morfológica, que, de acordo com Rozenfeld et al. (2006, p.249) é um método estruturado usado para gerar um grande número de alternativas de solução para o problema do projeto, criando assim uma tabela.

Os princípios pesquisados foram derivados de uma análise dos componentes que os produtos concorrentes usam e o que funciona, como já estudado, e, através do *brainstorming*, foi possível chegar em alternativas ainda não utilizadas no mercado atual de rampas portáteis. De forma a ilustrar os princípios, foram colocadas imagens que sugerissem uma configuração para que o produto exerça determinada função, mas que não necessariamente seja idêntica à da foto.

3.11. Etapa 11: Desenvolver as alternativas de solução para o produto

Nesta fase do desenvolvimento do produto, foi feita a proposta de algumas versões para a rampa portátil, tentando juntar dispositivos ou ferramentas que fazem sentido estarem

juntas em um objeto, escolhendo os princípios de solução pensados anteriormente, de modo a corresponder aos requisitos dos clientes e dos produtos já estudados. A partir das alternativas criadas, julga-se a mais apropriada apresentando justificativas.

3.12. Etapa 12: Definir a arquitetura

Para tornar visível a alternativa de solução para o design do produto proposta, foi utilizado o *software* de desenho assistido por computador (CAD) Solid Edge. A arquitetura do produto foi feita por meio de cálculos baseados em dimensões das cadeiras de rodas padrões, sendo que essas informações foram adquiridas de estudos antropométricos feitos por Tilley e Dreyfuss (1993) e na norma NBR 9050 (ABNT, 2015), que fala sobre a acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

3.13. Etapa 13: Realizar viabilidade econômica

Conforme descrito no escopo do trabalho presente na introdução da Metodologia, a viabilidade econômica não foi abordada neste estudo da viabilidade. Somente a parte técnica do produto em desenvolvimento foi descrita.

4. RESULTADOS

4.1. Etapa 1: Benchmarking

Partindo do crivo realizado para a escolha dos produtos mais interessantes para serem comparados e observados quanto ao que os tornam desejáveis, foi feita a Tabela 4 de compilação abaixo.

Tabela 4 – *Benchmarking* de produtos

Imagen do produto	Especificações técnicas
 Fonte: Amazon (2021)	Produto 1 Vendedor: Amazon Marca: Kweilin Material: polipropileno (PP) Dimensão (Comprimento x Largura x Altura): 51 x 21 x 5 cm Variação de altura: não existente Capacidade de carga: 300 kg Peso: 0,55 kg Preço: R\$194,76
 Fonte: Mercado Livre (2021)	Produto 2 Vendedor: Lumix-Pro via Mercado Livre Marca: Tagg Material: PVC Dimensão (C x L x A): 130 x 70 x 8,5 cm Variação de altura: existente Capacidade de carga: 200 kg Peso: 9,96 kg Preço: R\$784,10
 Fonte: Mercado Livre (2020)	Produto 3 Vendedor: Romanaweb via Mercado Livre Marca: Metal Romana Material: alumínio Dimensão (C x L x A): 62,5 x 14 x 18 cm Variação de altura: existente, 4 estágios Capacidade de carga: 250 kg Peso: não encontrado Preço: R\$580,00

Imagen do producto	Especificações técnicas
 Fonte: Mercado Livre (2018)	Produto 4 Vendedor: Irmãos Fredi via Mercado Livre Marca: Romana Ferro e Aço Material: ferro Dimensão (C x L x A): 150 x 16,5 x 50 cm Variação de altura: existente Capacidade de carga: 110 kg Peso: 10,4 kg Preço: R\$910,00
 Fonte: AliExpress (2021)	Produto 5 Vendedor: AliExpress Marca: não encontrado Material: não encontrado Dimensão (C x L x A): 56 x 75 x 5,5 cm Variação de altura: existente Capacidade de carga: 300 kg Peso: 4,5 kg Preço: R\$462,72
 Fonte: AliExpress (2021)	Produto 6 Vendedor: AliExpress Marca: JayCreer Material: não encontrado Dimensão (C x L x A): 80 x 25 x 6,5 cm Variação de altura: existente Capacidade de carga: 300 kg Peso: não encontrado Preço: R\$374,44

Imagen do produto	Especificações técnicas
 Fonte: Mercado Livre (2021)	Produto 7 Vendedor: Lumix-Pro via Mercado Livre Marca: Tagg Material: borracha Dimensão (C x L x A): 90 x 61 x 10,2 cm Variação de altura: não existente Capacidade de carga: 680 kg Peso: não encontrado Preço: R\$1482,40
 Fonte: Magazine Luiza (2021)	Produto 8 Vendedor: Magazine Luiza Marca: Romana Material: aço carbono Dimensão (C x L x A): 150 x 21 x 40 cm Variação de altura: existente Capacidade de carga: 140 kg Peso: 13 kg Preço: R\$948,10

Fonte: produção do próprio autor

Nesta etapa, o *benchmarking* foi produzido a título de apresentar um banco de dados dos produtos disponíveis no mercado, tendo sido feita a análise comparativa entre eles mais à frente nas Etapas 2 e 7.

4.2. Etapa 2: Meta

As rampas portáteis para cadeirantes ainda são objetos pouco conhecidos, e mesmo existindo uma grande oferta de modelos no mercado, é um segmento pouco explorado no país. Cada tipo de rampa existente apresenta uma característica específica que a beneficia, seja o preço, a portabilidade, a combinação do material com seu projeto, etc. Ainda assim, existe oportunidade de melhoria em cada uma delas, o que abre margem para a confecção deste projeto.

No Brasil, o produto deve seguir a norma NBR 9050 (ABNT, 2015), por mais que alguns dos modelos presentes no mercado, que foram estudados, não a sigam. Este ponto se

torna um fator importante para a comercialização do produto e para o seu *design* de um modo geral, uma vez que as dimensões são limitantes no projeto, e consequentemente, um desafio para sua portabilidade, pois há uma dificuldade de transporte e armazenamento, gerando oportunidades para inovação.

A condição do dimensional, já citada, somado ao material utilizado e a necessidade de resistência mecânica, por precisar suportar durante alguns segundos o peso somado de uma pessoa e da cadeira de rodas, tornam o produto inacessível por dois motivos: pelo custo de compra do mesmo, sendo que as rampas aparentemente mais resistentes possuem preço superior a diversos modelos de cadeiras de rodas, e por seu peso, que o torna ergonomicamente inviável.

Ao subir um degrau ou a calçada, as pessoas que empurram cadeirantes possuem dificuldade na realização do movimento quanto mais alto for o desnível encontrado, e por mais que esta dimensão seja algo normatizado, na prática são encontradas diferentes alturas arquitetadas. Desse modo, produtos que não se adaptam a essas variações acabam se tornando inúteis devido às restrições do *design*.

Definição da meta:

Levando em consideração todos os problemas observados em rampas portáteis e suas oportunidades de melhoria, deseja-se realizar as etapas iniciais do desenvolvimento de um produto que respeite a norma brasileira NBR 9050, mas que ao mesmo tempo tenha suas dimensões reduzidas, de modo que nem a pessoa que empurra e nem a pessoa em situação de cadeira de rodas fiquem incomodadas com a utilização do objeto, que seja resistente, de fácil transporte e armazenagem, com um preço acessível, e seja adaptável às condições do ambiente, para permitir acessibilidade e inclusão.

4.3. Etapa 3: Públícos-alvo

Conversando com uma profissional da saúde (informação verbal), a fisioterapeuta D. C. A., foi percebida a presença de dois públicos-alvo: acompanhantes de pessoas em situação de cadeira de rodas que não possuem condições de se locomover sozinhos e Instituições de Longa Permanência, popularmente chamadas de casas de repouso.

Segundo a definição de Abras, Maloney-Krichmar e Preece (2004), o usuário primário do produto a ser desenvolvido, ou seja, aquele que realmente utiliza o objeto, também

considerado como o público-alvo, é o acompanhante da pessoa que está em situação de cadeira de rodas e que não possui condições de se locomover sozinho, aquele que empurra, e este último, consequentemente, vai ser o usuário secundário, que utilizará o produto através de um intermediário. Os usuários foram escolhidos dessa forma pois cadeirantes com autonomia normalmente não necessitam rampas de acesso para degraus pequenos, uma vez que eles conseguem se equilibrar sobre as rodas traseiras e subir os desníveis sem auxílio externo.

Pessoas em cadeiras de rodas com dificuldade de locomoção, sejam idosos dependentes, crianças pequenas, tetraplégicos, portadores de Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) em estágio avançado, paralisia cerebral, distrofia, Esclerose Múltipla, entre outros, possuem sempre acompanhantes para empurrar suas cadeiras, e estes são os verdadeiros incomodados com a situação de subir degraus.

De forma a se aprofundar no detalhamento dos usuários primários, seguem algumas características deduzidas e validadas pela especialista citada:

- Pessoas da classe B e C, devido ao fato do produto ser economicamente acessível e por frequentar espaços onde a acessibilidade não atende as necessidades. Pessoas da classe A foram excluídas por possivelmente contratarem profissionais para servirem de acompanhantes ao cadeirante, e consequentemente não possuírem as dores observadas, e por frequentarem lugares com acessibilidade;
- Possuem uma relação de proximidade com o cadeirante, logo sentem as dores ao empurrar o veículo;
- Gênero: independe, tanto homens quanto mulheres precisam realizar esforço ao passar por desníveis;
- Idade: Idade adulta, situada na População Economicamente Ativa (PEA), pois há a necessidade de vigor ao empurrar uma cadeira de rodas, algo mais escasso em idosos;
- Localização: zona urbana em qualquer região do Brasil, devido a existência de arquitetura irregular em espaços públicos e domésticos.

Em relação ao segundo público, as Instituições de Longa Permanência, por mais que elas sejam reguladas pela Anvisa (RDC 283/2005), que garante boas condições de moradia aos idosos, e com isso a acessibilidade àqueles que precisam, frequentemente os idosos são levados para fora da habitação em passeios e para o INSS para realizar prova de vida. Como, ao sair do ambiente da casa, os cuidadores que empurram as cadeiras de rodas têm que enfrentar os desafios do espaço público, suas dores em relação ao terreno são grandes, e como a instituição

responsável, seja governamental ou privada, gostaria de proporcionar uma boa qualidade de trabalho a seus funcionários, eles se adequam ao perfil.

Buscando se encaixar no conceito de *Universal Design*, entende-se que, levando em consideração as grandes limitações do público citadas acima, pois os cuidadores carregam pessoas pesadas e com problemas de saúde, usuários como pessoas que usam carriolas ou carrinhos de carga e pais com carrinhos de bebê, conseguiriam também se beneficiar da rampa portátil, uma vez que suas restrições de uso são menores e são englobadas pelo primeiro público citado.

4.4. Etapa 4: Entrevistas

A partir das entrevistas feitas foi possível confirmar algumas das informações deduzidas, como:

- A descrição do usuário secundário: doenças que os acometem e condições em que se encontram;
- Os locais que o público-alvo frequenta: sendo estes, em sua maioria, locais que não possuem rampas para cadeirantes;
- Principal problema encontrado ao empurrar cadeiras de rodas: existência de obstáculos no caminho, ou seja, degraus e desníveis, e falta de rampas para pessoas em cadeiras de rodas;
- A necessidade de grande esforço para empurrar e puxar para ambos os gêneros;
- As diferenças arquitetônicas entre as cidades: locais onde os acompanhantes têm mais dificuldades mudam de uma cidade para a outra, por exemplo, em Campinas grande parte da dificuldade é encontrada dentro de comércios e ambientes domésticos, enquanto em Avaré isso se dá em ambientes públicos;
- Características do produto a ser desenvolvido: iguais às descritas na meta
- Preço de aquisição do produto: entre R\$200,00 e R\$400,00
- Entre outros.

Entretanto, o aspecto mais importante da conversa feita com as pessoas selecionadas foi a obtenção de suas dores, apresentadas na Etapa 5.

4.5. Etapa 5: Dores e Requisitos dos clientes

As principais dores observadas ao se empurrar a cadeira passando por obstáculos, como desníveis e degraus, foram agrupadas na Tabela 5. Por mais que existam diversas origens para suas dores, observa-se que grande parte delas poderiam ser resolvidas com o desenvolvimento do produto deste trabalho.

Tabela 5 – Dores do público-alvo

Dores	Explicações
Grande chance de machucar o cadeirante	Ao empurrar a cadeira de rodas em lugares com o piso irregular, por conta da instabilidade, há um receio de machucar a pessoa, que normalmente é frágil
Condições irregulares do piso	Além de existir a dificuldade de subir degraus, muitas vezes ele se encontra desnivelado ou escorregadio
Peso excessivo ao inclinar a cadeira	Inclinando a cadeira de rodas, o peso do cadeirante cai quase inteiro sobre o encosto, tornando difícil de segurar e sustentar
Insegurança ao ficar de costas para obstáculos para puxar a cadeira	Para subir em degraus, recomenda-se que o guia da cadeira fique de costas para o obstáculo e puxe ela desnível acima. Entretanto ao ficar de costas para o obstáculo a pessoa perde seu campo de visão e, consequentemente, sua segurança
Altura variável de degraus	Os degraus encontrados não são do mesmo tamanho, logo, para alturas maiores, maior o esforço necessário
Auxílio de outra pessoa para subir degraus	Com o peso do cadeirante na cadeira, muitas vezes uma pessoa só não tem a força suficiente para puxá-la degrau acima, sendo necessária a presença de mais um indivíduo para levantar o veículo
Transmissão de insegurança para o cadeirante	Ao inclinar a cadeira, é comum a sensação para o cadeirante de que ele vai cair, o que pode atrapalhar o acompanhante devido a interação com o mesmo
Falta de conhecimento sobre como subir degraus	Como subir um degrau empurrando uma cadeira de rodas não é comumente ensinado, muitas pessoas não têm o conhecimento para realização desta tarefa
Produtos para subir degraus	Muitas vezes os materiais que compõem os produtos

Dores	Explicações
pesam muito	apresentam uma alta densidade e que, somados ao tamanho do aparelho, causam um peso excessivo
Produtos para subir degraus são difíceis de transportar	Por apresentarem tamanhos grandes e não possuírem alças, carregar o produto para um lugar distante se torna um incômodo
Produtos para subir degraus são frágeis	Produtos baratos normalmente são feitos de materiais pouco resistentes e acabam quebrando com pouco tempo de uso, o que se torna perigoso
Produtos para subir degraus são muito grandes	Para se adaptar a diferentes alturas os produtos são projetados em tamanhos grandes, dificultando o armazenamento ao transportá-lo
Produtos para subir degraus são caros	Devido aos materiais e as tecnologias usadas, os produtos ficam caros e saem do orçamento de pessoas das classes B e C

Fonte: produção do próprio autor

Em seguida, utilizando como base as dores observadas a partir da realização das entrevistas, foram gerados os requisitos dos clientes conforme mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Requisitos dos clientes baseados em suas dores

Categorias	Requisitos dos Clientes	Dores
Propriedade	Fácil transporte	Produtos para subir degraus são difíceis de transportar
	Variação de inclinação	Altura variável de degraus
		Peso excessivo ao inclinar a cadeira
		Auxílio de outra pessoa para subir degraus
	Piso antiderrapante e nivelado	Condições irregulares do piso
	Leve	Produtos para subir degraus pesam muito
Desempenho funcional	Estável	Grande chance de machucar o cadeirante

Categorias	Requisitos dos Clientes	Dores
		Transmissão de insegurança para o cadeirante
Fator humano	Fácil de usar	Insegurança ao ficar de costas para obstáculos para puxar a cadeira
		Falta de conhecimento sobre como subir degraus
Confiabilidade	Resistente	Produtos para subir degraus são frágeis
Espaço	Fácil armazenagem	Produtos para subir degraus são muito grandes
Recurso	Preço acessível	Produtos para subir degraus são caros

Fonte: produção do próprio autor

Algumas das dores e requisitos encontrados se encaixam em mais de uma categoria, mas, para um melhor entendimento, foi escolhida aquela que melhor os descrevem.

4.6 Etapa 6: Requisitos do produto e QFD

Seguindo a linha das Seções anteriores, foi criada a Tabela 7 para mostrar de forma organizada os requisitos do produto e suas origens.

Tabela 7 – Requisitos do produto baseados nos requisitos dos clientes

Requisitos dos Clientes	Requisitos do Produto	Motivo
Fácil transporte	Sistema de acoplamento à cadeira de rodas	O meio que mais facilita o transporte da rampa até o local que será usado é acoplando esta na cadeira de rodas, pois não haverá esforço adicional do acompanhante além do impulsionamento da cadeira
Variação de inclinação	Sistema de angulação da rampa	Para realizar a inclinação da rampa é necessário colocar um sistema de inclinação com diferentes níveis

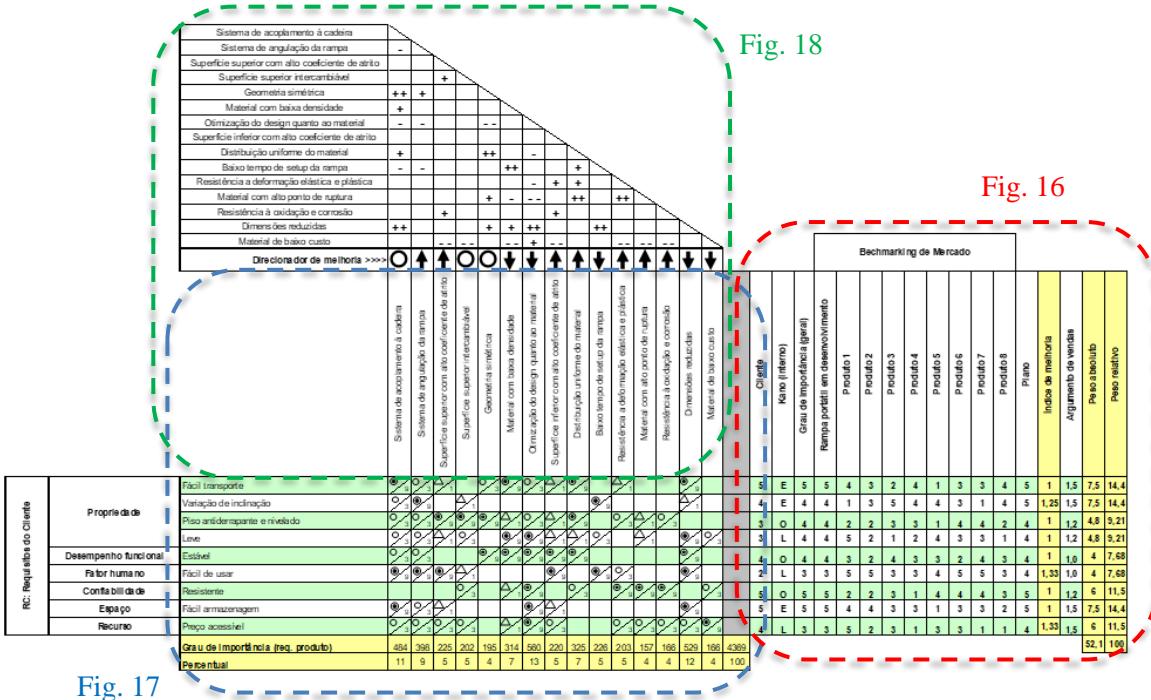
Requisitos dos Clientes	Requisitos do Produto	Motivo
Piso antiderrapante e nivelado	Superfície superior com alto coeficiente de atrito	Quanto maior o atrito da rampa com a cadeira, menor as chances desta deslizar
	Superfície superior intercambiável	Caso a superfície superior da rampa se desgaste, seria necessário a troca dela para que não haja o escorregamento da cadeira
	Geometria simétrica	Uma geometria simétrica em relação ao plano central e paralelo aos lados não permitiria uma superfície desnivelada
Leve	Material com baixa densidade	Para um volume fixo, um material com baixa densidade permite que o produto se torne mais leve
	Otimização do design quanto ao material	Através da otimização do design é possível retirar material de partes do produto que não impactam em sua performance
Estável	Superfície inferior com alto coeficiente de atrito	Quanto maior for o atrito da superfície inferior da rampa com o chão, menor serão as chances da rampa deslizar
	Distribuição uniforme do material	Uma distribuição uniforme do material permite que o baricentro do produto esteja no meio dele
Fácil de usar	Baixo tempo de setup da rampa	Com um baixo tempo de preparação da rampa para ser usada, permite-se que usuários consigam montá-la de forma fácil e intuitiva

Requisitos dos Clientes	Requisitos do Produto	Motivo
Resistente	Resistência à deformação elástica e plástica	Uma alta resistência elástica faz com que o produto não seja flexível quando uma cadeira de rodas está em cima e uma alta resistência plástica permite que o material não se deforme permanentemente sob carga aplicada
	Material com alto ponto de ruptura	O alto ponto de ruptura para um material faz com que ele não ceda sob a aplicação de uma força facilmente
	Resistência à oxidação e corrosão	A oxidação afeta as propriedades mecânicas do material e a corrosão danifica a estrutura dele
Fácil armazenagem	Dimensões reduzidas	Carregar uma rampa portátil em um carro ou em uma cadeira de rodas pode ser algo que ocupa muito espaço, sendo esse escasso na maioria das vezes
Preço acessível	Material de baixo custo	Um material barato (podendo ser feito de material reciclável), ainda que de boa qualidade, torna o valor final do produto menor

Fonte: produção do próprio autor

Em adição aos requisitos do produto, soma-se o benchmarking e os requisitos dos clientes para confeccionar o QFD específico para este trabalho, disposto na Figura 15. O QFD mencionado foi disposto para mostrar a ferramenta de maneira completa, sendo que seus detalhes estão na Figuras seguintes.

Figura 15 – QFD para a rampa portátil



Fonte: produção do próprio autor

Baseando-se no modelo montado, é possível tirar algumas conclusões sobre quais pontos devem ser priorizados e quais não afetam tanto a percepção de um bom produto para os clientes. Começando pelos requisitos do cliente, em detalhes na (Figura 16), percebe-se, de acordo com o peso relativo de cada requisito, resultado de uma análise de grau de importância (com valores de 1 a 5) para cada um dos itens, que os três que mais importam e afetam a qualidade percebida do produto para os usuários são em primeiro lugar a facilidade no transporte, a facilidade na armazenagem e a variação de altura, pois rampas portáteis costumam ser grandes e difíceis de serem manipuladas, e seguidas pela resistência do material e preço acessível.

Figura 16 – Priorização dos requisitos dos clientes através do QFD

Cliente	Kano (interno)	Grau de importância (geral)	Benchmarking de Mercado								Índice de melhoria	Argumento de vendas	Peso absoluto	Peso relativo			
			Rampa portátil em desenvolvimento	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Produto 4	Produto 5	Produto 6	Produto 7							
Fácil transporte	5	E	5	5	4	3	2	4	1	3	3	4	5	1	1,5	7,5	14,4
Variação de inclinação	4	E	4	4	1	3	5	4	4	3	1	4	5	1,25	1,5	7,5	14,4
Piso antiderrapante e nivelado	3	O	4	4	2	2	3	3	1	4	4	2	4	1	1,2	4,8	9,21
Leve	3	L	4	4	5	2	1	2	4	3	3	1	4	1	1,2	4,8	9,21
Estável	4	O	4	4	3	2	4	3	3	2	4	3	4	1	1,0	4	7,68
Fácil de usar	2	L	3	3	5	5	3	3	4	5	5	3	4	1,33	1,0	4	7,68
Resistente	5	O	5	5	2	2	3	1	4	4	4	3	5	1	1,2	6	11,5
Fácil armazenagem	5	E	5	5	4	4	3	3	1	3	3	2	5	1	1,5	7,5	14,4
Preço acessível	4	L	3	3	5	2	3	1	3	3	1	1	4	1,33	1,5	6	11,5

Fonte: produção do próprio autor

Partindo para a segunda análise possível de ser feita, relacionada a Figura 17, após ter sido feita a matriz de relacionamento entre os requisitos do cliente e do produto, com uma valoração de 1 a 3 (indicando os graus fraco, moderado e forte, respectivamente), é possível observar no percentual do total do grau de importância que 3 requisitos do produto devem ser priorizados, em ordem decrescente de importância: “Otimização do design quanto ao material”, “Dimensões reduzidas” e “Sistema de acoplamento à cadeira”. Outros pontos como “Sistema de angulação da rampa” e “Material com baixa densidade” têm uma certa relevância entre todos os elencados, por terem um grau de importância próximo dos mencionados anteriormente, mas não foram priorizados.

Figura 17 – Priorização dos requisitos do produto através do QFD

	Sistema de acoplamento à cadeira	Sistema de angulação da rampa	Superfície superior com alto coeficiente de atrito	Superfície superior intercambável	Geometria simétrica	Material com baixa densidade	Otimização do design quanto ao material	Superfície inferior com alto coeficiente de atrito	Distribuição uniforme do material	Baixo tempo de setup da rampa	Resistência à deformação elástica e plástica	Material com alto ponto de ruptura	Resistência à oxidação e corrosão	Dimensões reduzidas	Material de baixo custo
Fácil transporte	○ 9	○ 3	△ 1	○ 3	○ 9	○ 3	△ 1	○ 9	○ 3	△ 1	○ 9	○ 3	△ 1	○ 9	○ 9
Variação de inclinação	○ 3	○ 9	△ 1							○ 9				△ 1	
Piso antiderrapante e nivelado	○ 3	○ 3	○ 9	○ 9	○ 9	○ 9	○ 1	○ 3	○ 1	○ 9	○ 3	○ 1	○ 3	○ 3	
Leve	○ 3	○ 3	△ 1	○ 3	○ 9	○ 9	○ 9	○ 9	○ 9	○ 1	○ 3	○ 1	○ 9	○ 3	
Estável	○ 3	○ 3			○ 9	○ 9	○ 9	○ 9	○ 9					○ 9	
Fácil de usar	○ 9	○ 9	○ 9	△ 1				○ 9	○ 9	○ 9	○ 3	○ 3		○ 9	
Resistente				○ 3	△ 1	○ 1	○ 9	○ 3		○ 9	○ 9	○ 9	○ 9	○ 3	
Fácil armazenagem	○ 9	○ 3	△ 1				○ 9	○ 1						○ 9	
Preço acessível	○ 3	○ 3	○ 3	○ 3	△ 1	○ 9	○ 3			○ 3	○ 3	○ 3	○ 3	○ 3	○ 9
Grau de importância (req. produto)	484	398	225	202	195	314	560	220	325	226	203	157	166	529	166
Percentual	11	9	5	5	4	7	13	5	7	5	5	4	4	12	4
															100

Fonte: produção do próprio autor

Interessante observar que apesar do requisito dos clientes de variação de altura da rampa ter sido priorizado, o requisito do produto do sistema de angulação da rampa não foi. Ainda que pareça ser contraintuitivo, essa análise condiz com as informações adquiridas nas entrevistas: os usuários não fazem questão da existência de um sistema para mudar o ângulo da rampa, o próprio fato de a rampa poder ser móvel e regulável, conforme a distância que é colocada do degrau, já basta como preenchimento do requisito.

Além disso, importante salientar que alguns dos requisitos do produto, visível na Figura 18, possuem efeitos negativos nos demais, como é o caso do “Material de baixo custo”, uma vez que isso implica em propriedades físicas não muito desenvolvidas do material, como um alto coeficiente de atrito, resistência à deformação, resistência à ruptura, entre outros. Este raciocínio foi levado em conta adiante na priorização dos requisitos do produto.

Figura 18 – Matriz de correlação dos requisitos do produto

Sistema de acoplamento à cadeira	-														
Sistema de angulação da rampa	+														
Superfície superior com alto coeficiente de atrito															
Superfície superior intercambiável		+													
Geometria simétrica	++	+													
Material com baixa densidade	+														
Otimização do design quanto ao material	-	-													
Superfície inferior com alto coeficiente de atrito															
Distribuição uniforme do material	+		++												
Baixo tempo de setup da rampa	-	-		++											
Resistência a deformação elástica e plástica					-										
Material com alto ponto de ruptura					+	-									
Resistência à oxidação e corrosão			+												
Dimensões reduzidas	++				+	+	++								
Material de baixo custo					-	-	+								
Direcionador de melhoria >>>	○	↑	○	○	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↓
	Sistema de acoplamento à cadeira	Sistema de angulação da rampa	Superfície superior com alto coeficiente de atrito	Superfície superior intercambiável	Geometria simétrica	Material com baixa densidade	Otimização do design quanto ao material	Superfície inferior com alto coeficiente de atrito	Distribuição uniforme do material	Baixo tempo de setup da rampa	Resistência a deformação elástica e plástica	Material com alto ponto de ruptura	Resistência à oxidação e corrosão	Dimensões reduzidas	Material de baixo custo

Fonte: produção do próprio autor

4.7. Etapa 7: Comparação de produtos

O melhor jeito de comparar produtos no caso deste trabalho é colocando-os lado a lado e elencando as características que os fazem serem exaltados, logo, seguem as Tabelas 8, 9, 10, 11 e 12 com tal comparação e análises feitas.

Tabela 8 – Comparação de produtos quanto à fácil armazenagem

Produto	Dimensão	Observação
 Fonte: Amazon (2021)	51 x 21 x 5 cm	No que tange o armazenamento, deduz-se que quanto menor o objeto, mais fácil é guardá-lo. Apesar do produto 1 ser o menor entre eles, os produtos 2 e 6 apresentam um formato que se assemelha a de uma placa, tornando sua armazenagem mais fácil, pois eles ocupam um volume menor
 Fonte: Mercado Livre (2021)	130 x 70 x 8,5 cm	
 Fonte: AliExpress (2021)	80 x 25 x 6,5 cm	

Fonte: produção do próprio autor

Tabela 9 – Comparação de produtos quanto ao fácil transporte

Produto	Característica	Observação
 Fonte: Amazon (2021)	Não apresenta alça Peso: 0,55 kg	Os produtos 4 e 8 são os mais pesados dentre os escolhidos, porém eles apresentam alças, que auxiliam em segurar o objeto por longas distâncias ou longo tempo. Já o produto 1 apresenta a vantagem de ser extremamente leve, menos de

Produto	Característica	Observação
Produto 4  Fonte: Mercado Livre (2018)	Apresenta alça Peso: 10,4 kg	1 kg, que mesmo não apresentando alças, permite que o usuário o transporte sem fazer esforço
Produto 8  Fonte: Magazine Luiza (2021)	Apresenta alça Peso: 13 kg	

Fonte: produção do próprio autor

Tabela 10 – Comparação de produtos quanto à variação de inclinação

Produto	Variação de altura	Observação
 Fonte: Mercado Livre (2020)	Sistema de variação em 4 níveis	O sistema de variação da angulação da rampa em níveis é o mais complexo dentro os produtos escolhidos, porém, além dele não ser tão valorizado como analisado no final da tarefa 6, ele negligencia as alturas intermediárias, sendo que os produtos 4 e 8 abrangem
 Fonte: Mercado Livre (2018)	Ajuste manual	
 Fonte: Magazine Luiza (2021)	Ajuste manual	

Fonte: produção do próprio autor

Tabela 11 – Comparação de produtos quanto à resistência deles

Produto	Capacidade de carga	Observação
 Fonte: AliExpress (2021)	300 kg	Os principais fatores que influenciam os produtos dispostos a esquerda suportarem cargas tão grandes são a composição deles, os materiais de constituição são extremamente resistentes a carga distribuída, e a geometria

Produto	Capacidade de carga	Observação
 Fonte: AliExpress (2021)	300 kg	
 Fonte: Mercado Livre (2021)	680 kg	

Fonte: produção do próprio autor

Tabela 12 – Comparação de produtos quanto ao preço acessível

Produto	Preço	Observação
 Fonte: Amazon (2021)	R\$194,76	Por mais que estes sejam os produtos mais baratos, observa-se que os valores já começam em um patamar alto, podendo ser uma oportunidade de ação. Mesmo que o produto 1 seja o mais barato entre eles, é acessível para as classes B e C, conforme previamente descrito, seu preço não condiz com as características do objeto, que é extremamente simples
 Fonte: AliExpress (2021)	R\$462,72	

Produto	Preço	Observação
 Fonte: AliExpress (2021)	R\$374,44	

Fonte: produção do próprio autor

4.8. Etapa 8: Especificações-meta

Abaixo, está situada a Tabela 13 com a definição dos valores meta para cada requisito do produto priorizado. Cabe-se dizer que os requisitos “Sistema de angulação da rampa” e “Material com baixa densidade” não foram colocados, pois o primeiro, como observado na matriz de correlação do QFD, pode apresentar efeitos negativos nos pontos priorizados, e o segundo não possui um grau de importância elevado quando comparado aos descritos acima.

Tabela 13 – Especificações-meta da rampa portátil

Classificação	Requisitos do produto	Unidade	Especificação	Valor meta	Comentário
1	Otimização do design quanto ao material	quilograma [kg]	Peso da rampa	< 10 kg	Levando em consideração que a maioria das rampas está na faixa dos 10 kg, a meta seria fazer mais leve que este valor para se tornar um diferencial competitivo
2	Dimensões reduzidas	centímetro [cm]	Comprimento	90 cm	A norma ISO 9050 (ABNT, 2015) recomenda que a dimensão de referência para cadeirantes andarem em linha reta seja de 90cm, e como queremos as dimensões reduzidas estipula-se como a meta

Classificação	Requisitos do produto	Unidade	Especificação	Valor meta	Comentário
3	Sistema de acoplamento à cadeira	Grau [°]	Largura Aberta	180 cm	Segundo a ISO 9050 (ABNT, 2015) degraus podem ter no máximo 18 cm de altura, e usando as fórmulas apresentadas nela, e mostradas abaixo, chegamos ao valor da largura
			Altura Máxima	18 cm	Com esse valor, o produto seria capaz de permitir que as pessoas em cadeiras de rodas sejam transportadas por todas as alturas de degraus no Brasil
			Ângulo	5,74	Maior angulação possível respeitando a porcentagem de inclinação dadas as proporções, que seria de 10% para rampas provisórias, segundo a norma
3	Sistema de acoplamento à cadeira	Força [N]	Força de resistência ao peso	98,1	Como a rampa terá o peso menor que 10 kg, espera-se que o sistema de acoplamento à cadeira resista ao seu peso (força de resistência = massa da rampa * gravidade). g = 9,81

Fonte: produção do próprio autor

Cálculos realizados para a rampa portátil baseados na norma NBR 9050 (ABNT, 2015):

$$i = (h * 100) / l$$

i é a inclinação, expressa em porcentagem (%). i = 10% (a rampa portátil é considerada uma rampa provisória, logo utiliza-se esse valor)

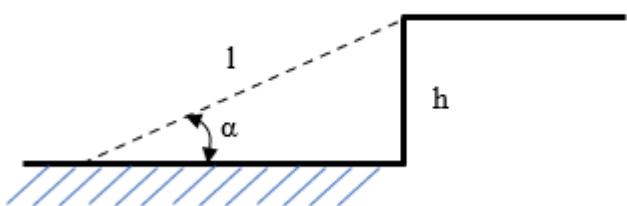
h é a altura do desnível; h = 0,18 m

l é a largura da projeção horizontal.

$$10 = (0,18 \cdot 100) / 1 \rightarrow 1 = 1,80 \text{ m} = 180 \text{ cm}$$

Como temos um triângulo retângulo, representado pela Figura 19, pode-se calcular o ângulo de inclinação da mesma:

Figura 19 – Simulação da inclinação da rampa quando colocada em um desnível



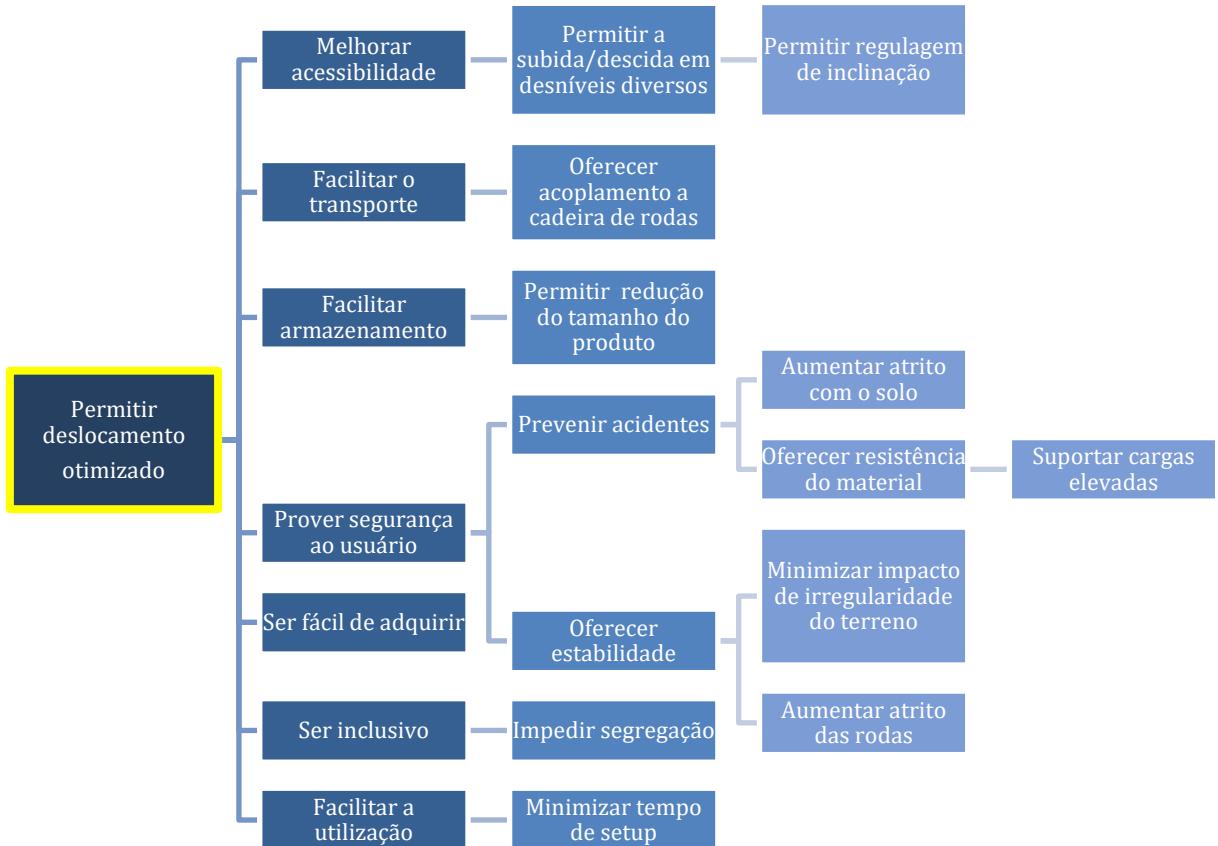
Fonte: produção do próprio autor

$$\begin{aligned} \operatorname{sen}(\alpha) &= h/l \rightarrow \operatorname{arcsen}(h/l) = \alpha \rightarrow \operatorname{arcsen}(18/180) = \alpha \\ \alpha &= 5,74^\circ \end{aligned}$$

4.9. Etapa 9: Diagrama FAST

Representando as funções da rampa portátil inclusiva de modo intuitivo, foi criado o Diagrama FAST da Figura 20. As funções identificadas foram criadas baseadas nos requisitos dos clientes, ou seja, como o produto poderia atingir as expectativas dos usuários, e, como foi demonstrado no diagrama, a função primária, mais à esquerda, é definida por “Permitir deslocamento otimizado”.

Figura 20 – Diagrama FAST para a rampa portátil



Fonte: produção do próprio autor

Consegue-se perceber que as funções “Prover segurança ao usuário” e “Melhorar acessibilidade” desempenham papéis importantes, pois guiam o surgimento de outras atribuições de finalidade ao produto. Essa análise está de acordo com alguns dos requisitos dos clientes classificados como mais importantes anteriormente, sendo eles “Variação de inclinação” e “Resistente”.

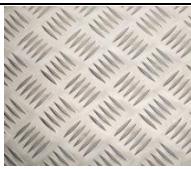
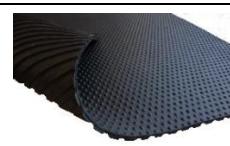
4.10. Etapa 10: Princípios de solução

Para ilustrar os princípios de soluções para as funções pensadas, foi desenvolvida a Matriz Morfológica da Tabela 14. Foram escolhidas situadas nos retângulos de azul mais claro

na Figura 20, uma vez que eles representam o menor nível das funções encontradas e, portanto, apresentarão os princípios de solução mais refinados.

Tabela 14 – Princípios de solução para a rampa portátil

Funções	Princípios de Solução			
Permitir regulagem de inclinação				
Oferecer acoplamento a cadeira de rodas				
Permitir redução do tamanho do produto				
Aumentar atrito com o solo				
Suportar cargas elevadas				
Minimizar impacto de irregularidade do terreno				

Funções	Princípios de Solução			
Aumentar atrito das rodas				
Minimizar tempo de setup	Essa função depende totalmente do dispositivo escolhido para a regulagem da inclinação; não há uma ferramenta específica para essa função			

Fonte: produção do próprio autor

Na Tabela 15, foi colocada a descrição de cada princípio de solução encontrado acima, nas caixas respectivas, para melhor entendimento do leitor a respeito do que cada imagem se refere.

Tabela 15 – Descrições dos princípios de solução para a rampa portátil

Funções	Princípios de Solução			
Permitir regulagem de inclinação	Regulagem em níveis em uma das pontas da rampa	Regulagem por rosca em uma das pontas da rampa	Regulagem a manivela em uma das pontas da rampa	Regulagem manual
	Regulagem total com deslocamento diagonal	Regulagem total com deslocamento horizontal	Regulagem total por ângulo	Regulagem total por níveis
Oferecer acoplamento a cadeira de rodas	Gancho aberto para pendurar no assento	Gancho com fechamento para a manopla	Abertura para encaixe na manopla	Abertura vazada para encaixe na manopla
Permitir redução do tamanho do produto	Dobradiça	Corrediça		
Aumentar atrito com o solo	Material abrasivo artificial em grãos (óxido de alumínio)	Material de borracha antiderrapante		
Suportar cargas elevadas	Padrão triangular – geometria ótima para suportar cargas			

Funções	Princípios de Solução			
Minimizar impacto de irregularidade do terreno	Superfície plana			
Aumentar atrito das rodas	Material abrasivo artificial em grãos (óxido de alumínio)	Padrão antiderrapante	Material de borracha antiderrapante	

Fonte: produção do próprio autor

4.11. Etapa 11: Alternativas de solução

Através dos princípios encontrados, são propostos 4 modelos alternativos para o produto, apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 – Alternativas de solução usando os princípios encontrados

Funções	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Permitir regulagem de inclinação	Regulagem em níveis em uma das pontas da rampa	Regulagem por rosca em uma das pontas da rampa e regulagem manual	Regulagem total com deslocamento horizontal	Regulagem total por níveis
Oferecer acoplamento a cadeira de rodas	Gancho aberto para pendurar no assento	Abertura para encaixe na manopla	Ganho com fechamento para a manopla	Abertura vazada para encaixe na manopla
Permitir redução do tamanho do produto	Corrediça	Dobradiça	Dobradiça	Corrediça
Aumentar atrito com o solo	Material abrasivo artificial em grãos (óxido de alumínio)	Material de borracha antiderrapante	Material de borracha antiderrapante	Material abrasivo artificial em grãos (óxido de alumínio)
Suportar cargas elevadas	Padrão triangular – geometria ótima para suportar cargas	Padrão triangular – geometria ótima para suportar cargas	Padrão triangular – geometria ótima para suportar cargas	Padrão triangular – geometria ótima para suportar cargas

Funções	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Minimizar impacto de irregularidade do terreno	Superfície plana	Superfície plana	Superfície plana	Superfície plana
Aumentar atrito das rodas	Material abrasivo artificial em grãos (óxido de alumínio)	Material de borracha antiderrapante	Padrão antiderrapante	Padrão antiderrapante

Fonte: produção do próprio autor

Após analisar a tabela criada, descarta-se inicialmente as alternativas 1 e 4, pois apresentam soluções difíceis de serem criadas, principalmente no que tange a regulagem de inclinação, que, por mais que sejam boas opções, afetariam as demais características do produto.

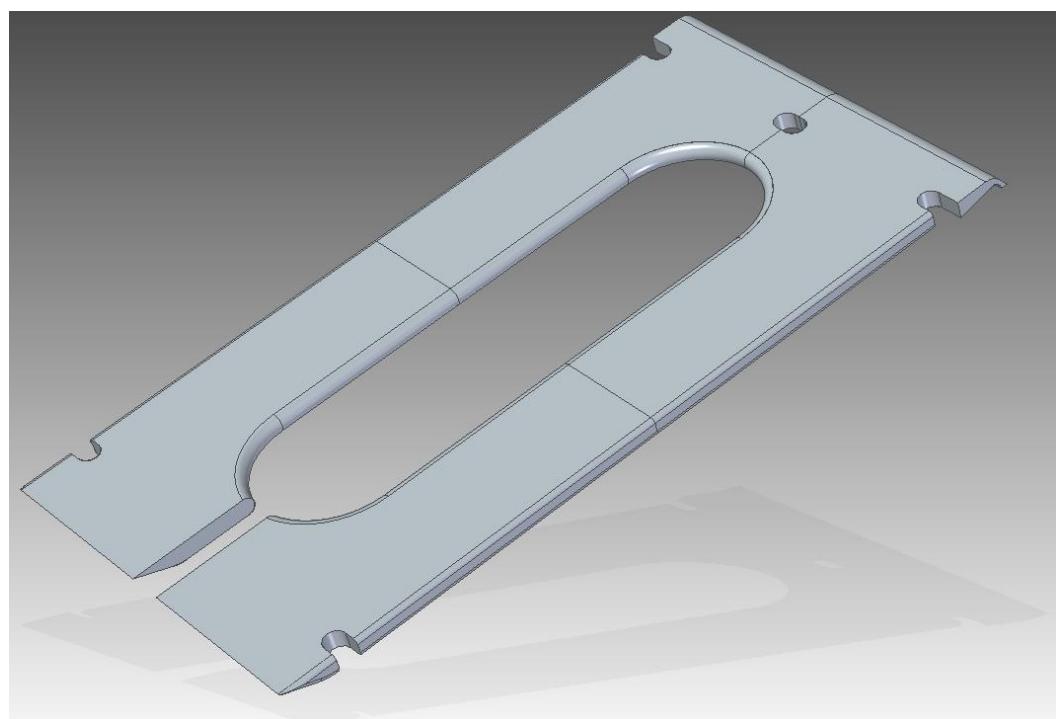
A alternativa 3 é uma ótima opção, especialmente pela regulagem total com deslocamento horizontal, que economizaria espaço no *design* do objeto, otimizando-o. Entretanto, este dispositivo impediria que a rampa portátil reduzisse de tamanho, dobrando ou retraiendo, impactando em um requisito importante que é a fácil armazenagem.

Portanto, escolhe-se a alternativa 2: ela apresenta uma junção de duas ferramentas quanto a regulagem de inclinação, a possibilidade de regular um apoio com rosca para alterar (foi usado na alternativa, pois não afetará o projeto e os demais requisitos do produto) a altura e também de controlar a inclinação da rampa dependendo da distância entre sua ponta e o desnível. Além disso, esse *design* apresenta, suporte em formato de furo para pendurar o produto na cadeira de rodas, dobradiças que farão o objeto se fechar, piso emborrachado e plano e uma geometria triangular quando o apoio com uma rosca estiver sendo usado.

4.12. Etapa 12: Arquitetura

Para conseguir tornar a arquitetura da alternativa 2 em realidade, dividiu-se a rampa em 4 partes, sendo elas similares em pares, porém espelhadas, possível de ser analisado nas Figuras 21 e 22.

Figura 21 – Rampa portátil montada, vista superior



Fonte: produção do próprio autor

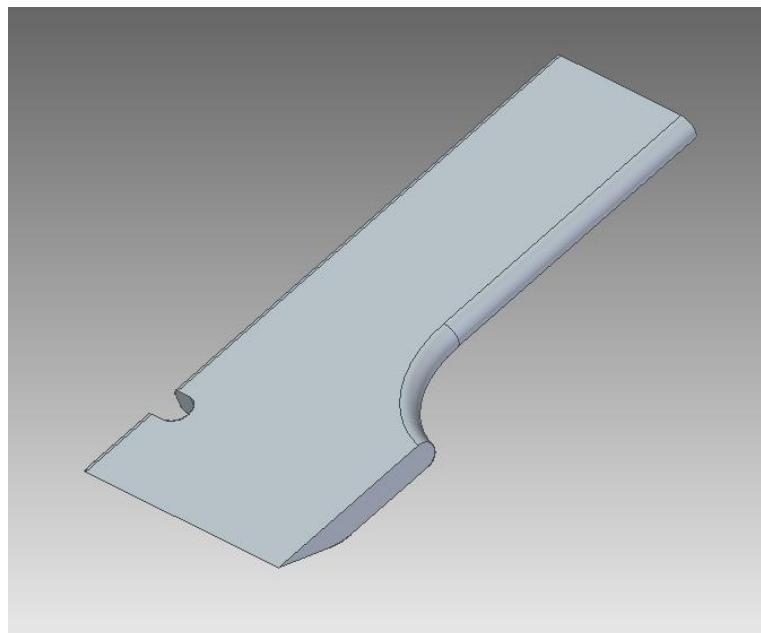
Figura 22 - Rampa portátil montada, vista inferior



Fonte: produção do próprio autor

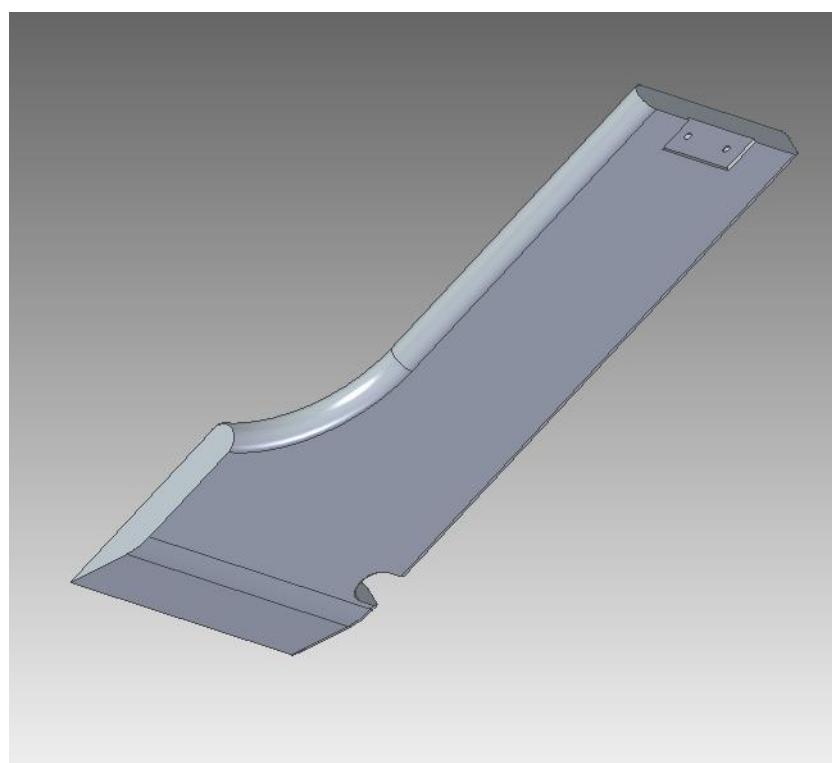
Os pares iguais são os inferiores, que seguem o modelo da Figura 23 e Figura 24, e os superiores, representados na Figura 25 e Figura 26.

Figura 23 – Modelo dos pares inferiores da rampa portátil, vista superior



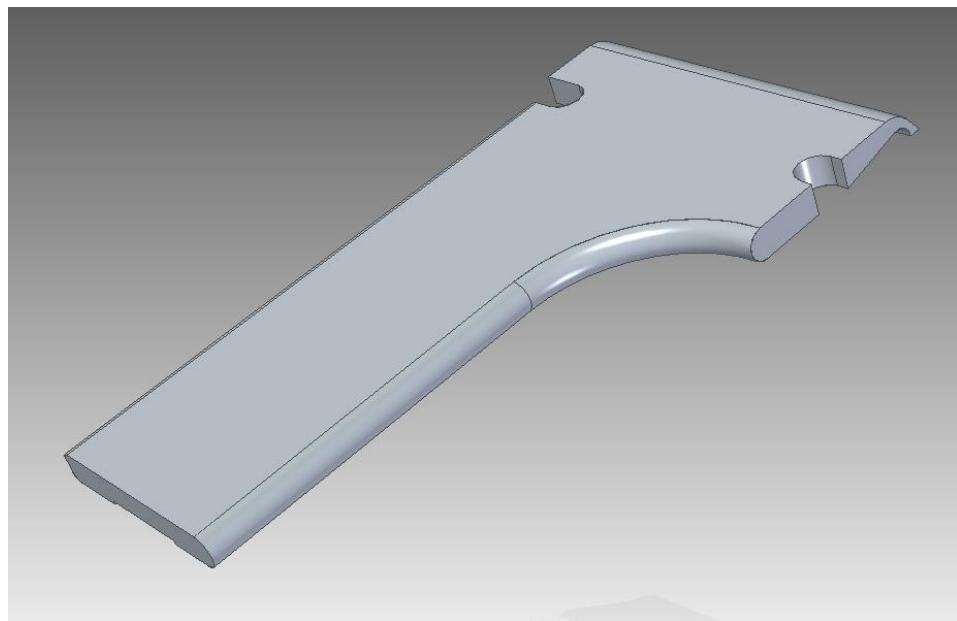
Fonte: produção do próprio autor

Figura 24 - Modelo dos pares inferiores da rampa portátil, vista inferior



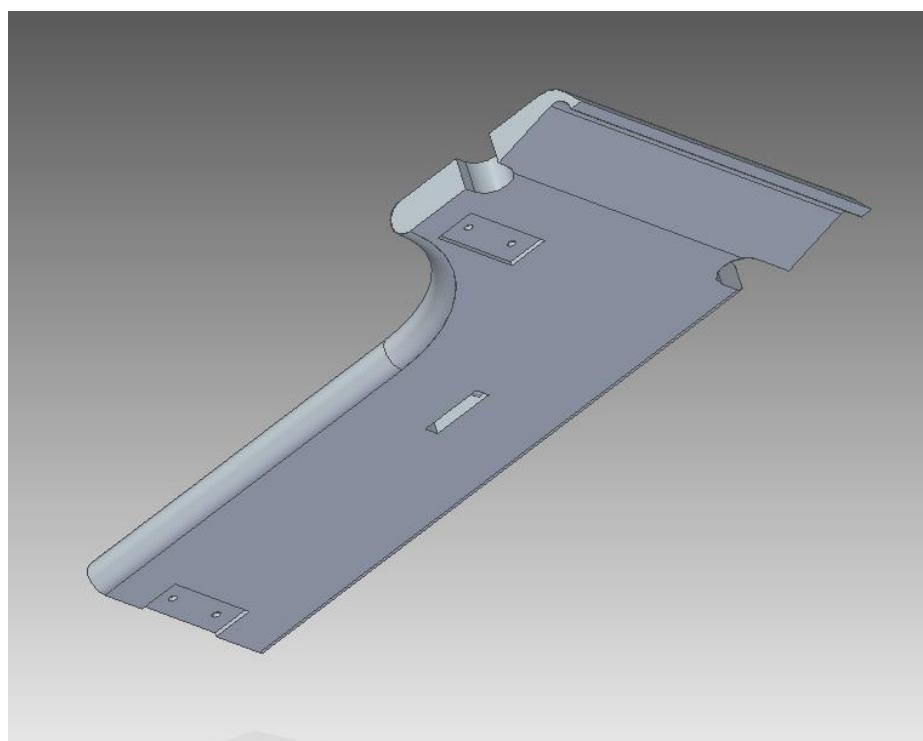
Fonte: produção do próprio autor

Figura 25 – Modelo dos pares superiores da rampa portátil, vista superior



Fonte: produção do próprio autor

Figura 26 – Modelo dos pares superiores da rampa portátil, vista inferior



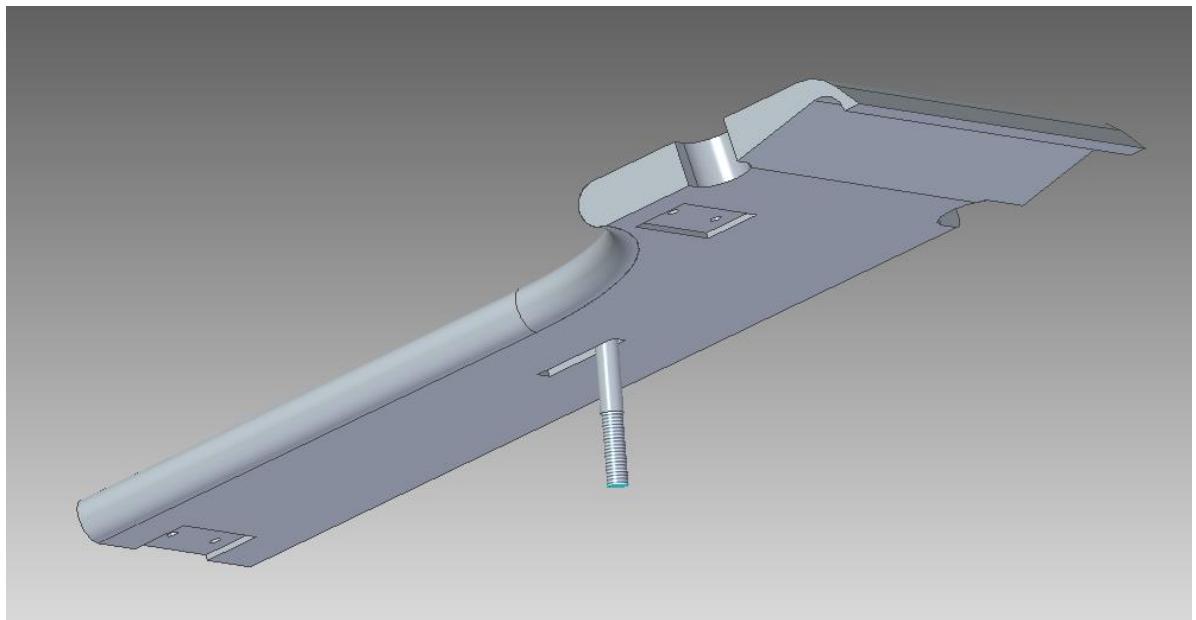
Fonte: produção do próprio autor

Buscando uma melhor visualização do produto, a análise será feita em partes. A partir da observação do modelo inferior da rampa, nota-se alguns elementos importantes. O primeiro

deles é a angulação em uma das bordas, para apoiar a rampa no chão; o segundo se trata da abertura lateral feita (que faz a peça não ficar com um formato retangular), realizada para minimizar a utilização de material para a produção; a terceira é o furo oblongular, onde será inserida a manopla da cadeira de rodas para pendurar a rampa; e o último é o rasgo feito para a colocação de uma dobradiça.

As peças superiores seguem a mesma lógica, porém possuem uma geometria específica para a borda que entrará em contato com o degrau ou desnível, para não escorregar, apresenta um rasgo a mais de dobradiça, que auxilia na dobragem, e contém um rasgo inferior com um eixo, para a colocação de um apoio de sustentação da rampa (Figura 27).

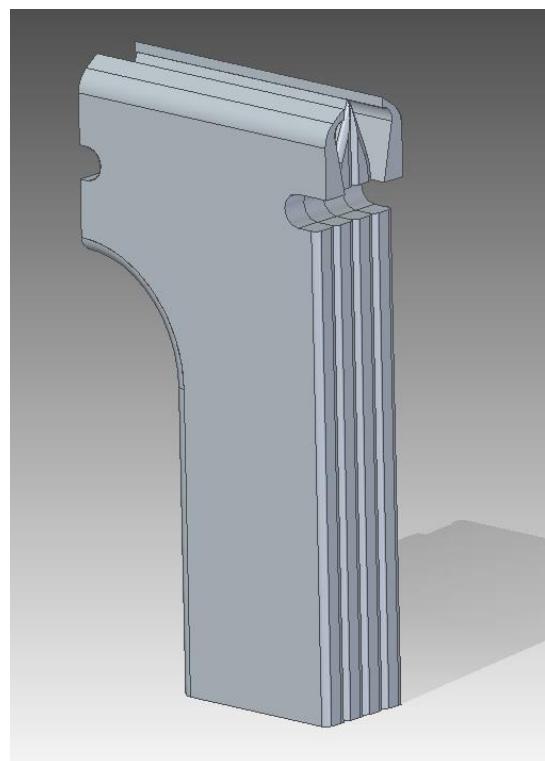
Figura 27 – Modelo dos pares superiores da rampa portátil com apoio de sustentação



Fonte: produção do próprio autor

Com todas suas partes encaixadas, é possível desmontar a rampa, Figura 28, para pendurá-la na cadeira de rodas, conforme mostrada na Figura 29.

Figura 28 – Rampa portátil desmontada



Fonte: produção do próprio autor

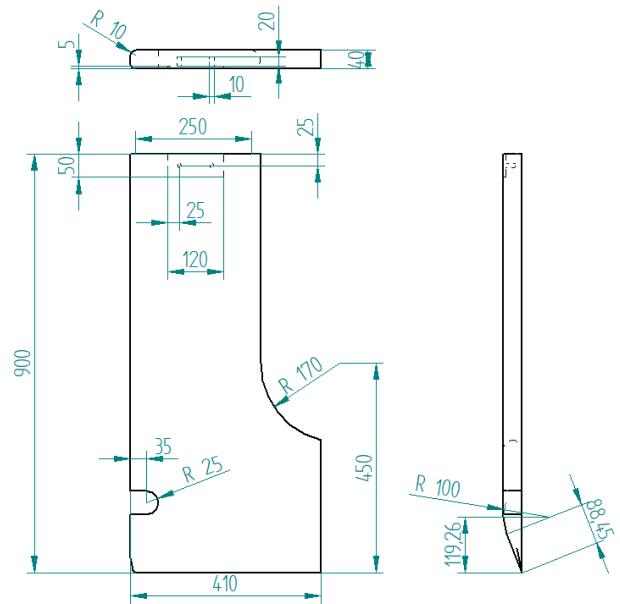
Figura 29 – Rampa portátil acoplada à cadeira de rodas



Fonte: adaptado de Freepik [2021?]

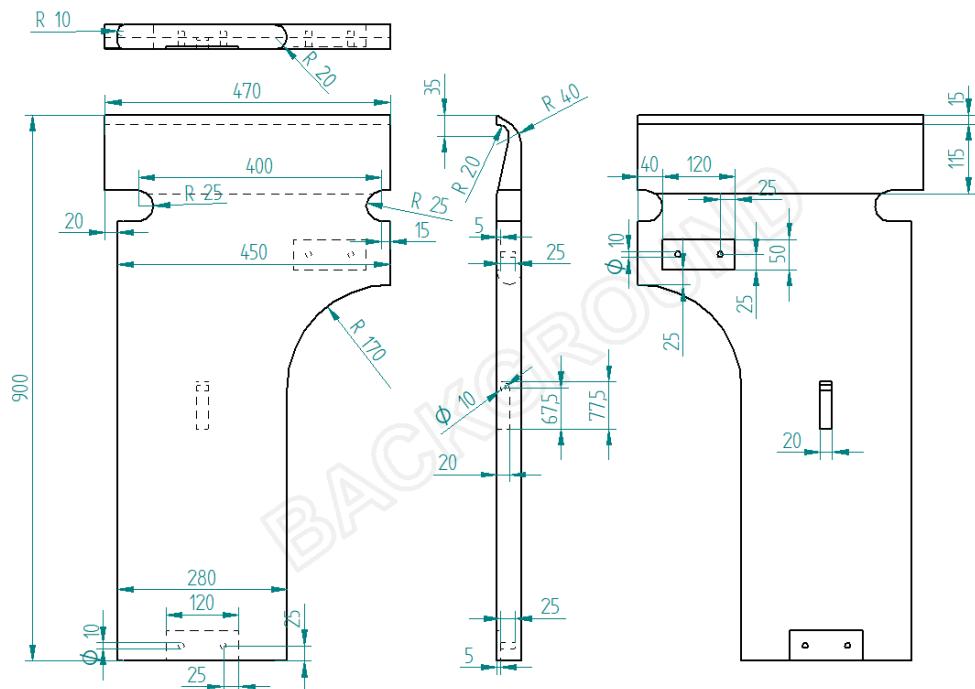
As dimensões das partes do produto estão representadas nos detalhamentos das Figuras 30 e 31, e a rampa portátil montada está na Figura 32, sendo que todas as medidas estão em milímetro.

Figura 30 – Detalhamento dos pares inferiores da rampa portátil



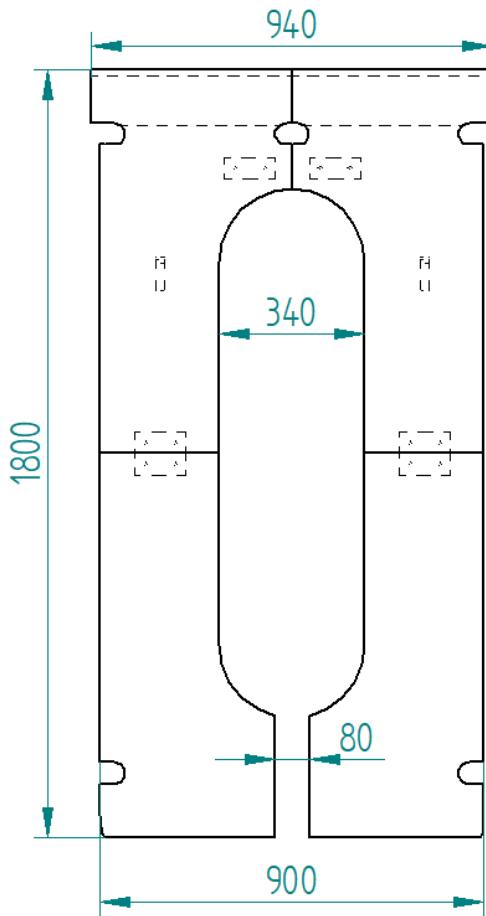
Fonte: produção do próprio autor

Figura 31 - Detalhamento dos pares superiores da rampa portátil



Fonte: produção do próprio autor

Figura 32 - Detalhamento da rampa portátil montada



Fonte: produção do próprio autor

Para chegar às medidas do produto ilustradas acima foram considerados cinco pontos principais: distância entre as manoplas da cadeira de rodas, diâmetro da abertura para inserção das manoplas, distância entre as rodas, afastamento das manoplas até o chão e tamanho das partes inferiores. As demais dimensões foram baseadas nos pontos citados e produzidas pelo autor da obra a partir de princípios lógicos.

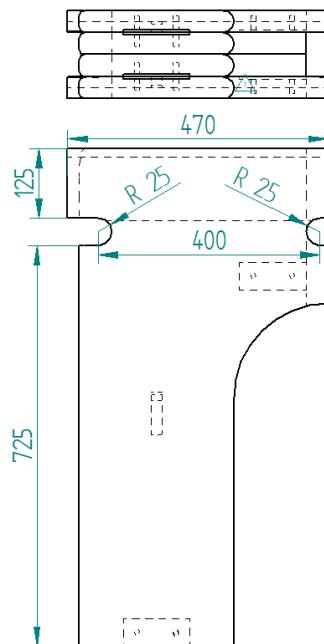
De forma a projetar a distância entre os furos para colocação das manoplas na rampa, foi usada como referência a tolerância dimensional entre as mesmas especificada na norma NBR 9050 (ABNT, 2015), sendo de 0,40 a 0,46 m, e acrescentado 0,01 para que haja segurança no acoplamento da rampa e ela não caia, tornando-a de 0,40 a 0,47 m. Para que isso fosse possível, apenas na região superior da rampa, foi adicionado material a mais, para que não afetasse o tamanho total da mesma.

Como não foi possível encontrar em literatura um diâmetro externo padrão para as manoplas das cadeiras de rodas, foi identificado na obra de Tilley e Dreyfuss (1993) o diâmetro ergonômico ótimo para objetos cilíndricos que são usados na pega: 22 a 38 mm. Considerando isso no *design* do produto, foi feito o furo para encaixar a manopla de 50 mm, pois além de reduzir a utilização do material, permite que os cilindros entrem sem esforço no produto.

Respeitando a norma, foi especificado que a rampa teria 90 cm de comprimento quando aberta e, pela alternativa encontrada para tornar a dimensão do produto reduzida quando fechado, através de dobras, a rampa ficou em sua maioria com 45 cm de comprimento. Esse valor é muito menor que a dimensão especificada pela norma NBR 9050 (ABNT, 2015) para a distância entre as rodas, que é de 60 a 70 cm, ou seja, não gera o problema de colisão entre esses objetos.

O mesmo acontece com a largura da rampa pelo cálculo previamente realizado nas especificações-meta, que tem a dimensão de 180 cm. Quando dobrada, a rampa fica com 90 cm, combinado ainda com o fato de que o acoplamento acontece a 12,5 cm do topo da rampa. Isso deixa uma medida de cerca de 72,5 cm da manopla até a parte inferior do objeto (Figura 33), respeitando a medida sugerida pela norma NBR 9050 (ABNT, 2015) de 93 cm entre a pega e o solo. Essa medida de quase 20 cm livre na parte de baixo da cadeira é importante para que a rampa não bata em obstáculos que podem existir no solo.

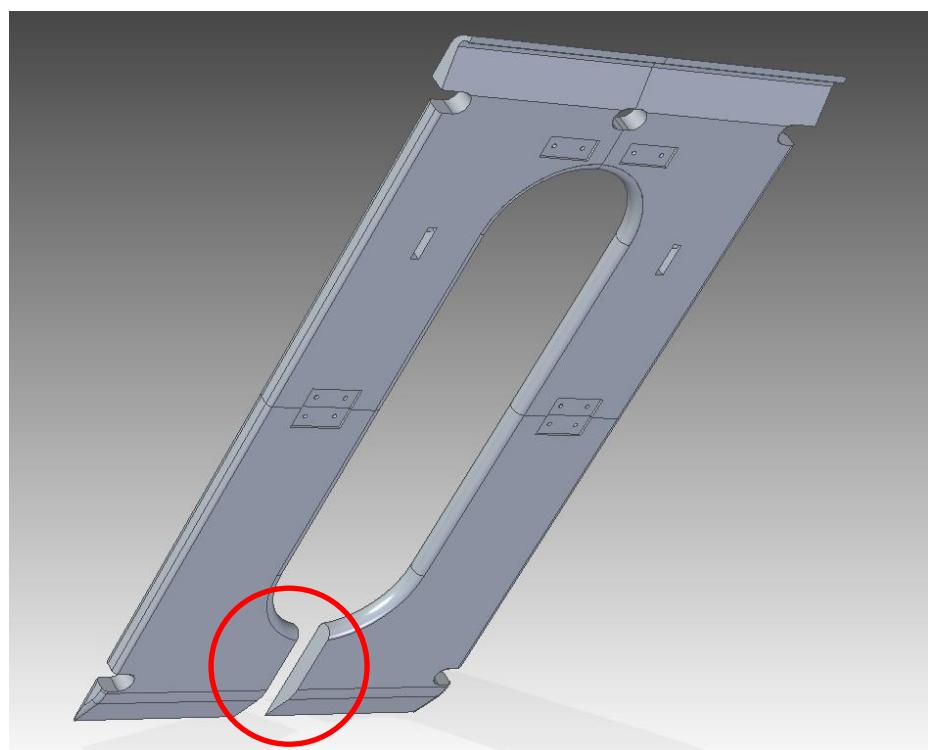
Figura 33 – Detalhamento da rampa portátil desmontada



Fonte: produção do próprio autor

Por fim, nas partes inferiores da rampa, foi retirado material (ilustrado na Figura 34), que as torna diferentes em dimensão total das partes superiores, para que seja possível fechar o objeto e para que não haja contato entre essas partes e a dobradiça superior, que permite dobrar a rampa em relação ao eixo longitudinal. Além disso, há uma otimização do uso de material no projeto.

Figura 34 – Apontamento da região da rampa onde houve remoção de material



Fonte: produção do próprio autor

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho houve a realização das etapas iniciais de desenvolvimento de um produto, uma rampa portátil para cadeirantes, seguindo o modelo de Processo de Desenvolvimento de Produto de Alvarenga (2006). As etapas realizadas neste estudo foram: *benchmarking*, públicos-alvo, dores e requisitos dos clientes, requisitos do produto, QFD, especificações-meta, funções do produto, princípios e alternativas de solução e arquitetura do produto.

Com a pesquisa dos produtos disponíveis do mercado, percebe-se que não há rampas portáteis em comercialização que atendam todos os requisitos dos usuários, especialmente quando se trata em ser um produto de fácil transporte e quanto ao *design* único.

Os públicos-alvo especificados desse produto são os acompanhantes de pessoas em situação de cadeira de rodas que não possuem condições de se locomover sozinhos e Instituições de Longa Permanência. Foi obtida uma aprovação da especialista no assunto quanto às hipóteses levantadas e que também foram confirmadas nas entrevistas individuais realizadas. Inclusive a análise feita a respeito da autonomia de pessoas em cadeiras de rodas que possuíam mobilidade total nos membros superiores e o vigor necessário para andarem sozinhos, quanto a possivelmente não se interessarem pelo produto em desenvolvimento, uma vez que eles já estariam adaptados, também estava correta.

Dos requisitos dos clientes identificados, os mais importantes foram: a facilidade no transporte, a facilidade na armazenagem e a variação de altura - requisitos que estão presentes na arquitetura final proposta, com soluções distintas. Ademais, outros dois requisitos (resistência do material e preço acessível), tem grandes chances de também serem englobados, mas só seria possível descobrir em etapas futuras a deste trabalho.

Foram priorizados somente três requisitos do produto levantados: “Otimização do design quanto ao material”, “Dimensões reduzidas” e “Sistema de acoplamento à cadeira”, devido ao fato de apresentarem uma disparidade no valor de priorização quando comparado aos demais. Ainda assim, é importante deixar observado que no requisito seguinte a eles, o de “Sistema de angulação da rampa”, os usuários não fazem questão da existência de um sistema para mudar o ângulo da rampa, o próprio fato de a rampa poder ser móvel e regulável já é o suficiente. Entretanto, no design final este sistema está implementado, pois não afetaria nenhum dos demais requisitos priorizados.

As especificações-meta, por mais que definidas por meio de contas, tiveram que ser projetadas maiores que inicialmente desejadas. Isso acontece devido à presença de uma norma para construção de edificações acessíveis (ABNT, 2015), que, por mais que a rampa portátil seja considerada como provisória, condiciona o tamanho que certas estruturas inclusivas devem ter. Contudo, as dimensões finais do projeto não atrapalharam as ideias iniciais de portabilidade.

Foram estipuladas muitas definições das funções, e, apesar do produto ser um objeto simples, todas elas estão de acordo com os requisitos dos clientes desenvolvidos. Além disso, é observado as alternativas de solução propostas a partir de princípios. Nessa etapa, foram desenvolvidas alternativas de soluções a partir de princípios, quatro delas foram analisadas, e uma escolhida para detalhamento no projeto.

De modo a finalizar este trabalho, pode-se dizer que o objetivo inicial, de fazer o estudo da viabilidade, levando em consideração o escopo da monografia, de um produto que facilitasse a vida de pessoas em situação de cadeira de rodas que não conseguem se locomover sozinhas e, principalmente, dos acompanhantes que empurram as cadeiras, utilizando a metodologia de Processo de Desenvolvimento de Produto para produtos inclusivos de Alvarenga (2006), foi atingido e ele se mostrou viável quanto as etapas realizadas da fase inicial.

Cabe-se dizer, entretanto, que o trabalho apresenta limitações quanto aos estudos realizados. Por mais que testes na rampa portátil seriam realizados em etapas posteriores a esta monografia, um passeio assistido nas fases de coleta de informações, que no caso foi feita através de entrevistas online, seria de grande ajuda para identificar as necessidades do usuário no dia-a-dia. Não foi possível a utilização de tal ferramenta devido a situação de pandemia do vírus Covid-19 vivida no momento de realização do trabalho, uma vez que se deve manter protocolos de saúde para evitar que pessoas em condições vulneráveis fiquem doentes, como os usuários secundários do produto em questão. Ademais, para pesquisas mais profundadas com esse tipo de usuário (pessoas com deficiência), seria necessário o envio do projeto de pesquisa e todo o seu questionário e protocolo de observação ao Comitê de Ética para o mesmo ser aprovado. Como esse processo de aprovação leva cerca de dois meses, tal pesquisa de forma mais aprofundada ficou também inviável pelo prazo de realização desse trabalho (que foi totalmente realizado em apenas um semestre).

Além disso, não foi possível realizar as fases de Projeto Preliminar e a de Projeto Detalhado, e, portanto, o resultado do trabalho não é um produto pronto para comercialização, apenas as informações sobre ele que estão contempladas no Estudo da Viabilidade do modelo de Alvarenga (2006) e no escopo do trabalho. A definição do material do produto, por exemplo, é um detalhe que não está presente na monografia por ser abordado em etapas posteriores. Ainda

assim, abre-se margem para que futuros estudos venham a desenvolver o produto até sua fase final.

6. REFERÊNCIAS

ABRAS, C.; MALONEY-KRICHMAR, D.; PREECE, J. **User-Centered Design**. p. 1–14, 2004.

AKAO, Yoji. **Quality Function Deployment**: integrating customer requirements into product design. [S.L.]: Productivity Press, 2004. 392 p.

ALIEXPRESS (Brasil). **Armação de limiar de 25x80cm, cadeira de rodas portátil com rampa, acesso à porta, rampa antiderrapante, para 3.5-6.5cm**. [2021?]. Disponível em: https://pt.aliexpress.com/item/1000007905473.html?src=google&aff_fcid=05d891c058a64b63bb0d67d56d155691-1635112460269-00115-UneMJZVf&aff_fsk=UneMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff_trace_key=05d891c058a64b63bb0d67d56d155691-1635112460269-00115-UneMJZVf&terminal_id=2bdc0f5f7e3b41369639b0f47a906911. Acesso em: 29 set. 2021.

ALIEXPRESS (Brasil). **Rampa de cadeira de rodas dobrável, para scooter, bicicleta, motocicleta, carro, cadeira de rodas com rampa**. [2021?]. Disponível em: https://pt.aliexpress.com/item/1005001829257095.html?src=google&aff_fcid=b79bcace42684defb5cb9980523e41a4-1635112458856-04837-UneMJZVf&aff_fsk=UneMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff_trace_key=b79bcae42684defb5cb9980523e41a4-1635112458856-04837-UneMJZVf&terminal_id=2bdc0f5f7e3b41369639b0f47a906911. Acesso em: 29 set. 2021.

ALVARENGA, Flávia. **Uma Abordagem Metodológica para o Projeto de Produtos Inclusivos**. 2006. 218 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

AMAZON (Brasil). **Rampas de freio – 1 peça de rampas de freio de plástico para garagem, rampa de calçada leve e portátil, rampa de soleira de 5 cm de altura, rampa de freio resistente para garagem, calçada, carro, caminhão, cadeira de rodas, etc**. 2021. Disponível em: https://www.amazon.com.br/Rampas-freio-pl%C3%A1stico-port%C3%A1til-resistente/dp/B095JQPKFQ/ref=asc_df_B095JQPKFQ/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=379708135353&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=11506501963146558567&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcndl=&hvlocint=&hvlocphy=9100575&hvtargid=pla-1426223443820&th=1. Acesso em: 29 set. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050:2015**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000:2000**: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

CASHMAN, Richard; DARCY, Simon. **Benchmark Games**: the sydney 2000 paralympic games. Sydney: Walla Walla Press, 2008.

CENTRE FOR EXCELLENCE IN UNIVERSAL DESIGN. **Planning and policy**. In: DESIGN, Centre For Excellence In Universal. **Building for Everyone**. [S.L.]: National Disability Authority, 2007.

FREEPIK [S.L.]. Homem sênior em sua cadeira de rodas com as costas no hospital. [2021?]. Disponível em: https://br.freepik.com/fotos-premium/homem-senior-em-sua-cadeira-de-rodas-com-as-costas-no-hospital_7443156.htm. Acesso em: 21 nov. 2021.

GONZÁLEZ, M. O. A.; DE TOLEDO, J. C.; OPRIME, P. C. Integração de clientes no processo de desenvolvimento de produtos: Estudo de casos em empresas de bens de capital. **Gestao e Producao**, v. 19, n. 3, p. 589–606, 2012.

IBGE (Brasil). **4,7% dos domicílios urbanos possuíam rampa para cadeirantes no seu entorno.** Disponível em: <https://censo.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/14220-asi-censo-2010-revela-mais-da-metade-dos-domicilios-situavam-se-em-locais-sem-bueiros.html>. Acesso em: 19 ago. 2021.

IBGE (Brasil). **7,8 milhões de pessoas tinham deficiência física nos membros inferiores.** Disponível em: <https://censo.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia.html>. Acesso em: 19 ago. 2021.

MAGAZINE LUIZA. **Rampas Degraus para Cadeira de Rodas 02un MOD: Rda 1500/165Ac - Romana.** [2021?]. Disponível em: https://www.magazineluiza.com.br/rampas-degraus-para-cadeira-de-rodas-02un-mod-rda-1500-165ac-romana/p/kj20aac026/pe/crcg/?&seller_id=epimedcomerciodeprodutosmedicose. Acesso em: 29 set. 2021.

MERCADO LIVRE (Brasil). **Rampa Cadeira De Rodas Motorizada 02 Peças Mod: 1500/165 Ac.** [2018?]. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-982207337-rampa-cadeira-de-rodas-motorizada-02-peças-mod-1500165-ac-_JM?matt_tool=11951194&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14303357456&matt_ad_group_id=128472474440&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=539354515812&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=291894322&matt_product_id=MLB982207337&matt_product_partition_id=1404045032563&matt_target_id=pla-1404045032563&gclid=Cj0KCQjwiNSLBhCPARIIsAKNS4_e7MfRzlpMe0hKQ6dGvNdKOM8wxyIwtEdwd0IUXcEqUaAmkEi-EqkaAopuEALw_wcB. Acesso em: 29 set. 2021.

MERCADO LIVRE (Brasil). **Rampa De Acesso Portátil De Borracha Tagg Tgrp003-7.** [2021?]. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2023945332-rampa-de-acesso-portatil-de-borracha-tagg-tgrp003-7-_JM?matt_tool=18956390&utm_source=google_shopping&utm_medium=organic. Acesso em: 29 set. 2021.

MERCADO LIVRE (Brasil). **Rampa De Acesso Portátil Em Pvc Tagg Tgrp001.** [2021?]. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2023920398-rampa-de-acesso-portatil-em-pvc-tagg-tgrp001-_JM?matt_tool=56291529&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14303413604&matt_ad_group_id=125984287157&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=539354956218&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=238255182&matt_product_id=MLB2023920398&matt_product_partition_id=1404886571258&matt_target_id=pla-

1404886571258&gclid=Cj0KCQjwiNSLBhCPARIsAKNS4_dhNTSz8FV6aN22CpTmywH
WquAbqKZcemqLOZuy2AuQGqwTPpwRr8kaAoZVEALw_wcB. Acesso em: 29 set. 2021.

MERCADO LIVRE (Brasil). **Rampa Móvel Acessibilidade Rma 625/140 Al.** [2020?].

Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1466260105-rampa-movel-acessibilidade-rma-625140-al-_JM?matt_tool=40863305&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=12413749863&matt_ad_group_id=118170129022&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=514305062149&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=232542906&matt_product_id=MLB1466260105&matt_product_partition_id=296303633664&matt_target_id=pla-296303633664&gclid=Cj0KCQjwiNSLBhCPARIsAKNS4_dB-MMCYJXvSQceyCGT4oFv3mme-hbYYoc-paLTUVFPGMA8n82IP4aAktcEALw_wcB.

Acesso em: 29 set. 2021.

PATIL, Hemant M.; SIRSIKAR, Saurabh S.; GHOLAP, Nitin N.. Product Design and Development: phases and approach. **International Journal Of Engineering Research And**, [S.L.], v. 6, n. 07, p. 180-187, 14 jul. 2017. ESRSA Publications Pvt. Ltd..
<http://dx.doi.org/10.17577/ijertv6is070136>.

ROZENFELD, H., FORCELLINI, A. F., AMARAL, D. C., TOLEDO, J. C., SILVA, S. L., ALLIPRANDINI, D. H., SCALISE, R. K., **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo**, São Paulo: Editora Saraiva, 542p., 2006.

SHARAFI, Armin; WOLFENSTETTER, Thomas; WOLF, Petra; KRCMAR, Helmut. Comparing product development models to identify process coverage and current gaps: a literature review. **2010 Ieee International Conference On Industrial Engineering And Engineering Management**, [S.L.]. 1732-1736, dez. 2010. IEEE.
<http://dx.doi.org/10.1109/ieem.2010.5674575>

STORY, M. F.; MACE, R. L. Introduction. **Assistive Technology**, v. 10, n. 1, p. 3, 1998.

TILLEY, Alvin R.; DREYFUSS, Henry. **The Measure of Man and Woman**. New York: Whitney Library Of Design, 1993.

ULRICH, Karl T.; EPPINGER, Steven D.. **Product Design and Development**. 6. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2016.

Apêndice A – Roteiro Pré-elaborado para Entrevistas

Nome do entrevistado:

Gênero:

Idade:

Natural de:

Questionário

1 - Qual a sua experiência empurrando cadeira de rodas? Quem você empurrou, em que ambiente, por quanto tempo...?

2 - Quais as dificuldades que você enfrentou ao empurrar uma cadeira de rodas?

3 - Você considera mais difícil empurrar a cadeira de rodas dentro ou fora de casa? Por quais motivos?

4 - Caso você já tenha empurrado uma cadeira de rodas na rua, você encontrou medidas de acessibilidade?

5 - Você já esteve em uma cadeira de rodas? Em caso afirmativo, quais foram suas maiores dificuldades?

6 - Quanto a puxar/empurrar a cadeira de rodas com uma pessoa sentada nela, para subir degraus ou desníveis, você sentiu dificuldade na realização da tarefa? Quais foram elas?

7 - Caso existisse um produto que te auxiliasse a subir um degrau, quais as características que ele deveria ter?

8 - Quanto você pagaria no produto anterior?