

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

RAFAEL DE OLIVEIRA RAVÁGIO
VINÍCIUS VIEIRA ZATTA

**PROJETO INFORMACIONAL APLICADO: A TRANSFORMAÇÃO DA VOZ
DO CLIENTE EM CARACTERÍSTICAS FINAIS DE UMA CADEIRA DE RODAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2021

RAFAEL DE OLIVEIRA RAVÁGIO
VINÍCIUS VIEIRA ZATTA

**PROJETO INFORMACIONAL APLICADO: A TRANSFORMAÇÃO DA VOZ
DO CLIENTE EM CARACTERÍSTICAS FINAIS DE UMA CADEIRA DE RODAS**

**APPLIED INFORMATIONAL DESIGN: THE TRANSFORMATION OF THE
VOICE OF THE CUSTOMER INTO FINAL FEATURES OF A WHEELCHAIR**



Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Dr. Aldo Braghini Junior

PONTA GROSSA
2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

	<p style="text-align: center;">MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS PONTA GROSSA</p> <p style="text-align: center;">Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	 <p style="text-align: center;">UTFPR <small>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</small></p>
---	---	---

TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

**PROJETO INFORMACIONAL APLICADO: A TRANSFORMAÇÃO DA VOZ DO
CLIENTE EM CARACTERÍSTICAS FINAIS DE UMA CADEIRA DE RODAS**

por

Rafael de Oliveira Ravágio
Vinicius Vieira Zatta

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 20 de Outubro de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O(A)(s) candidato(a)(s) foi(foram) arguido(a)(s) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr(a). Aldo Braghini Junior
Prof. Orientador(a)

Prof. Dr(a). Juan Carlos Claros Garcia
Membro titular

Prof. Dr(a). Joseane Pontes
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

RESUMO

O Projeto Informacional é extremamente importante no Processo de Desenvolvimento do Produto, pois faz a ligação entre os clientes e o time de desenvolvimento do produto, garantindo que a voz do cliente seja ouvida e incorporada da melhor maneira possível no produto final. Esse trabalho aborda a aplicação do Projeto Informacional como parte do desenvolvimento de uma cadeira de rodas, tendo o cadeirante como cliente. Mais especificamente, o cadeirante que precisa se movimentar na cidade de forma autônoma e sofre com a falta de infraestrutura e dificuldade de mobilidade. O trabalho liga os cadeirantes ao time de desenvolvimento, transformando as necessidades dos clientes em requisitos de engenharia finais da cadeira de rodas. Estes requisitos, são então hierarquizados por grau de importância, por meio de ferramentas como Diagrama de Mudge e QFD (*Quality Function Deployment*), melhorando o processo de tomada de decisão durante a implementação de cada uma dessas características. Os resultados obtidos consistem em um conjunto de especificações técnicas e respectivos valores-meta que fornecem ao time de desenvolvimento de produto uma referência para os critérios que devem ser priorizados durante o desenvolvimento, para que o produto atenda da melhor forma possível às necessidades dos clientes que foram previamente obtidas.

Palavras-chave: Projeto Informacional. Necessidades dos Clientes. Especificações-meta. Cadeira de Rodas.

ABSTRACT

The Informational Design is extremely important in the Product Development Process, because it makes the connection between the customer and the development team, assuring that the voice of the customer is heard and incorporated in the best way possible on the final product. This study addresses the use of the Informational Design as part of the development of a wheelchair, having the wheelchair user as the customer. More specifically, the user who has to move in the city autonomously and suffers with the lack of infrastructure and mobility difficulties. This study connects the wheelchair user with the development team, transforming the user needs into final engineering requirements in the wheelchair. These requirements, are then hierarchized by the level of importance, with the use of tools such as the Mudge Diagram and QFD (Quality Function Deployment), improving the decision-making process during the implementation of each one of these features. The results obtained consist of a set of technical specifications and their respective target values, which provide the product development team with a recommendation for the criteria that must be prioritized during the development, so that the product addresses in the best way possible the customer necessities that were previously obtained.

Keywords: Informational Design. User Needs. Target Specifications. Wheelchair.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: O custo de mudanças cresce exponencialmente nas fases finais do desenvolvimento.....	21
Figura 2: Modelo de PDP Adaptado de Rozenfeld	22
Figura 3: Características das fases iniciais do desenvolvimento.....	24
Figura 4: Evolução das informações na Fase de Projeto Informacional	26
Figura 5: Ciclo de vida segundo as atividades pelas quais o produto passa.....	28
Figura 6: As 8 Áreas que representam os passos para a construção do QFD..	34
Figura 7: Fluxograma das atividades desenvolvidas no TCC.....	37
Figura 8: Mapa mental da área de Custo-Benefício	50
Figura 9: Mapa mental da área de Usabilidade	50
Figura 10: Mapa mental da área de Ergonomia	51
Figura 11: Mapa mental das áreas de Segurança e Design.....	51
Figura 12: Diagrama de Mudge	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Lista dos requisitos do cliente e suas importâncias relativas	45
Quadro 2: Requisitos do produto e suas respectivas especificações.....	46
Quadro 3: Requisitos do produto hierarquizados e suas respectivas especificações-meta.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
CPM	<i>Critical Path Method</i>
CV	Ciclo de Vida
HEART	<i>Horizontal European Activities in Rehabilitation Technology</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial da Saúde
PEA	Pessoa Economicamente Ativa
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA	10
1.2 JUSTIFICATIVA	11
1.3 OBJETIVO GERAL	12
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 TECNOLOGIA ASSISTIVA	14
2.1.1 Cadeira de Rodas.....	15
2.2 CARACTERIZAÇÃO DO CLIENTE	16
2.3 MODELOS DE REFERENCIA PARA O PDP	19
2.3.1 Noções Gerais de PDP	22
2.3.1.1 Pré-desenvolvimento.....	23
2.3.1.2 Desenvolvimento	23
2.3.1.3 Pós-desenvolvimento	25
2.3.2 Modelo de Projeto Informacional.....	25
2.3.2.1 Atualizar o plano do Projeto Informacional.....	27
2.3.2.2 Revisar e atualizar o escopo do produto	27
2.3.2.3 Detalhar o ciclo de vida do produto e definir seus clientes.....	27
2.3.2.4 Identificar os requisitos dos clientes do produto.....	29
2.3.2.5 Definir os requisitos do produto.....	30
2.3.2.6 Definir as especificações-meta do produto.....	31
2.3.2.7 Monitorar a viabilidade econômico-financeira	32
2.3.2.8 Avaliar fase.....	32
2.3.2.9 Aprovar fase	33
2.3.2.10 Documentar decisões tomadas e registrar lições aprendidas	33
2.3 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT	34
3 METODOLOGIA	36
3.1 DEFININDO REQUISITOS DOS CLIENTES	37
3.2 DEFININDO REQUISITOS DO PRODUTO	39
3.3 DEFININDO AS ESPECIFICAÇÕES-META	41
3.4 HIERARQUIZAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES-META	42
4. RESULTADOS	43

4.1 DEFININDO OS REQUISITOS DOS CLIENTES	43
4.1.1 Entrevistas.....	43
4.1.2 Brainstorming	45
4.2 DEFININDO REQUISITOS DO PRODUTO	46
4.2.1 Mapas Mentais	49
4.2.2 Checklists	52
4.3 DEFININDO AS ESPECIFICAÇÕES-META	52
4.4 HIERARQUIZAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES-META	53
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICE A – QFD.....	61

1 INTRODUÇÃO

Problemas correntes relacionados à falta de infraestrutura urbana como a situação precária das ruas e calçadas são evidentes para quem se desloca pelas cidades do Brasil. Para quem tem que andar em vias mal preservadas esses defeitos são incômodos, mas para quem necessita de uma cadeira de rodas para se locomover de forma autônoma isso se torna uma grande adversidade, e muitas vezes um impedimento.

Cidadãos com necessidades especiais de locomoção são privados do seu direito de ir e vir por falta de infraestrutura, muitas vezes sofrem constrangimentos ao precisar de ajuda para realizar atividades simples como atravessar a rua, entrar em algum estabelecimento comercial ou até mesmo subir o meio fio da calçada.

Entre diversas formas de abordar esse problema, desde uma mudança organizacional e de infraestrutura das cidades, até a criação de um novo produto que facilite a mobilidade urbana das pessoas com a mobiliade debilitada, a abordagem mais direta para atacar esse problema é a melhoria de um produto essencial já existente para pessoas com necessidades especiais de locomoção, a cadeira de rodas, que nem sempre apresenta características ou especificações que permitem os usuários a mobilidade necessária para a sua movimentação em vias públicas.

Este trabalho aborda uma parte fundamental de um projeto de melhoria para uma cadeira de rodas que é a parte onde o usuário é ouvido, o Projeto Informacional. Este tem como objetivo transformar a voz do cliente, ou seja, as impressões, experiências e desejos dos cadeirantes em relação às suas cadeiras de rodas, em especificações-meta, que são valores de engenharia que devem satisfazer de forma mais eficaz as expectativas e desejos dos usuários do produto.

1.1 PROBLEMA

Quais as características que uma cadeira de rodas deve apresentar afim de satisfazer as expectativas de um cadeirante que tem condições de viver de forma autônoma?

1.2 JUSTIFICATIVA

A inclusão de pessoas com deficiência é um tema importante e está constantemente em discussão, porém, existe uma lacuna entre as condições das pessoas com algum tipo de deficiência e as pessoas sem deficiência. As condições de igualdade para as pessoas com deficiência são necessárias para o desenvolvimento dos seus talentos e sonhos, e são protegidas pela Declaração Universal dos Direitos Humanos.

As fontes das garantias desses direitos humanos para os portadores de deficiências são as legislações criadas por cada país, convenções e tratados específicos e a Declaração Universal dos Direitos Humanos, mas a análise dos dados relacionados à inclusão dessas pessoas mostra que o Brasil não está de fato garantindo direitos iguais a todos.

Para as pessoas com algum tipo de deficiência motora, uma grande parte da inclusão se dá pela facilidade de circular diariamente pelas ruas da cidade e frequentar lugares destinados ao trabalho, lazer e serviços. No Brasil, constatou-se que a mobilidade para pessoas com algum tipo de deficiência motora é dificultada pela falta de infraestrutura disponível nas ruas da parte urbana das cidades.

Em levantamento realizado pela *Toyota Mobility Foundation* (2018), apenas no Brasil, estima-se que cerca de 92% dos usuários de cadeiras de rodas já enfrentaram alguma dificuldade em seu local de trabalho, entre redução do horário de trabalho, limitação de vagas ou e redução de atividades que podiam ser atribuídas a eles. Além disso, estimou-se que cerca de 89% se sentem desconfortáveis ou até dores durante utilização do equipamento.

Segundo o último censo realizado pelo IBGE (2010), somente 77% dos domicílios urbanos do Brasil possuem meio fio, apenas 69% possuem calçada, e a estatística que demonstra um ambiente mais difícil ainda para a mobilidade dos usuários de cadeira de rodas: menos de 5% dos domicílios apresentam rampa para cadeirante no seu entorno. Destaca-se que foi utilizado o Censo de 2010 devido ao fato de que em 2020 não houve tal apuração, e o Censo até então era realizado apenas de 10 em 10 anos.

Com essas informações, é percebido que a situação do ambiente em que se encontram os deficientes motores, mais especificamente os cadeirantes, é ruim.

Portanto, uma outra forma de tratar essa problemática é melhorar o equipamento usado para a mobilidade dos cadeirantes, a cadeira de rodas.

Uma maneira de melhorar a cadeira de rodas é propondo, por ordem de importância, características esperadas pelos cadeirantes nas cadeiras de rodas. Determinar as características esperadas pelos usuários aumenta a assertividade da resolução dos problemas vivenciados pelos usuários e fornece uma melhor orientação e quantificação dos reais problemas durante o desenvolvimento de um novo produto que possa atender melhor às necessidades dessas pessoas.

Para determinar quais são exatamente essas características desejadas, é necessário um modelo estruturado de desenvolvimento. O Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) contém uma fase chamada de Projeto Informacional, a qual tem como objetivo gerar um conjunto de informações que irão refletir as características finais do produto, a partir das necessidades dos clientes. Sendo assim, a proposta de pesquisa é aplicar o Projeto Informacional com base em referências relevantes e apresentar características finais de uma cadeira de rodas, com base nas necessidades apresentadas pelos portadores de deficiência motora, mais especificamente os usuários de cadeira de rodas.

Este trabalho se diferencia, pois as pesquisas em artigos acadêmicos sobre este assunto exibem poucos resultados, o que indica que este não é um tema muito abordado no âmbito acadêmico, portanto oferece uma ótima oportunidade de ajudar na solução de um problema pertinente.

1.3 OBJETIVO GERAL

Apresentar as Especificações-Meta hierarquizadas para uma cadeira de rodas para a locomoção autônoma fora da residência.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir as Necessidades dos Clientes;
- Definir os Requisitos dos Clientes;
- Definir Requisitos do Produto e suas respectivas Especificações-Meta;
- Hierarquizar as Especificações-Meta.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A caracterização do cliente alvo deste trabalho foi baseada em dados do Censo do IBGE de 2010 sobre a população brasileira. Com base no escopo do produto, descrito ao decorrer do Referencial Teórico e da Metodologia, ou seja, uma cadeira de rodas destinada às pessoas com mobilidade reduzida, pretende-se identificar e priorizar as especificações-meta necessárias ao produto.

Ainda em relação aos clientes, o Censo divide o grupo “Deficiência Motora” em 4 subgrupos, de acordo com a capacidade de mobilidade frente à obstáculos. Na última categoria, “não conseguem de modo algum [ultrapassar tais obstáculos, como escadas]”, estão usuários de cadeira de rodas, desde tetraplégicos até pessoas saudáveis que por algum motivo tiveram sua coordenação motora comprometida.

O produto proposto se limita a atender as necessidades deste último grupo, pessoas saudáveis, com força braçal, que tenham capacidade de se locomover de forma autônoma com equipamento adequado, impedidas apenas pela falta de infraestrutura que facilitam sua acessibilidade, e também que se enquadrem na categoria de Pessoa Economicamente Ativa (PEA), que corresponde aos indivíduos entre 15 e 64 anos. Desta forma, não foram analisados casos de pessoas com tetraplegia, deficiências ou qualquer doença que comprometam a sanidade mental ou dos membros superiores, e jovens abaixo de 15 anos ou idosos acima de 64 anos.

Sobre o Projeto Informacional, o Modelo de Processo de Desenvolvimento de Produto usado como referência foi o proposto por Rozenfeld et al. (2006). As demais fases desse modelo não foram objeto de estudo nessa pesquisa. No Projeto Informacional, também são avaliadas características econômico-financeiras do projeto, porém este tópico não será abordado, devido ao cunho acadêmico deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial teórico trata de quatro temas: Tecnologias assistivas, Caracterização do cliente, Projeto Informacional no desenvolvimento do produto, Modelo de referência para o PDP e a ferramenta QFD. Todos os temas foram desmembrados, analisados e definidos de forma que estes permitiram atender a todos os objetivos do trabalho.

2.1 TECNOLOGIA ASSISTIVA

Tecnologia Assistiva foi a terminologia oficial adotada pelo Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) ao se tratar dos diversos recursos auxiliares, que visam sanar ou reduzir limitações impostas a pessoas com redução funcional, seja física, mental ou sensorial (Brasil, 1999):

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (CORDE – Comitê de Ajudas Técnicas – ATA VII).

O termo, anteriormente apresentado como Ajudas Técnicas pelo Decreto Nº 5.296/2004, se refere a uma área do conhecimento que prevê medidas auxiliares de acessibilidade cotidiana ao indivíduo: (1) portador de deficiências física, auditiva, visual, mental ou deficiências múltiplas; (2) com mobilidade reduzida que, não apresentando nenhuma das disfunções citadas anteriormente, ainda tenham problemas para se locomover de forma autônoma, total ou assistida (Brasil, 2004).

Para Vital (2008), acessibilidade é uma ferramenta de inclusão social, econômica e de saúde, essencial a ser promovida a fim de possibilitar que qualquer indivíduo tenha a capacidade plena de participar igualmente de todos os âmbitos da sociedade, independentemente de suas condições físicas ou mentais.

De acordo com o documento "Educação em tecnologias de apoio para utilizadores finais: linhas de orientação para formadores" (Consórcio EUSTAT, 1999b), na tentativa de mensurar os impactos de uma Tecnologia Assistiva é necessário considerar características para além do produto em si. O grupo autor do

documento citado referencia a classificação HEART (European Activities in Rehabilitation Technology) como a mais adequada para essa análise, pois visa dividir o tema em três grandes áreas fundamentais a serem consideradas: componentes técnicos, humanos e socioeconômicos. Segundo esta classificação, é importante ressaltar todo impacto gerado nas aplicações de tecnologias assistivas, desde requisitos técnicos, até impactos na percepção do ambiente pelo usuário.

Bersh (2017) diferencia tecnologia assistiva dos demais meios utilizados para pesquisa e análises. Segundo a autora, uma tecnologia assistiva tem como objetivo “romper barreiras” e tornar uma pessoa que apresente dificuldades em realizar naturalmente alguma ação, capaz de executá-la. Sua classificação dos diferentes tipos de tecnologia assistiva é dividida em 12 grupos, de acordo com necessidades específicas demandadas em cada um deles, seja pela natureza da redução funcional, ou pela área de interesse do indivíduo, entre elas os auxílios de mobilidade.

Rodrigues e Alves (2013) concluem que projetos específicos, voltados a um quesito determinado, devem ser tratados em conjunto com demais medidas auxiliaadoras para se alcançar uma acessibilidade plena. Em um conceito de Desenho Universal, pretende-se descartar a necessidade de adaptações particulares, desenvolvendo ambientes, dispositivos e metodologias que possam ser utilizados de forma independente e segura pelo maior número de pessoas possível (CARTA DO RIO, 2004).

2.1.1 Cadeira de Rodas

De acordo com a classificação de Bersh, o grupo “auxílio de mobilidade” engloba os diversos dispositivos e técnicas utilizadas na facilitação de locomoção de um indivíduo com mobilidade reduzida. Destacam-se nesse grupo as cadeiras de rodas e seus derivados, como equipamentos adaptadores para subida e descida de escadas, andadores e *scooters* (Bersh, 2017).

Para Ossada *et al.* (2014), uma cadeira de rodas deve oferecer apoio total ao seu usuário, mantê-lo em posição ereta e confortável, de maneira que seu uso não acarrete danos à sua integridade física. Segundo os autores, é essencial que a prescrição e treinamento para o uso de cadeiras de rodas sejam realizados em conjunto com especialidades de diversas áreas da saúde, considerando ergonomia e efetividade nas individualidades demandadas pelo cadeirante.

Uma das informações destacadas, de acordo com o artigo "A cadeira de rodas e seus componentes essenciais para a locomoção de pessoas com tetraplegia por lesão da medula espinhal", é o alto índice de abandono da primeira cadeira de rodas adquirida por um usuário, devido à falta de um auxílio pleno para realização de suas atividades básicas, incluindo a própria locomoção. No estudo em questão, realizado no Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina, PR (2012/2013), as cadeiras de rodas oferecidas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) de Londrina apresentavam um único modelo até 2013, com o propósito de "ser empurrada pelos cuidadores e não tocada pelo usuário", não oferecendo, dessa forma, a autonomia necessária ao cadeirante para cumprir com a proposta de Tecnologia Assistiva. (Ossada et al., 2015)

Em 2012, a Organização Mundial da Saúde (OMS), publicou um "Pacote de Treinamento em Serviços" para o grupo Cadeira de Rodas (*Wheelchair Service Training Package: Basic Level*). O Manual define apropriada uma cadeira de rodas quando apresenta as características de manter a postura do cliente, com suportes e condições adequadas, oferecendo segurança e durabilidade a um preço acessível. (OMS, 2012)

O foco principal do Manual é de treinar, e oferecer noções básicas, a prestadores de serviços de cadeiras de rodas, desde colaboradores que convivem com a situação no cotidiano de trabalho, até fornecedores de produtos assistivos. O estudo trata noções de saúde pública, impactos socioeconômicos, necessidades e expectativas do cadeirante e conceitos técnicos adequados de acessórios. O estudo oferece conhecimentos fundamentais nas pesquisas abordadas no tema deste trabalho.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO CLIENTE

O processo de desenvolvimento de produto envolve um fluxo de atividades e informações organizados em uma sequência lógica, com o propósito de produzir um produto ou serviço que tem valor para um grupo específico de clientes. Para isso, o processo faz uso das mais diversas fontes de informação, que englobam entre outras áreas, o mercado consumidor. (Rozenfeld et al., 2006)

Há muitos desafios no planejamento de produtos, os quais se aplicam em outras áreas de gerenciamento, bem como ao processo de desenvolvimento do

produto. Um dos principais problemas é a definição da ideia do produto, que abrange a identificação e seleção de várias alternativas, lidando com informações não suficientes, e quase sempre qualitativas. (Back et al., 2008)

Ter informações sobre o cliente é primordial segundo Back et al. (2008), pois o usuário, que é outro termo utilizado para denominar o cliente, fornece a informação necessária na coleta das necessidades dos usuários do produto, esta parte é a mais crítica de todo o processo de desenvolvimento do produto. As necessidades dos clientes são a voz do consumidor, e devem ser tratadas como prioridade, pois as demais atividades e decisões são decorrentes dessas informações.

A realização desse trabalho depende da caracterização do cliente, assim, dentro das definições dos tipos de deficiência permanente descritas no Censo Demográfico de 2010, a categoria de “deficiência motora” foi selecionada como objeto de pesquisa. A OMS (2012), define o usuário de cadeiras de rodas como qualquer “Pessoa com dificuldade para andar ou se movimentar que requer o uso da cadeira de rodas para sua mobilidade.”

O IBGE define a estrutura da população do Brasil, deduz as transformações demográficas em curso e a sua composição. Essas informações, de acordo com o próprio instituto, formam a base para o planejamento das políticas de saúde, previdência, renda, educação e de assistência a grupos específicos. As informações obtidas são essenciais na elaboração das estimativas populacionais. (Censo 2010 – Porque fazer o censo de 2010, 2010)

Analisando as características dos domicílios particulares permanentes nas regiões urbanas do Brasil, foi constatado que 77% dos domicílios possui meio fio ou guia, 69% possui calçada ou passeio, e somente 4,7% possui rampa para cadeirante no seu entorno. (Censo 2010 - Características urbanísticas do entorno dos domicílios, 2010)

O IBGE (2010) pesquisou se a pessoa com deficiência motora alegava ter dificuldade permanente de caminhar ou subir escadas (avaliada com o uso de prótese, bengala ou aparelho auxiliar, no caso de a pessoa utilizá-lo), de acordo com a seguinte classificação:

- (4) Não consegue de modo algum;
- (3) Grande dificuldade;
- (2) Alguma dificuldade;
- (1) Nenhuma dificuldade.

A partir dessa classificação, a categoria (4) Não consegue de modo algum, é a que engloba o usuário de cadeira de rodas. (Censo 2010 - Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência, 2010)

São estratificados no Censo os brasileiros que se avaliam possuidores de um ou mais tipos de deficiências (Tabela 1), e mais profundamente de acordo com: tipo e grau de deficiência, sexo, classes de rendimento nominal mensal e grupos de idade. Essa investigação é feita com o objetivo de atribuir políticas que garantam a assistência adequada e levem à igualdade de oportunidades a todos os grupos específicos. (Censo 2010 - Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência, 2010):

Tabela 1 – Distribuição percentual da população residente, por tipo de deficiência, segundo o sexo e os grupos de idade

Sexo e grupos de idade	Distribuição percentual da população residente (%)						
	Total (1) (2)	Tipo de deficiência					Nenhuma destas deficiências (3)
		Pelo menos uma das deficiências enumeradas (1)	Visual	Auditiva	Motora	Mental ou intelectual	
Total	100,0	23,9	18,8	5,1	7,0	1,4	76,1
0 a 14 anos	100,0	7,5	5,3	1,3	1,0	0,9	92,5
15 a 64 anos	100,0	24,9	20,1	4,2	5,7	1,4	75,0
65 anos ou mais	100,0	67,7	49,8	25,6	38,3	2,9	32,3
Homens	100,0	21,2	16,0	5,3	5,3	1,5	78,8
0 a 14 anos	100,0	7,3	4,8	1,4	1,0	1,0	92,7
15 a 64 anos	100,0	22,2	17,1	4,5	4,5	1,6	77,8
65 anos ou mais	100,0	64,6	47,3	28,2	30,9	2,8	35,4
Mulheres	100,0	26,5	21,4	4,9	8,5	1,2	73,5
0 a 14 anos	100,0	7,8	5,9	1,3	1,0	0,7	92,2
15 a 64 anos	100,0	27,6	23,1	4,0	6,8	1,2	72,4
65 anos ou mais	100,0	70,1	51,7	23,6	44,0	3,0	29,9

Fonte: IBGE (Censo Demográfico, 2010)

O cliente foi definido como: uma pessoa usuária de cadeira de rodas que precisa se movimentar de forma autônoma, a partir dessa definição foi selecionado o grupo de idade de 15 a 64 anos. Essa pesquisa levou ao número estimado de 298.765 pessoas no Brasil que se encaixam na caracterização do cliente, correspondente a 0,16% da população total.

Também foi constatado que uma estimativa de 71% da população de clientes possui um rendimento nominal mensal de até um salário mínimo, oferecendo maior conhecimento sobre a categorização econômica dos clientes.

Estabelecidas as características do cliente, é possível prosseguir para fase de composição do Projeto Informacional no desenvolvimento do produto, descrito na seção 2.3.2.

2.3 MODELOS DE REFERENCIA PARA O PDP

Devido à grande importância do desenvolvimento do produto, de forma que os desenvolvedores um projeto possam despertar o interesse do mercado, é necessário definir um procedimento para o desenvolvimento de boas soluções. Pahl et al. (2005) descreve a metodologia do projeto como o planejamento de atividades concretas, e dele fazem parte os procedimentos para interligação das diferentes fases do projeto, facilitando o processo tanto pelo conteúdo quanto pela organização.

A aplicação de metodologias de desenvolvimento apresenta vantagens significativas nas seguintes circunstâncias: redução no tempo de desenvolvimento do produto, aumento da qualidade sob diversos aspectos e redução de futuras modificações no projeto. (Back et. al., 2008)

Para Pahl et al. (2005), uma metodologia de projeto deverá:

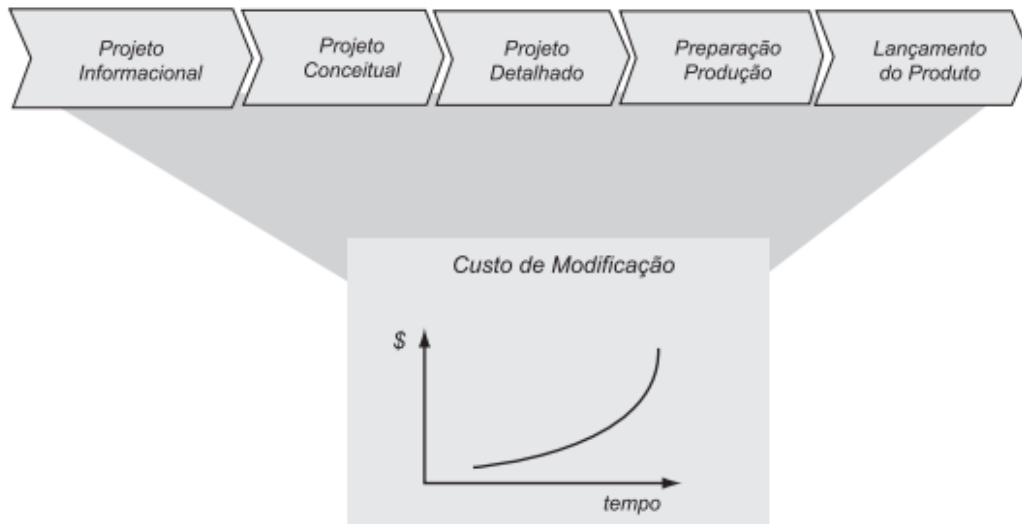
- Aumentar o grau de organização, facilitando o trabalho, economizando tempo, evitando decisões erradas e regulamentar os colaboradores ativos e interessados;
- Facilitar a busca por soluções ótimas;
- Permitir a realização de um procedimento que em princípio pode ser aplicada em qualquer atividade de um projeto, independentemente da especialidade;
- Não gerar soluções por acaso;
- Ser possível de ser aprendida e ensinada.

O desenvolvimento de produtos é cada vez mais crítico para a competitividade das empresas, com novos produtos sendo desenvolvidos para suprir necessidades de segmentos específicos de mercado. Cabe ao PDP identificar e propor soluções que atendam tais necessidades, buscando identificá-las dos clientes em todas as etapas do ciclo de vida (CV) do produto e as possibilidades tecnológicas, desenvolver o produto no tempo adequado e a um custo competitivo. (Rozenfeld, 2006)

Embora a pesquisa apresente uma fase inicial do Processo de Desenvolvimento do Produto, problemas de projeto aparecem em todas as fases do ciclo de vida do produto. Outra importante característica é a de que decisões feitas, durante as etapas iniciais do desenvolvimento do produto, comprometem cerca de 75% do custo de manufatura de um produto típico. Então, o custo do produto fica quase inteiramente comprometido com as tomadas de decisão nas primeiras fases do ciclo de vida do produto, ou seja, até o começo de seu desenvolvimento. Dessa forma, a competitividade do produto depende essencialmente da atividade do PDP. (Back et al. 2008, Ullman 2010)

Segundo Ullman (2010), se uma mudança que custaria \$10.000 para ser feita nas fases iniciais do desenvolvimento do produto, for feita depois de a produção começar, o custo com ferramentas, vendas, refinamentos no produto e despesas com juros pode ultrapassar \$1.000.000. A Figura 2 ilustra este aumento exponencial do custo de modificações no projeto ao longo do desenvolvimento do produto:

Figura 1: O custo de mudanças cresce exponencialmente nas fases finais do desenvolvimento



Fonte: Rozenfeld et al. (2006, página 62)

Pela característica do processo de desenvolvimento do produto de manipular uma grande quantidade de informações qualitativas, há a necessidade de utilizar algum procedimento que transforma essas informações qualitativas em informações quantitativas, facilitando assim o processo de tomada de decisão e reduzindo a probabilidade de mudanças futuras nas especificações do produto. (Ullman, 2010)

Este trabalho considerou publicações que detalham atividades de desenvolvimento do Projeto Informacional, que está contida na macrofase de Desenvolvimento ou Projeto do Produto. Dessa avaliação provieram quatro modelos para serem estudados e utilizados como referência por esse trabalho acadêmico: Rozenfeld et al. (2006), Back et. al. (2008), Pahl et. al. (2005) e Ullman (2010).

O resultado desse TCC depende da seleção de um modelo de projeto informacional como estrutura e referência. Para sanar esta condição, o modelo escolhido como referência para pesquisa foi o proposto por Rozenfeld et al. (2006) devido a descrição mais detalhada das atividades e das ferramentas que podem ser utilizadas no projeto informacional. Para Oliveira (2007), na gestão da introdução de novos projetos de produtos, O modelo de Rozenfeld et al. (2006) apresenta um conjunto detalhado de atividades, para Marx et al. (2011) o enfoque desse modelo é a gestão do PDP.

De forma complementar, e devido ao detalhamento extenso, o modelo escolhido como referência para a construção da ferramenta QFD foi o de Ullman (2010).

2.3.1 Noções Gerais de PDP

A metodologia proposta por Rozenfeld et al. (2006), divide o Processo de Desenvolvimento de Produtos em 10 etapas, distribuídas entre as 3 macrofases que compreendem o PDP: Pré-Desenvolvimento; Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento. O autor engloba desde a concepção geral do projeto, considerando questões estratégicas e de planejamento do escopo do produto em seu pré-desenvolvimento, até medidas de assistência ao cliente na pós-venda e de descontinuidade do produto na fase de Pós-Desenvolvimento.

Dessa forma, Oliveira (2009) conclui que o Modelo de Rozenfeld et al. (2006) oferece de forma detalhada, noções amplas para desenvolvimento de um novo projeto de produto, sendo assim, considerado pelos autores desse TCC, um referencial essencial para sua elaboração.

Na Figura 1, seguem as etapas propostas por Rozenfeld et al. (2006) no Processo de Desenvolvimento de Produtos, e sua classificação de acordo com a fase respectiva em que o produto se encontra. Destaca-se em vermelho a etapa que será objeto de estudo deste trabalho:

Figura 2: Modelo de PDP Adaptado de Rozenfeld



Fonte: Autoria Própria

2.3.1.1 Pré-desenvolvimento

Dentre todas as etapas do PDP, as fases iniciais estão entre as mais críticas de todo projeto. Pela falta de conhecimentos mais amplos sobre cliente, produtos e serviços, deve-se tomar um alto número de decisões sob um alto grau de incertezas em relação aos diversos aspectos relacionados ao projeto. Tomadas de decisão erradas nas fases iniciais geram critérios de pesquisa não reais, que comprometem as fases seguintes do Projeto de Desenvolvimento.

Para Ulrich et al. (2004), nas etapas iniciais do PDP, são estabelecidos critérios de grande relevância para serem tratados ao decorrer de todo o ciclo de vida do produto. Nesta etapa, deve-se associar conhecimentos interdisciplinares afim de obter noções gerais sobre viabilidade do projeto (custos, tempos e qualidade de produção), dos requerimentos do cliente e das especificações do produto.

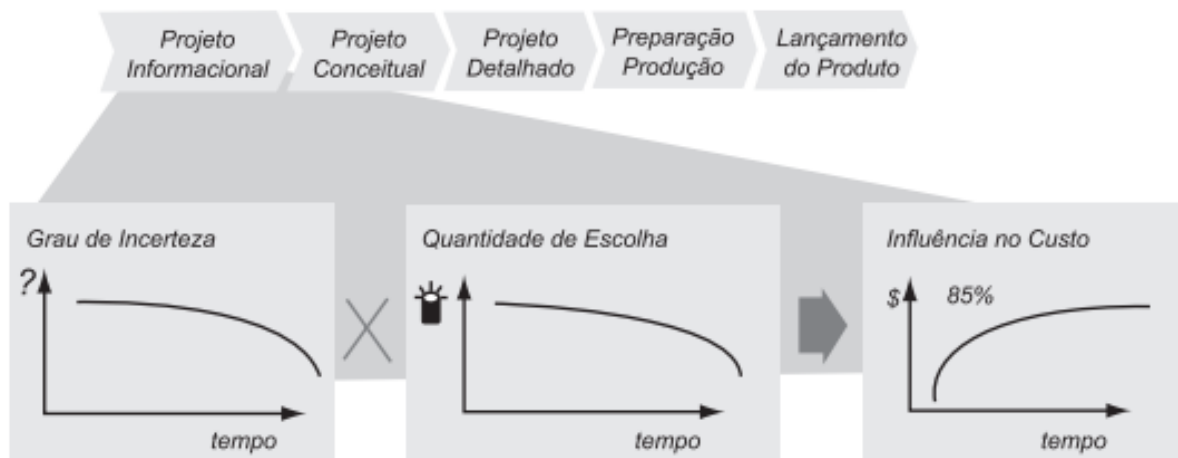
Essa série de análises se inicia com um Planejamento Estratégico para definir os objetivos almejados pelos desenvolvedores. Na sequência, o Planejamento do Projeto dará origem ao Escopo do Projeto como resultado da fase de Pré-Desenvolvimento, e informação de entrada na macrofase seguinte, Desenvolvimento do Produto. (Rozenfeld et al., 2006)

2.3.1.2 Desenvolvimento

A importância de alcançar resultados verdadeiros até o final do Pré-desenvolvimento se dá pelas altas demandas de recursos exigidas em adaptações nas fases finais do Desenvolvimento.

A Figura 3 mostra as características exigidas pela equipe de desenvolvimento ao decorrer desta fase, fazendo uma relação entre às tomadas de decisões mais demandas de recursos, e seu resultado no custo final do projeto. Percebe-se a importância de já no início do desenvolvimento do produto, a necessidade de conhecer os resultados esperados, e saber o que deve ser feito para que esses resultados sejam alcançados. Pois, apesar do grau de incerteza e das quantidades de escolhas a serem tomadas serem maiores nessas fases iniciais, os custos para fazer uma alteração devido a uma decisão mal tomada, são muito mais elevados nas fases finais do desenvolvimento, podendo torná-lo inviável financeiramente dependendo da disponibilidade de recursos. (Rozenfeld et al., 2006)

Figura 3: Características das fases iniciais do desenvolvimento



Fonte: Rozenfeld et al. (2006, página 61)

Destacam-se: (1) os custos gerados pelas decisões tomadas no início desta macrofase são referentes à aproximadamente 85% do custo final do Produto (Figura 3); (2) o custo de uma adaptação no decorrer do Desenvolvimento apresenta crescimento exponencial (Rozenfeld et al., 2006; Back et al., 2008; Ullman, 2010), ou seja, durante a fase de lançamento, uma alteração no projeto pode custar até mil vezes mais do que uma alteração feita ainda na fase de Projeto Informacional.

A macrofase de desenvolvimento começa pelo Projeto Informacional. Nessa primeira etapa, começa-se uma definição mais específica dos critérios de escopo definido na macrofase de Pré-Desenvolvimento. O Projeto Informacional é objeto de pesquisa deste trabalho e primeiro passo a fim de transformar os conceitos mais subjetivos da análise do público alvo, em dados mensurados, denominados especificações-meta do produto. (Rozenfeld et al., 2006)

Para Back et al. (2008), as 4 etapas seguintes nessa macrofase buscam por soluções para implementação do projeto, de acordo com a natureza das operações:

- Projeto Conceitual: visa desenvolver alternativas de solução para os problemas funcionais listados nas fases anteriores com base nas especificações-meta resultantes do Projeto Informacional;
- Projeto Detalhado: trata de aspectos e componentes técnicos considerando a concepção do produto, visando sistematizar todo Projeto Conceitual de forma

detalhada para tornar possível a visualização do processo produtivo e sua forma de realização. Além disso, engloba também processos e recursos gerais de fabricação;

- **Preparação da Produção:** tem como entrada o protótipo e as noções de fabricação definidas no Projeto Detalhado, e sua finalidade é fazer uma análise global sobre o processo produtivo, como avaliação de toda cadeia de suprimentos envolvida, organizar todas etapas produtivas de forma que torne o projeto viável economicamente, com qualidade e eficiência. Todas as medidas produtivas de manufatura são caracterizadas nessa etapa;

- **Lançamento do Produto:** são definidas as estratégias de negócios. Nessa etapa, o PDP é integrado à setores de vendas, marketing, distribuição e financeiro. O acompanhamento do lançamento e primeiras reações do mercado são analisados a fim de garantir que os resultados condizem com os esperados na definição estratégica. As saídas dessa etapa são documentações das decisões tomadas durante todo Processo de Desenvolvimento e referências para o acompanhamento em etapas de pós-venda.

2.3.1.3 Pós-desenvolvimento

A macrofase de Pós Desenvolvimento trata de forma interligada todo acompanhamento do produto no mercado de acordo com seu ciclo de vida. A metodologia ao Acompanhar Produto e Processo se dá através de um ciclo de análises que visa garantir os resultados esperados nas etapas anteriores. Confirmar aceitação do produto pelo cliente e propor melhorias em viabilidade econômica e processos, auxiliam no posicionamento do CV do produto e noções estratégicas na fase de Descontinuar Produto, a fim de reduzir impactos tanto estratégicos quanto socioeconômicos ao fim das atividades.

2.3.2 Modelo de Projeto Informacional

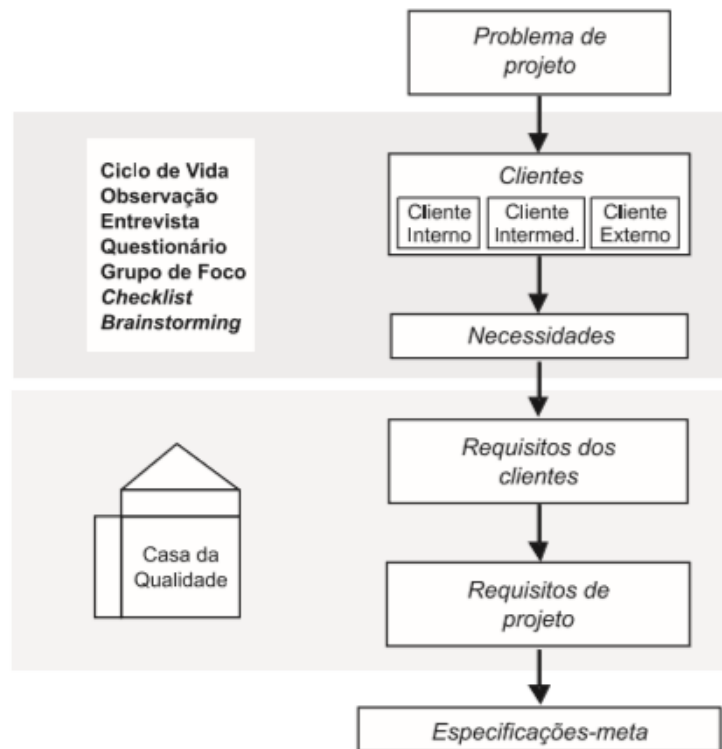
O objetivo do Projeto Informacional é desenvolver as especificações-meta do produto, a partir de informações previamente levantadas, como a caracterização do cliente e os requisitos do cliente. Também propicia o entendimento e a descrição do problema de forma qualitativa, quantitativa e funcional. As especificações-meta orientam a geração de soluções, servem de base para montar os critérios de avaliação

e tomada de decisão utilizados nas seguintes fases do processo de desenvolvimento. (Rozenfeld et al. 2006; Back et al. 2008)

Geralmente expressos em uma linguagem informal e subjetiva, as necessidades do cliente são identificadas, tratados, e traduzidos para uma linguagem quantitativa e mais técnica, assim formando o conjunto de informações mensuráveis chamado de especificações-meta.

Durante o processo de desenvolvimento do Projeto Informacional são realizadas diversas atividades sequenciais e cada uma delas apresenta possíveis ferramentas para sua resolução. A Figura 4 mostra a evolução das informações na fase de Projeto Informacional:

Figura 4: Evolução das informações na Fase de Projeto Informacional



Fonte: Rozenfeld et al. (2006, página 231)

A fase de projeto informacional descrita por Rozenfeld et al. (2006) é separada em dez atividades, brevemente descritas a seguir:

2.3.2.1 Atualizar o plano do Projeto Informacional

O objetivo dessa atividade é compatibilizar o planejamento do Projeto Informacional com o planejamento feito anteriormente na fase de Pré-Desenvolvimento, ou seja, alinhar os principais resultados esperados com a realização do Projeto Informacional, os resultados esperados de cada fase do projeto de desenvolvimento do produto e as principais atividades a serem realizadas para atingir esses resultados.

2.3.2.2 Revisar e atualizar o escopo do produto

Nessa fase é revisado e atualizado o escopo do produto para entender da forma mais completa possível o real problema atribuído a equipe de projeto. Compõe o escopo do produto: Análise do problema de projeto; Análise de tecnologias disponíveis e necessárias; Pesquisa de padrões/normas, patentes e legislação; Pesquisa de produtos similares e concorrentes.

O escopo do produto, portanto, é uma análise que busca a familiarização com o problema que vai ser resolvido. Essa análise avalia informações como: Tipo de produto; Tipo de projeto; Desejos explícitos apresentados pelos clientes; Restrições do produto ou do projeto. De maneira geral, devem ser considerados aspectos relacionados às informações técnicas, econômicas, relacionadas aos componentes, materiais e parceiros que se deseja empregar no projeto do produto.

A caracterização errada de aspectos do problema a ser resolvido pode causar uma sequência de decisões que levará a resposta para um problema diferente do requerido anteriormente.

2.3.2.3 Detalhar o ciclo de vida do produto e definir seus clientes

Após a revisão do escopo, é iniciada a busca por novas informações, agora sobre o ciclo de vida do produto, descrevendo as atividades e os clientes envolvidos em cada fase pela qual o produto passa.

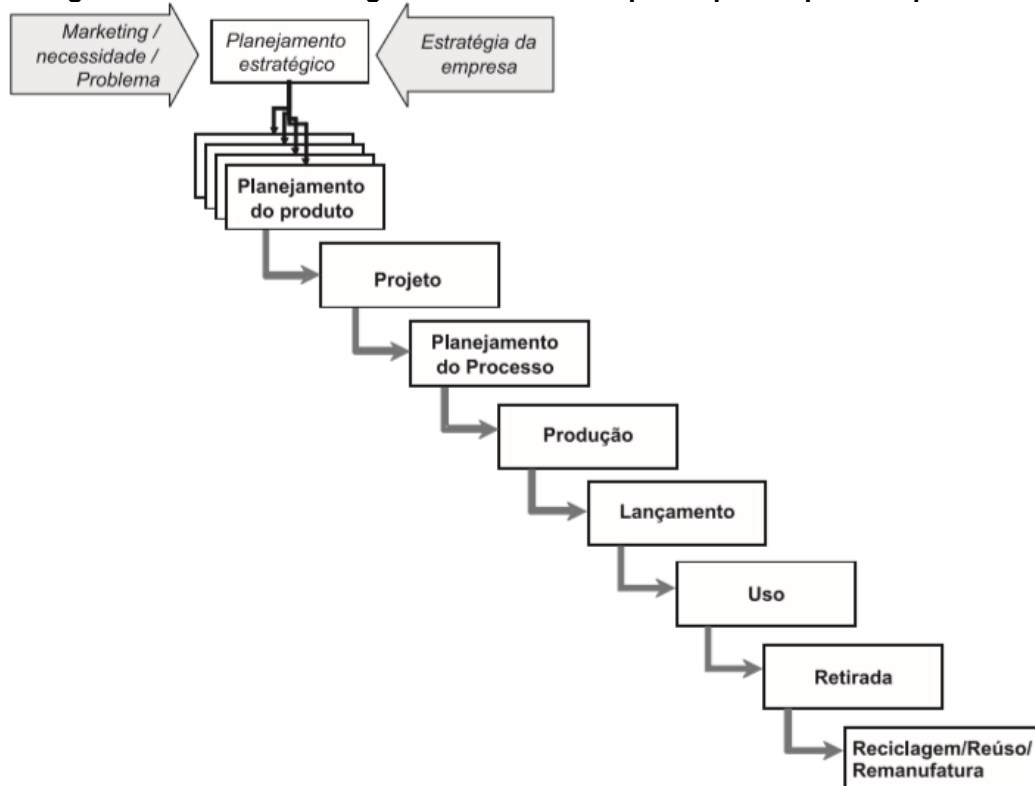
Os modelos do ciclo de vida geralmente descrevem as atividades de forma gráfica, como pode-se observar na Figura 5. O ciclo de vida abrange mais do que somente a vida útil do produto nas mãos do cliente, ele leva em conta desde a parte

de desenvolvimento do produto até a eventual descontinuação do produto, quando este não corresponde mais às necessidades do cliente e apresenta um declínio nas vendas.

A definição dos clientes pode ser descrita como o conjunto de pessoas ou organizações que de alguma forma irão comercializar, desenvolver, produzir, consumir, manter e desativar o produto. Os clientes podem ser classificados em três categorias diferentes:

- Clientes internos: são os envolvidos no desenvolvimento, projeto, produção e fabricação dos produtos.
- Clientes intermediários: são os responsáveis pela distribuição, compras, vendas e marketing do produto.
- Clientes externos: são os que efetivamente usam, consomem, mantêm, retiram e desativam o produto.

Figura 5: Ciclo de vida segundo as atividades pelas quais o produto passa.



Fonte: Rozenfeld et al. (2006, página 217)

É importante destacar que cada produto apresenta o próprio ciclo de vida e suas atividades dependem de várias características descritas no escopo do projeto.

Então, para uma correta avaliação, busca-se definir as fases do ciclo de vida fundamentando-se no escopo do produto e no conhecimento adquirido sobre produtos similares ou sobre produtos que o antecederam.

Para Pahl et al. (2005), é essencial a integração do cliente ao conceito do projeto através das orientações recebidas pela equipe de desenvolvimento. O sucesso de um produto se dá quando as necessidades do cliente são conhecidas e atendidas.

2.3.2.4 Identificar os requisitos dos clientes do produto

É de suma importância que sejam compreendidas as necessidades dos clientes e o que estes realmente esperam do produto, para que se possa “escutar a voz do cliente”. (Rozenfeld et al., 2006)

Inicialmente nessa atividade, propõe-se o levantamento das necessidades dos clientes em cada fase do ciclo de vida. Essas necessidades são coletadas por meio de observação direta, entrevistas, ou qualquer outro método que vise a interação com os clientes.

Na sequência, se faz necessário o uso de um procedimento que resulte na classificação, agrupamento e ordenação das necessidades inicialmente obtidas. O agrupamento é feito de acordo com as atividades do ciclo de vida do produto e possibilita verificar redundâncias e falta de relevância dentre as necessidades obtidas.

Após a devida categorização, as necessidades que foram inicialmente observadas e descritas segundo a linguagem informal e qualitativa dos clientes, podem ser reescritas na forma de “requisitos dos clientes”. Os requisitos dos clientes podem ser relacionados a diferentes aspectos, descritos abaixo:

- Desempenho funcional: requisitos que descrevem elementos de desempenho para o comportamento desejado do produto.
- Fatores humanos: requisitos relacionados à interface do produto, ou seja, a relação de uso entre produto e cliente.
- Propriedades físicas: requisitos referidos a propriedades mecânicas, elétricas, térmicas, químicas e nucleares do produto.
- Confiabilidade: requisitos que podem implicar em falhas no produto e relacionados à segurança em geral.
- Ciclo de vida: requisitos que permitem a consideração dos aspectos das diferentes fases do ciclo de vida do produto pelas quais o produto irá passar.
- Recursos: requisitos relacionados ao tempo, custos, normas, disponibilidade e impacto no meio ambiente.

Para Rozenfeld et al. (2006), um problema importante na definição dos requisitos dos clientes é caracterizado pela baixa especificidade das informações e pelo caráter falado das necessidades. Para tratar desse problema, pode ser utilizado o Diagrama de Kano, uma ferramenta que gera requisitos dos clientes a partir da voz do cliente, baseando-se em uma análise qualitativa da relação entre o desempenho do produto e a satisfação do cliente.

Os requisitos dos clientes podem ser inscritos diretamente na matriz QFD (*Quality Function Deployment*), Segundo Ullman (2010), QFD é uma ferramenta que gera especificações de engenharia, bem como requisitos dos clientes a partir da voz do cliente, e deve ser empregada para todo novo projeto ou na modificação de um projeto. No processo de aplicação da ferramenta, o time de desenvolvimento aprende o que ainda não se conhece sobre o problema. O uso da ferramenta QFD está descrito detalhadamente no Item 2.4.

2.3.2.5 Definir os requisitos do produto

Com os requisitos dos clientes, avaliados na voz do consumidor e descritos na linguagem dos projetistas, tem-se informações que não estão necessariamente associadas às características mensuráveis do produto.

Portanto é preciso transformar novamente os requisitos dos clientes para outra linguagem mais específica, que permita uma comunicação precisa, descrita por meio de características técnicas mensuráveis, essa transformação é necessária para o desenvolvimento adequado do produto e produz um conjunto de informações chamado de “requisitos do produto”.

Os requisitos do produto se constituem da primeira decisão física sobre o produto que está sendo projetado, com a definição de características mensuráveis e finais do produto. Razão da grande importância dessa atividade para todo o processo de desenvolvimento.

Os métodos utilizados na transformação dos requisitos dos clientes em requisitos do produto são pouco variados e exigem muitas considerações qualitativas (mesmo que para definir características quantitativas no produto). Back et al. (2008) destaca que vários autores oferecem soluções posteriores em relação a como aplicar os requisitos do produto, mas são poucos os que dedicam esforços em propor métodos a fim de obter tais requisitos.

Back et al. (2008) também dizem que um requisito do cliente pode ser interpretado de diversas formas, dependendo da equipe de projeto, podendo gerar resultados equivocados.

A obtenção desses requisitos pode ser feita por de diferentes meios, como *brainstorming*, *checklists* e informações sobre outros projetos.

Após a transformação dos requisitos dos clientes em requisitos do produto, faz-se a correlação entre os dois através de uma parte da ferramenta QFD. Avalia-se qualitativamente a intensidade com que cada um dos requisitos do produto contribui para atender cada um dos requisitos dos clientes. Alguns exemplos de graus de intensidade são: baixa, média e elevada.

Quando comparado a um determinado requisito dos clientes, um requisito do produto que tem grau de dependência elevada é mais importante que outro que apresente um grau de dependência baixa, portanto, merece mais atenção e foco da equipe do projeto.

2.3.2.6 Definir as especificações-meta do produto

São necessárias informações completas e sem ambiguidades para desenvolver as atividades posteriores do processo. Para isso são definidas as

especificações-meta do produto, que são parâmetros quantitativos e mensuráveis que o produto deve ter. Esses parâmetros devem ser acompanhados dos valores-meta, números que estabelecem o desempenho requerido. Em sua essência, as especificações-meta são os requisitos do produto associados com valores-meta. Os valores-meta podem assumir um valor específico ou uma faixa de valores.

Nesse momento é avaliado a correlação entre os requisitos do produto, ou seja, um requisito do produto pode depender positivamente de um requisito dos clientes, e ao mesmo tempo influenciar negativamente outro requisito do produto. Uma das ferramentas mais conhecidas que ataca essa problemática é o QFD.

2.3.2.7 Monitorar a viabilidade econômico-financeira

A equipe do projeto deve primeiramente conferir se as necessidades e os requisitos de custo em todas as etapas do ciclo de vida foram devidamente levados em conta. Nessa fase final do Projeto Informacional, com as necessidades, requisitos e especificações definidas e detalhadas, é maior o nível de conhecimento do problema e das suas soluções. Nessa atividade é verificado se as especificações de custo definidas estão coerentes com o custo-meta.

As especificações de custo são nada mais do que os requisitos do produto relacionados aos custos, expressos juntamente com um valor e uma unidade monetária. Já o custo-meta é definido na macrofase de pré-desenvolvimento, mais especificamente na fase de planejamento do projeto.

Feitas as verificações é possível revisar o orçamento e a viabilidade econômica do projeto. Nesta revisão são abordados diversos indicadores financeiros do projeto como o retorno do investimento, valor presente líquido e a taxa interna de retorno.

2.3.2.8 Avaliar fase

Nessa atividade devem ser avaliados alguns critérios considerados críticos para esta etapa do PDP, com a proposta de revisá-los e analisar o desempenho de cada um deles. A finalidade desta fase é avaliar o cumprimento das tarefas planejadas, os resultados obtidos e os demais critérios quantitativos e indicadores, de acordo com as novas informações fornecidas ao término da atividade anterior.

Rozenfeld et al. modela questões que considera pertinente à cada fase do Processo. Para o Projeto Informacional especificamente, avalia diferentes aspectos das especificações-meta, questionando a limitação das informações encontradas e viabilidade de aplicação. Os aspectos abrangidos devem ser amplos e de fácil entendimento, as informações devem ser filtradas de acordo com sua relevância para o Projeto e enviadas para análise de forma clara.

2.3.2.9 Aprovar fase

Atividade responsável pela tomada de decisão de continuar ou não o projeto. São consideradas as avaliações feitas na etapa anterior e aplicadas de forma mais ampla em uma avaliação de portfólio. Os resultados obtidos até esta atividade devem apresentar concordância com as expectativas da equipe, garantir o grau de importância inicial esperado do produto e sua viabilidade econômica.

Cancelamentos ou congelamentos se mostram necessários quando a equipe considera redução da relevância do projeto, ou fatores que o inviabilizaria. Pequenas discordâncias entre as expectativas da equipe e os resultados obtidos podem ser tratadas com medidas corretivas, direcionando as atenções da equipe para um critério específico a fim de melhorá-lo.

Após aprovada a fase, prepara-se o relatório da avaliação, descrevendo os critérios utilizados, formas de abordagem dos mesmos, ações corretivas e ajustes para próxima fase.

2.3.2.10 Documentar decisões tomadas e registrar lições aprendidas

Momento de formalização dos registros realizados ao decorrer de toda fase de Projeto Informacional. O objetivo é gerar um documento considerando as atividades realizadas, as tomadas de decisão frente aos critérios estabelecidos e os pontos críticos que resultaram na aprovação do projeto, incluindo as dificuldades encontradas e adaptações necessárias.

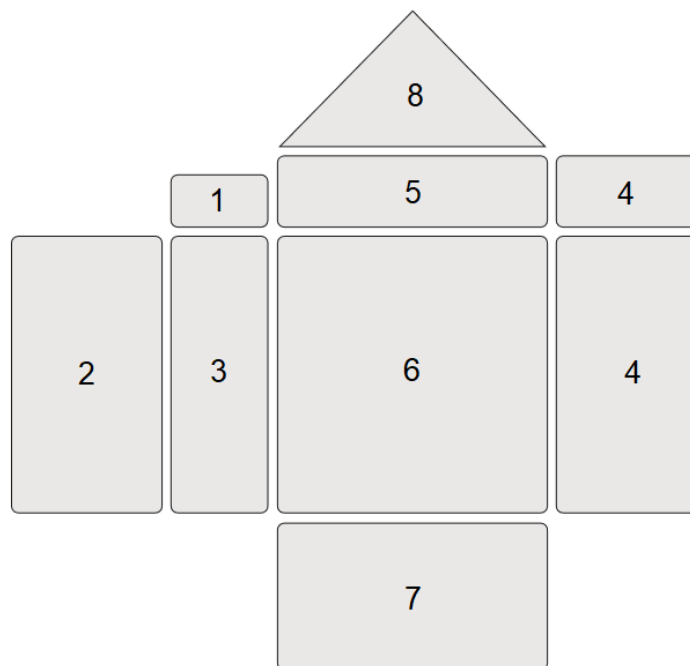
Os documentos gerados nessas atividades servem de resumo ao final de cada fase e de referência para o início de fases posteriores.

2.3 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

O QFD para Ullman (2010) é uma ferramenta que desenvolve as principais informações necessárias para o entendimento do problema. A aplicação dessa ferramenta implica na construção da Casa da Qualidade, mostrada na Figura 6, que nada mais é do que um diagrama que tem o formato de uma casa, e cada quadro desse diagrama contém um conjunto de informações valiosas para a obtenção das especificações-meta.

A ferramenta QFD serve para coletar e refinar requisitos funcionais, e faz isso de forma sequencial, preenchendo os quadros da *casa da qualidade* na ordem do quadro número 1 ao 8. Os oito passos para aplicar o QFD são:

Figura 6: As 8 Áreas que representam os passos para a construção do QFD.



Fonte: Adaptado de Ullman (2010)

Passo 1 – Identificar quem são os clientes: Analisando o ciclo de vida do produto, definir quem são as pessoas por quem o produto passa nas fases interna e externa.

Passo 2 – Determinar os requisitos dos clientes: Identificar o que os clientes querem ou esperam no produto. Esse passo pode ser realizado de diferentes maneiras, como através de observação direta, grupos de foco, questionários e entrevistas.

Passo 3 – Determinar a importância relativa dos requisitos dos clientes: Aplicar pesos de importância para cada requisito de cada cliente. Isso resolve as dúvidas de “Quão importante é o requisito dos clientes?” e “para qual cliente o requisito é importante?”.

Passo 4 – Identificar e avaliar a concorrência: Descobrir quão satisfeitos os clientes estão agora. Com essa informação é possível encontrar oportunidades de melhoria nos produtos que já existem, analisando como os produtos da concorrência satisfazem os requisitos identificados no Passo 2. Esse processo é chamado de *benchmarking*.

Passo 5 – Gerar requisitos do produto: Desenvolver parâmetros que descrevam de que forma os requisitos dos clientes serão cumpridos. É a transcrição da voz do cliente para a voz do engenheiro.

Passo 6 – Relacionar requisitos dos clientes com requisitos do produto: Definir o quanto cada requisito do produto afeta cada requisito dos clientes.

Passo 7 – Definir as especificações-meta e a importância: Definir as metas e estabelecer quão importante é cumprir cada uma delas: calculando a importância dos requisitos do produto, medindo como a concorrência cumpre esses requisitos e desenvolvendo metas quantitativas para cada requisito.

Passo 8 – Identificar as relações entre as especificações-meta: Descobrir quanto uma especificação-meta depende da outra, e se o efeito entre elas é positivo ou negativo. Essa etapa fornece uma diretriz sobre os possíveis *trade-off*, ou seja, se o cumprimento de uma especificação-meta atrapalha no cumprimento de outra especificação-meta.

3 METODOLOGIA

A fim de alcançar os objetivos propostos por este trabalho, foi usado como base o Modelo de PDP de Rozenfeld *et al.* (2006). A realização de entrevistas com cadeirantes e o *benchmarking* (pesquisa de mercado) com modelos de cadeiras disponíveis são algumas dessas ferramentas.

O escopo do produto foi prévia e parcialmente definido como sendo uma cadeira de rodas voltada a atender as necessidades de uma pessoa apta a viver de forma autônoma, impedida unicamente por apresentar dificuldades de mobilidade.

Destaca-se neste tópico que o grupo tratado pelo IBGE como “Deficiência Motora” abrange todo indivíduo que possua qualquer dificuldade na locomoção independentemente do motivo, porém, para efeitos deste trabalho, foram considerados apenas indivíduos enquadrados no subgrupo “Não conseguem de modo algum [subir escadas e vencer obstáculos]”, portadores de paraplegia e uma faixa etária entre 15 e 64 anos, como já citado no tópico 1.5.

A metodologia foi dividida em 4 passos principais, representadas como as saídas na Figura 7, desde a definição dos requisitos dos clientes e sua transformação em requisitos do produto, até a apresentação hierarquizada das especificações-meta do produto.

Segundo o Modelo de Rozenfeld, a análise econômica do projeto também é realizada na fase do Projeto Informacional, porém, os dados obtidos por esta análise são dedicados às atividades que antecedem a elaboração do conceito do produto, tendo reflexos mais relevantes aos clientes internos e intermediários de acordo com o ciclo de vida do produto.

Figura 7: Fluxograma das atividades desenvolvidas no TCC.



Fonte: Autoria própria.

As atividades de: Avaliar fase, Aprovar fase e Documentar decisões tomadas e registrar lições aprendidas, dependem essencialmente da análise econômica do projeto, e conseqüentemente não foram abordadas nos tópicos seguintes.

3.1 DEFININDO REQUISITOS DOS CLIENTES

Primeiramente o escopo do produto foi analisado, resultando na determinação das atividades relevantes para o Projeto Informacional. Uma vez determinadas estas atividades, foram definidas as fases do ciclo de vida do produto (Figura 5) e a identificação dos clientes envolvidos em cada uma delas.

Com os clientes definidos, foi iniciada a coleta de dados das necessidades dos clientes. Os métodos de coleta de dados são descritos a seguir.

3.1.1 Entrevistas

A entrevista foi a principal fonte de coleta das necessidades dos clientes utilizada no decorrer deste trabalho. Este método garante que a voz dos reais usuários seja transcrita e analisada integralmente (Back et al. 2008), oferecendo à equipe de desenvolvimento boas noções das características que o produto deve ou não apresentar.

Para a elaboração da entrevista foram utilizadas recomendações feitas por Swanson E Hauser (1995). Dessa forma, a entrevista foi aplicada individualmente para

cada usuário, visando o maior número de entrevistados possível, a fim de se obter um maior detalhamento dos requisitos e opiniões.

Os entrevistados eram pessoas que utilizam a cadeira de rodas para sua locomoção fora das suas residências, em vias públicas e em estabelecimentos comerciais de forma autônoma. Todos os entrevistados eram residentes da cidade de Ponta Grossa no Paraná.

As entrevistas foram conduzidas pelos autores desse trabalho e foram abordados os principais tópicos referentes à utilização de cadeira de rodas e ao problema da mobilidade reduzida, como principais dificuldades no dia a dia, pontos negativos de produtos similares já existentes no mercado, relação qualidade-custo, benefícios que uma cadeira de rodas deve fornecer, entre outros.

Adicionalmente, as entrevistas foram feitas em caráter informal e não estruturado, para que o usuário expressasse da forma mais natural possível as suas percepções e opiniões sobre o produto e as interações entre o usuário e o produto. De acordo com os assuntos abordados por cada um dos entrevistados durante as respostas, foram extraídas as necessidades dos clientes, descritas de forma “bruta” e em uma linguagem informal, também chamadas de dados originais.

Foram desenvolvidas sete perguntas principais que buscaram colher informações de forma não tendenciosa, não ambígua, clara e sucinta. Conforme essas perguntas iniciais eram respondidas, eram feitas perguntas de acompanhamento como “Por que?”, “Pode citar um exemplo?” e “Com que frequência?”, com a finalidade de extrair informações sobre o produto, o usuário e as suas interações de forma mais específica e detalhada.

A seguir estão descritas as sete perguntas principais que foram feitas a todos os entrevistados:

- Quanto você se locomove sozinho de cadeira de rodas?
- Por quais lugares você se locomove, e por quais você evita passar?
- Quais as maiores dificuldades que você enfrenta com a sua atual cadeira de rodas?
- Você já trocou sua cadeira de rodas por algum motivo?
- Quais aspectos você considera mais importantes em uma cadeira de rodas? Sua cadeira atual apresenta tais aspectos?
- Que necessidades suas ela não atende? No que ela deixa a desejar?
- Como você faz para vencer obstáculos? Ex: meio fio, terreno irregular, etc.

3.1.2 *Brainstorming*

Foram realizadas sessões de *brainstorming* entre os desenvolvedores deste trabalho. O objetivo nessa atividade é transformar as necessidades dos clientes em requisitos dos clientes, por meio da interpretação das respostas obtidas nas entrevistas, da identificação de oportunidades de melhoria e do possível desenvolvimento de novas ideias não exploradas até então. Os critérios utilizados para a avaliação dos requisitos dos clientes foram a frequência e a ênfase que eram dadas pelos entrevistados para cada um dos temas que eram abordados durante as entrevistas.

O *brainstorming* foi realizado para que as necessidades dos clientes fossem analisadas, selecionadas e agrupadas de acordo com as suas respectivas características, também com o uso de *checklists* para a verificação do atendimento das áreas de grande importância para o desenvolvimento do produto como por exemplo a ergonomia e a usabilidade, e desta forma foi possível refinar e estruturar as respostas dadas pelos entrevistados. Após essas atividades de *brainstorming*, as necessidades dos clientes foram reescritas como requisitos dos clientes.

3.2 DEFININDO REQUISITOS DO PRODUTO

Foram realizadas considerações qualitativas na transformação dos requisitos dos clientes em requisitos do produto. Foram feitas análises individuais de cada necessidade dos clientes.

Rozenfeld et al. (2006) apresenta o modelo de *checklist* proposto por Pugh (1990), e Nickel (2010) apresenta o modelo de Mapas Mentais proposto por Roozenburg e Eekels (1995). Ambos os modelos dividem as necessidades em grupos de interesse e serviram de base nas tomadas de decisão pela equipe deste trabalho ao definir os Requisitos do Produto. Esses modelos são descritos a seguir.

3.2.1 Mapas mentais

A criação de uma demonstração gráfica dos requisitos dos clientes foi o primeiro passo na definição dos requisitos do produto. Os requisitos dos clientes foram divididos em grupos de acordo com uma necessidade mais abrangente fornecida pela voz do cliente, e a partir de cada grupo foram definidas as características que influenciam o produto.

Foram elaborados diversos Mapas Mentais, cada um referente a um grande grupo, e analisados individualmente. Esse método permite que a equipe desenvolvedora tenha uma visão mais clara da fragmentação dos requisitos dos clientes, a fim de gerar o maior número de requisitos de produto para cada demanda apresentada.

A estratificação identificada neste tópico foi aplicada em seguida, em modelos de *checklist*, a fim de garantir que todos critérios fundamentais para um produto tenham sido atendidos.

3.2. Checklist

O modelo de *checklist* de Pugh (1990) indica diversos tópicos de importância que devem ser cobertos pelos requisitos do produto em sua definição, e que são essenciais para seu sucesso. Alguns desses tópicos são referentes à processos produtivos, viabilidade econômica e desativação do projeto, não sendo o enfoque deste trabalho e, portanto, desconsiderados pela equipe.

O *Checklist* neste trabalho abordou questões diretamente relacionadas ao produto e seus impactos às pessoas envolvidas. Foram considerados:

- Desempenho: Parâmetros para avaliar a funcionalidade do produto (resistência a carga, resistência a impactos, taxa de vibração em determinado terreno);
- Eficiência: Custo-benefício, baixa manutenção, capacidade de utilização em diferentes terrenos;
- Materiais: preferência de material ou impossibilidade do uso de determinado material;
- Normas: Legislação, manuais e normas do Inmetro e ABNT;
- Vida útil;
- Tamanho e Peso;
- Design;
- Ergonomia;
- Segurança;
- Implicações Sociais;

3.3 DEFININDO AS ESPECIFICAÇÕES-META

Após a geração dos requisitos dos produtos, foram definidas as especificações-meta do produto, ou seja, os requisitos do produto foram associados à valores-meta. Esses valores-meta foram avaliados e definidos de acordo com análises de perfil do produto nos campos técnico e de mercado. Foram levadas em conta restrições para o projeto como normas e legislações.

Segundo Rozenfeld et al. (2006), uma metodologia que descreve uma maneira de identificar e estabelecer os valores-meta é o Gerenciamento dos Parâmetros Críticos (CPM). A metodologia CPM para Faccio e Echeveste (2010) verifica as relações das variáveis críticas no processo de desenvolvimento do produto. O processo se constitui da identificação das necessidades do mercado, exigências técnicas, respostas e parâmetros funcionais críticos, entre outras. Essas atividades podem ser caracterizadas por sistemas, subsistemas e componentes do produto.

Também foram feitas as coletas de dados referentes aos produtos existentes no mercado, e posteriormente uma análise comparativa das especificações-meta e valores de mercado por meio de benchmark.

3.4 HIERARQUIZAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES-META

Nessa etapa do trabalho foram realizadas as atividades que permitiram hierarquizar por grau de importância, as especificações-meta. Se uma especificação é importante, foi necessário mais esforço e foco da equipe do projeto para cumpri-la. Se a especificação tem um grau de importância baixa, pode-se relaxar mais enquanto ao seu cumprimento. (Ullman, 2010)

Para definir a importância das especificações foi necessário compará-las entre si. Essa comparação será feita com o uso do QFD e do Diagrama de Mudge. Para Santos et al. (2008), o Diagrama de Mudge demonstra que alguns requisitos apresentam graus de importância diferenciados e que quando comparados a outros requisitos, os requisitos de maior importância devem ser priorizados.

As especificações-meta do produto foram comparadas em pares e avaliadas quanto ao grau de importância que uma tem em relação a outra, e de acordo com o resultado numérico gerado pelo Diagrama de Mudge, foram classificadas da mais importante às menos importantes.

A realização dessa atividade resulta na geração das especificações-meta hierarquizadas e cumpre o objetivo geral dessa pesquisa.

4. RESULTADOS

4.1 DEFININDO OS REQUISITOS DOS CLIENTES

O escopo do produto foi previamente definido como sendo uma cadeira de rodas voltada a atender as necessidades de uma pessoa apta a viver de forma autônoma, impedida unicamente por apresentar dificuldades de mobilidade. Por ser direcionado a esse público em específico, foram desconsideradas as cadeiras que têm a finalidade de serem empurradas por outras pessoas. Para o ciclo de vida (Figura 5), foi analisada somente a fase de Uso, onde o cliente, ou usuário da cadeira de rodas, foi definido como “cliente externo”. Este critério foi definido devido à natureza deste trabalho, sendo um projeto com finalidades sociais, que visa a melhoria na qualidade de vida dos cadeirantes durante o tempo em que fazem uso do equipamento.

Destaca-se que o grupo tratado pelo IBGE como “Deficiência Motora” abrange todo indivíduo que possua qualquer dificuldade na locomoção independentemente do motivo, porém, para efeitos deste trabalho, foram considerados apenas indivíduos enquadrados no subgrupo “Não conseguem de modo algum [subir escadas e vencer obstáculos]”, portadores de paraplegia e uma faixa etária entre 15 e 64 anos, e também enquadrados no grupo de Pessoa Economicamente Ativa como já citado no tópico 1.5.

É neste momento que se inicia a construção do QFD (Apêndice 1). O QFD pode ser dividido em áreas que representam cada etapa do seu desenvolvimento, essas áreas estão ilustradas na Figura 6. A definição do cliente como o “Cadeirante” está representada na Área 1 do QFD.

4.1.1 Entrevistas

Os entrevistados responderam às perguntas de forma presencial, para que os entrevistadores pudessem ter contato com a cadeira de rodas, afim de obter informações de maior qualidade sobre o produto em questão. Antes da entrevista, este trabalho acadêmico foi descrito e explicado para todos os participantes, assim como foi pedida autorização verbal para utilização dos dados relevantes no TCC. Ressalta-se que nenhum dado pessoal de qualquer entrevistado foi divulgado

publicamente, assim como suas respostas foram analisadas apenas pelos autores deste trabalho, não sendo transcritas integralmente.

Foram realizadas 11 entrevistas, todas para cadeirantes do sexo masculino. Nesse momento, não houve preferência na escolha dos entrevistados. Eles foram selecionados de forma aleatória, através da obtenção de seus contatos em instituições, programas de esportes e por contato passado pelos próprios cadeirantes anteriormente entrevistados.

As entrevistas geraram informações qualitativas e não estruturadas sobre as necessidades dos clientes. As perguntas roteirizadas (e as de acompanhamento) extraíram frases (dados originais) como por exemplo:

- Por quais lugares você se locomove, e por quais você evita passar?

“Eu não ando em algumas ruas, quando a calçada tem muitos buracos”

“Eu ando por todo lado, todo dia”

- Quais as maiores dificuldades que você enfrenta com a sua atual cadeira de rodas?

“Dependendo da superfície, a cadeira vibra e o (meu) pé fica escorregando do encosto e pode prender na roda”

“É difícil andar na rua subir no meio fio, eu sempre caio”

- Você já trocou sua cadeira de rodas por algum motivo?

“Troquei porque estava ficando velha”

“A primeira cadeira de rodas que eu comprei não era muito boa, era daquelas que dobra em x”

- Quais aspectos você considera mais importantes em uma cadeira de rodas? Sua cadeira atual apresenta tais aspectos?

“A cadeira tem que ser leve”

“A minha é a mais leve que tem”

Em seguida, esses dados originais foram analisados e agrupados de acordo com o tema, que leva em consideração aspectos como o desempenho funcional,

fatores humanos, propriedades e espaço, confiabilidade, ciclo de vida e recursos e manufatura (fabricação). Foi levado em consideração também a frequência com que eram mencionados, adicionalmente, os dados redundantes foram eliminados. Esses dados oriundos das entrevistas, uma vez processados e categorizados, representam as necessidades dos clientes.

4.1.2 Brainstorming

Sessões de *Brainstorming* foram realizadas com o intuito de transformar as necessidades dos clientes em requisitos escritos com as palavras do próprio entrevistado, como “bom”, “fácil”, “leve”, e outros termos abstratos. Necessidades dos clientes como “A cadeira tem que ser leve” e “É difícil colocar ela no carro só com uma mão”, foram reescritas como “Ser leve”.

Os requisitos gerados e considerados de maior relevância representam as principais necessidades do cliente e estão descritos na tabela abaixo:

Quadro 1: Lista dos requisitos do cliente e suas importâncias relativas

Requisito do cliente	Peso
Longa vida útil da cadeira	10
Baixo custo de compra	7
Baixo custo de manutenção	8
Facilidade de manutenção	4
Minimizar frequência de manutenção	8
Ser leve	10
Maximizar retração	4
Minimizar deformação no encosto	7
Desmontagem fácil	4
Ser fácil de transportar	6
Absorver pequenos impactos	5
Ser compacta	8
Ter boa estabilidade	6
Ser confortável	8
Ter design personalizado	7
Capacidade de carregar adereços	2
Minimizar lesões por atrito	10
Minimizar força para movimentação	7
Ser adequada com a lesão	9

Fonte: Autoria própria.

Após listados os requisitos dos clientes, foram atribuídos pesos (de 1 - 10) com base na frequência e na importância relatada durante as entrevistas de cada uma das necessidades mencionada pelos clientes. Esses pesos determinaram a importância relativa dos requisitos dos clientes, que servirá de base para determinar a importância relativa dos requisitos do produto na fase seguinte. Os requisitos dos clientes e suas respectivas importâncias relativas correspondem às Áreas 2 e 3 do QFD.

4.2 DEFININDO REQUISITOS DO PRODUTO

Com base nos requisitos do cliente listados anteriormente, foram desenvolvidas especificações de engenharia mensuráveis diretamente vinculadas com cada um desses requisitos. Ex.: O requisito do produto “Peso total da cadeira” foi gerado para satisfazer o requisito do cliente “Ser leve”. Assim, foram gerados 23 requisitos do produto que atendem a todos os requisitos do cliente.

Dois dos requisitos do produto (Vibração percebida na cadeira e Conforto percebido no assento) foram gerados e definidos como qualitativos, devido a dificuldade e complexidade de abordar essas especificações e definir valores para as mesmas de forma quantitativa. O método usado foi a avaliação desses dois requisitos do produto pelos próprios usuários, através de uma pontuação entre 1 e 5, sendo o valor 1, ruim, o valor 5, excelente, e os demais valores como uma interpolação entre 1 (Ruim) e 5 (Excelente).

Os requisitos do produto gerados e suas respectivas especificações técnicas e unidades de medida são descritos no quadro abaixo:

Quadro 2: Requisitos do produto e suas respectivas especificações

REQUISITO DO PRODUTO	ESPECIFICAÇÕES E UNIDADES DE MEDIDA
Massa total da cadeira	Massa em Kg da cadeira montada com todos os seus componentes.
Preço final do produto	Valor de venda da cadeira completa repassado para o cliente em R\$.
Volume de material do chassi	Quantidade total de material que compõe o chassi da cadeira em mm ³ .
Carga suportada pelo encosto	Força suportada pelo material do encosto sem sofrer deformação plástica em N.

REQUISITO DO PRODUTO	ESPECIFICAÇÕES E UNIDADES DE MEDIDA
Vibração percebida na cadeira	Pontuação obtida através de uma escala de 1 - 5 de percepção de vibração dada pelos clientes.
Ângulo de cambagem das rodas traseiras	Ângulo de inclinação das rodas traseiras em relação ao eixo vertical em graus.
Altura do assento	Menor distância entre o ponto de contato com o chão e a base do assento em mm.
Resistência dos raios das rodas traseiras	Limite de escoamento do material dos raios das rodas traseiras em MPa.
Quantidade de raios nas rodas traseiras	Número de raios contidos em cada uma das rodas traseiras.
Cores disponíveis para os componentes da cadeira	Número de cores disponíveis no momento da compra.
Altura do encosto	Distância entre a base do assento e o topo do encosto em mm.
Conforto percebido no assento	Pontuação obtida através de uma escala de 1 - 5 de percepção de conforto do assento.
Altura total da cadeira com o encosto retraído	Distância entre o ponto de contato com o chão e o ponto mais alto da cadeira com o encosto retraído em mm.
Volume desmontada relativo ao volume montada	Razão entre o volume da cadeira e o volume da cadeira sem as rodas e com todos os componentes retraídos (%).
Passos para desmontagem	Número de operações para desmontar a cadeira para transporte.
Largura do assento	Comprimento lateral do assento em mm.
Largura total da cadeira	Distância máxima entre os extremos laterais da cadeira em mm.
Tempo entre reposição dos garfos das rodas dianteiras	Tempo mínimo necessário entre a reposição de pelo menos um dos garfos dianteiros em meses.
Tempo entre reposição dos rolamentos	Tempo mínimo necessário entre a necessidade de reposição de pelo menos um dos rolamentos em meses.
Tempo entre reposição do assento	Tempo mínimo necessário entre a necessidade de reposição da espuma do assento em meses.
Tempo entre reposição dos pneus das rodas traseiras	Tempo mínimo necessário entre a reposição de pelo menos um dos pneus das rodas traseiras em meses.
Resistência do material do chassi	Limite de escoamento do material do chassi em MPa.
Densidade do material do chassi	Densidade do material do chassi em g/cm ³ .

Fonte: Autoria própria

Para chegar nesse conjunto de requisitos, foram utilizados mapas mentais a fim de satisfazer necessidades vinculadas às grandes áreas de engenharia, e um *checklist* serviu para garantir essas relações.

Os requisitos do produto e suas respectivas unidades de medida estão descritos na Área 5 do QFD, assim como uma linha que representa a direção desejada para cada uma das especificações dos requisitos do produto. Por exemplo, o requisito do produto “Tempo entre reposição dos rolamentos” com a unidade de especificação em “meses” está acompanhada de uma seta para cima (\uparrow), que indica desejo de que essa especificação seja a maior possível, nesse caso, que o tempo de reposição dos rolamentos seja o maior número de meses possível. Por outro lado, o requisito do produto “Massa total da cadeira” é acompanhado de uma seta para baixo, indicando que se deseja diminuir a massa para o menor valor possível.

Outra atividade realizada foi a comparação individual entre os requisitos do produto com cada um dos requisitos do cliente, para que fosse determinado o quando cada um dos requisitos do produto influencia no atendimento de cada requisito do cliente, esta parte corresponde a Área 6 do QFD.

A comparação é representada por símbolos que indicam o tamanho da influência de um determinado requisito do produto no atendimento de um determinado requisito do cliente, assim como um valor numérico correspondente:

- Δ – Baixa: 1;
- \circ – Média: 3;
- \bullet – Alta: 9.

Como exemplo, o requisito do produto “Volume de material do chassi” tem uma alta influência (valor 9) sobre o requisito do cliente “Ser leve”, que por sua vez tem uma importância relativa definida no Quadro 1 (valor 10). Esses valores são multiplicados ($9 \times 10 = 90$) e adicionados à importância absoluta do requisito do produto em questão. São somadas da mesma maneira, as outras relações de influência com todos os outros requisitos do cliente, formando as importâncias absolutas e relativas de cada um dos requisitos do produto, que por sua vez, estão apresentadas na Área 7 do QFD. As relações que não apresentaram influências relevantes, conseqüentemente não receberam símbolo algum.

4.2.1 Mapas Mentais

Primeiramente, definiu-se as grandes áreas de engenharia em que cada requisito do cliente se encaixava. Todas as necessidades vinculadas à mesma grande área foram agrupadas e trabalhadas dentro do mesmo Mapa Mental, resultando em 5 mapas no total (Figuras 8, 9, 10 e 11), são eles: Custo-benefício, usabilidade, ergonomia, segurança e design. Atender ao requisito do cliente “baixo custo de compra” por exemplo, foi determinado através da necessidade em “Desenvolver um produto barato”, este requisito se enquadra na grande área “Custo-benefício” para o grupo de engenharia.

Em seguida, os requisitos dos clientes foram analisados um a um dentro de seus mapas mentais, e a partir deles, foram definidos 23 ‘requisitos do produto’ que poderiam suprir todas as necessidades. O atendimento dessas necessidades foi conferido e confirmado no tópico a seguir através de um *Checklist*.

Também verificou-se que um mesmo ‘requisitos do produto’ influenciava em mais de um grande grupo de engenharia e que muitos deles poderiam ser considerados em dois ou mais Mapas Mentais. Porém, a fim de deixar os mapas mentais mais enxutos e dar melhor direcionamento para cada ‘requisito do produto’, os requisitos que foram considerados com maior influência em um determinado grupo foi considerado apenas neste. Este procedimento também serviu de auxílio na elaboração do QFD, no momento de relacionar pesos de determinado ‘requisito do produto’ à um ‘requisito do cliente’.

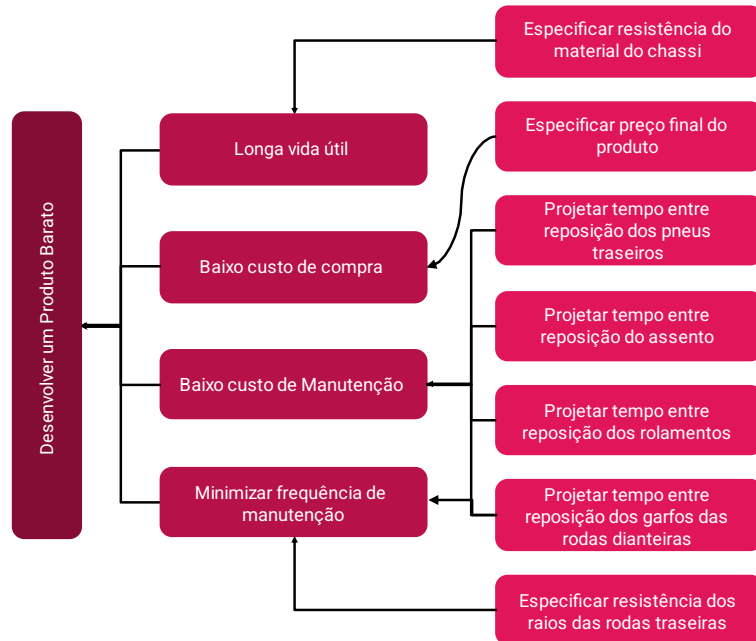
Os cinco mapas mentais são explicados da seguinte forma: A primeira coluna da esquerda para a direita representa a Grande Área de Engenharia vinculada às necessidades do cliente, identificadas e geradas a partir das respostas dos entrevistados durante a pesquisa.

Com as Grandes Áreas de Engenharia definidas, as Necessidades do Cliente foram traduzidas em Requisitos do Cliente, representadas na segunda coluna de cada Mapa Mental (em que apenas na "Figura 8", referente ao "Mapa mental da área de Custo-benefício", a terceira coluna também refere-se ainda aos Requisitos do Cliente, devido à necessidade de se ramificar mais especificamente essa necessidade do cliente).

Por fim, a última coluna de cada Mapa Mental representa os Requisitos do Produto, em que definiu-se a necessidade de apresentar determinados valores

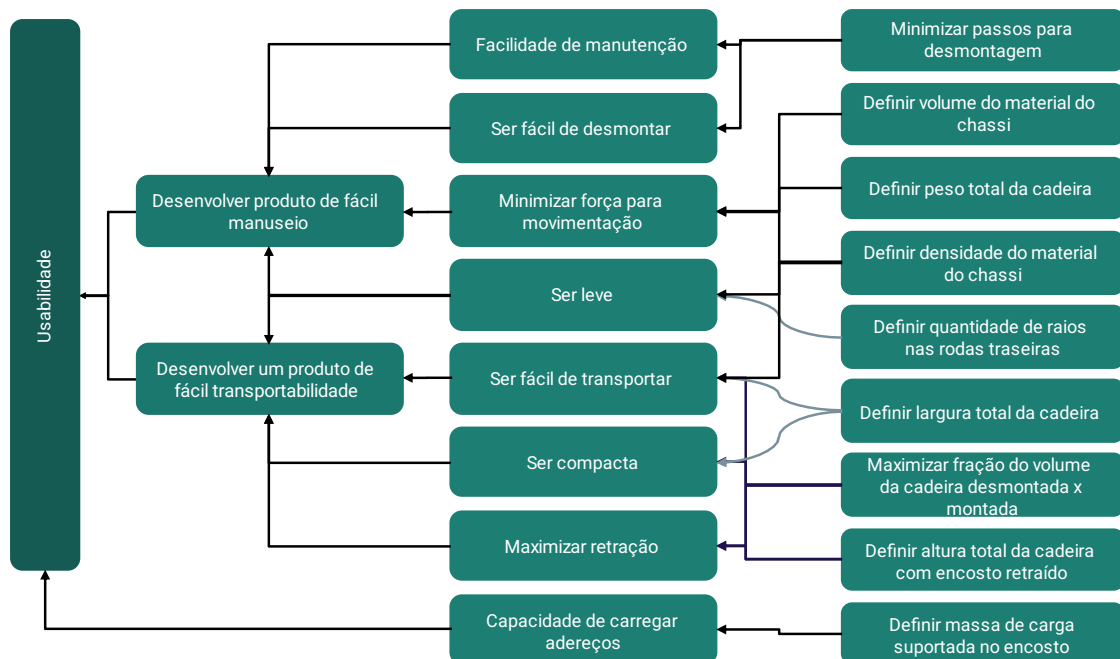
métricos para que os Requisitos do Cliente listados anteriormente fossem devidamente atendidos pelo produto. Abaixo, seguem os Mapas Mentais:

Figura 8: Mapa mental da área de Custo-Benefício



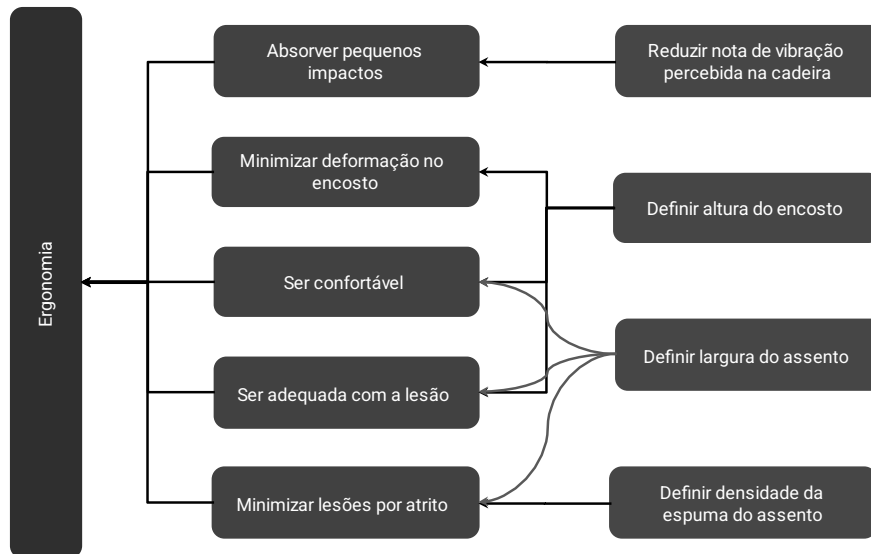
Fonte: Autoria própria

Figura 9: Mapa mental da área de Usabilidade



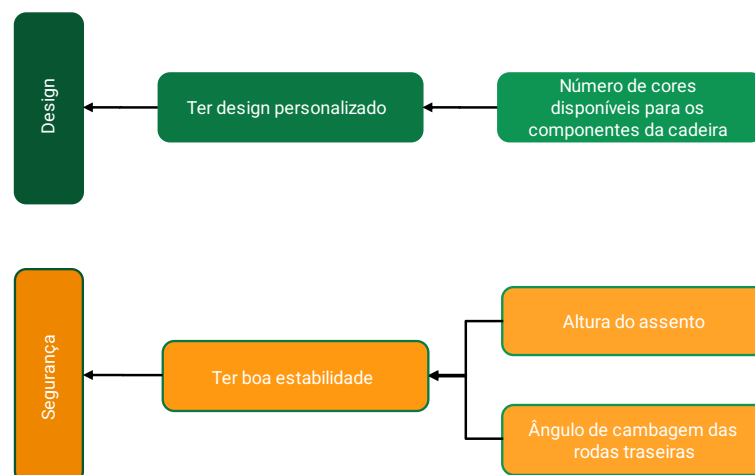
Fonte: Autoria própria

Figura 10: Mapa mental da área de Ergonomia



Fonte: Autoria própria

Figura 11: Mapa mental das áreas de Segurança e Design



Fonte: Autoria própria

4.2.2 Checklists

Após a listagem de todos os requisitos do produto de acordo com os mapas mentais, o *checklist* apresentado no tópico 3.2.2 foi usado para garantir que as grandes áreas de engenharia fossem cobertas por esses requisitos. Nenhum requisito do produto foi adicionado nesta etapa.

4.3 DEFININDO AS ESPECIFICAÇÕES-META

Por meio de uma pesquisa de satisfação, foram coletados o grau de satisfação que dois usuários de cadeiras de rodas têm sobre o atendimento de cada um dos requisitos do cliente definidos na etapa 4.1, utilizando valores entre 1 e 5 (mesmo método usado no tópico 4.2). O Cadeirante #1 avaliou a sua cadeira de rodas de marca e modelo WCMX Le Parkour, e o Cadeirante #2 avaliou a sua cadeira de rodas de marca e modelo Smart One TI G2 Titânio. O resultado dessa avaliação está representado na Área 4 do QFD.

Com essa avaliação, permitiu-se identificar oportunidades de mercado, pontos fortes e fracos nos produtos concorrentes. Adicionalmente, para os dois produtos concorrentes citados, foram coletadas todas as especificações técnicas referentes aos requisitos do produto definidos no tópico 4.2.

Os valores de especificação-meta foram definidos como valores singulares alvo (X), uma faixa entre limites inferior e superior (X - Y), e limites inferiores e superiores (<X) ou (>X). Estes foram definidos de acordo com cada requisito, de forma que os valores não agissem como entraves e limitações para as fases seguintes do desenvolvimento do produto. Por exemplo, é melhor definir a especificação-meta do peso da cadeira como uma faixa entre limites (8.5 Kg - 10 Kg) do que um único valor alvo, pois dá ao time de desenvolvimento, uma flexibilidade maior durante o desenvolvimento do produto.

Quanto aos valores em si, estes foram definidos com a junção das informações obtidas com o *benchmarking*, a análise do grau de satisfação dos usuários e as importâncias relativas de cada especificação-meta (*trade-off*).

Estes valores de especificação-meta foram definidos visando o atendimento de cada requisito do cliente, além disso, os requisitos que menos satisfiziam os usuários, receberam valores que representam uma melhoria mais acentuada e vice e versa.

As especificações técnicas coletadas dos dois produtos concorrentes, assim como as definidas para o produto em foco no trabalho estão descritas na Área 7 do QFD.

4.4 HIERARQUIZAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES-META

Com a utilização do Diagrama de Mudge como ferramenta de hierarquização das especificações-meta (Figura 12), foram comparados em pares todos os requisitos do produto, com a finalidade de definir a prioridade de cada requisito sobre todos os outros. A avaliação foi feita de forma qualitativa, porém utilizando-se de dados qualitativos e quantitativos sobre os requisitos, suas funções e suas relações de *trade-off*. Foram destacados os dez requisitos com maior pontuação em verde e amarelo para facilitar a identificação dos mesmos.

A análise de *trade-off* ocorre na Área 8 do QFD, onde estão descritas as relações entre cada um dos requisitos do produto, ou seja, o quanto a especificação-meta de um requisito do produto influencia na especificação-meta do outro. Para isso, utilizou-se dos seguintes símbolos:

- (-) Influência negativa;
- (+) Influência positiva;
- (--) Grande influência negativa;
- (++) Grande influência positiva.

Como exemplo, quando se diminui a especificação do requisito “Densidade do material do chassi” (o que é desejado), há uma grande influência negativa no “Preço final do produto”, fazendo com que este aumente (não desejado). Relações que não apresentam influências relevantes não receberam símbolo algum.

Figura 12: Diagrama de Mudge

Requisitos do produto	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	TOTAL	%	POSIÇÃO	
Densidade do material do chassi	A	A2	A1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A1	A2	X1	39	11.5%	2º
Resistência do material do chassi	B	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	B1	B1	L2	M2	B1	O1	P1	B1	B1	S1	T1	U2	V1	X3	5	1.5%	18º		
Tempo entre reposição dos pneus das rodas traseiras	C	C1	C1	F1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	L1	M1	C1	C1	C1	C1	C2	C1	C1	U2	C1	X2	17	5.0%	6º		
Tempo entre reposição do assento	D	E1	F1	D1	D1	I1	D1	D1	L1	M2	D1	O1	D1	D1	D1	S1	D1	U2	D1	X2	11	3.2%	12º				
Tempo entre reposição dos rolamentos	E	F1	E1	E1	E1	E1	E1	E1	L1	M1	E1	E1	E1	E1	E2	E1	E1	U2	E1	X2	16	4.7%	8º				
Tempo entre reposição dos garfos das rodas dianteiras	F	F1	F1	F1	F1	F1	L1	M1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	U2	F1	X2	17	5.0%	6º				
Largura total da cadeira	G	H1	I1	G1	G1	L2	M2	G1	O1	G1	G1	G1	S1	T1	U2	V1	X3	7	2.1%	16º							
Largura do assento	H	I1	H1	H1	L1	M2	H1	O1	H1	H1	H1	S1	H1	U2	H1	X2	10	2.9%	13º								
Passos para desmontagem	I	I1	I1	L1	M2	I1	I1	I1	I1	I1	S1	I1	U2	I1	X2	13	3.8%	10º									
Volume desmontada relativo ao volume montada	J	J1	L2	M2	J1	O1	P1	J1	J1	S1	T1	U2	V1	X3	4	1.2%	19º										
Altura total da cadeira com o encosto retraído	K	L2	M2	K1	O1	P1	Q1	K1	S1	T1	U2	V1	X3	2	0.6%	21º											
Conforto percebido no assento	L	M1	L2	L1	L2	L2	L2	L1	L1	U1	L1	X2	26	7.7%	5º												
Altura do encosto	M	M2	M2	M2	M2	M2	M1	M2	U1	M2	X1	33	9.7%	4º													
Número de cores disponíveis para os componentes da cadeira	N	O1	P1	Q1	N1	S1	T1	U2	V1	X3	1	0.3%	22º														
Quantidade de raios nas rodas traseiras	O	O1	O1	O1	S1	O1	U2	O1	X2	12	3.5%	11º															
Resistência dos raios das rodas traseiras	P	P1	P1	S1	T1	U2	V1	X3	6	1.8%	17º																
Altura do assento	Q	Q1	S1	T1	U2	V1	X3	3	0.9%	20º																	
Ângulo de cambagem das rodas traseiras	R	S2	T1	U3	V1	X3	0	0.0%	23º																		
Vibração percebida na cadeira	S	S1	U2	S1	X2	15	4.4%	9º																			
Carga suportada pelo encosto	T	Y2	T1	X2	9	2.7%	15º																				
Volume de material do chassi	U	V2	X1	35	10.3%	3º																					
Preço final do produto	V	X1	10	2.9%	13º																						
Peso total da cadeira	X	48	14.2%	1º																							
		339	100.0%																								

Fonte: Autoria própria

Os requisitos do produto foram comparados e atribuídos com uma nota de prioridade sobre todos os outros requisitos (1 - Baixa; 2 - Média; 3 - Alta), se por exemplo o Requisito **A** for comparado com o Requisito **B**, e **B** for julgado com uma alta prioridade sobre **A**, esta comparação entre os dois receberá a classificação **B3**, e o Requisito **B** receberá **3** pontos. Ao final das comparações, os pontos foram somados para os respectivos requisitos que forem classificados como mais prioritários sobre os outros.

Finalmente, os requisitos com maior pontuação foram hierarquizados como mais importantes para o projeto, em ordem decrescente, até o menos importante com menos pontos somados. Com a hierarquização dos requisitos do produto, tem-se as suas especificações-meta associadas também hierarquizadas, concluindo o processo do Projeto Informacional. No Quadro 3 estão os requisitos do produto hierarquizados e suas respectivas especificações técnicas:

Quadro 3: Requisitos do produto hierarquizados e suas respectivas especificações-meta

POS	REQUISITO DO PRODUTO	ESPECIFICAÇÃO-META
1º	Peso total da cadeira	8.5 Kg - 10 Kg
2º	Densidade do material do chassi	> 2.8 g/cm ³
3º	Volume de material do chassi	< 2900 cm ³
4º	Altura do encosto	250 mm - 400 mm
5º	Conforto percebido no assento	5
6º	Tempo entre reposição dos pneus das rodas traseiras	4 meses - 6 meses
6º	Tempo entre reposição dos garfos das rodas dianteiras	15 meses - 20 meses
8º	Tempo entre reposição dos rolamentos	12 meses - 18 meses
9º	Vibração percebida na cadeira	4 - 5
10º	Passos para desmontagem	4 - 5
11º	Quantidade de raios nas rodas traseiras	12 - 24
12º	Tempo entre reposição do assento	8 meses - 12 meses
13º	Largura do assento	36 mm - 46 mm
13º	Preço final do produto	< R\$ 10.000,00
15º	Carga suportada pelo encosto	> 250 Kg
16º	Largura total da cadeira	65 mm - 70 mm
17º	Resistência dos raios das rodas traseiras	> 450 Mpa
18º	Resistência do material do chassi	> 260 Mpa
19º	Volume desmontada relativo ao volume montada	40% - 50%
20º	Altura do assento	40 mm - 50 mm
21º	Altura total da cadeira com o encosto retraído	50 mm - 60 mm
22º	Nº de cores disponíveis para a cadeira	> 6
23º	Ângulo de cambagem das rodas traseiras	2º - 4º

Fonte: Autoria própria

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Respondendo à pergunta problema, tem-se uma lista de 23 requisitos do produto e suas respectivas especificações-meta hierarquizadas (Quadro 3). Demonstrando de forma quantitativa, o que o cadeirante espera qualitativamente de uma cadeira de rodas que atenda às suas necessidades e expectativas e o permita viver de forma autônoma e independente de suas limitações motoras, desde que providas as mínimas condições de infraestrutura e acessibilidade.

Foi possível fazer a correlação entre as respostas dadas pelos usuários durante as entrevistas e o resultado final, há uma clara implicação das entradas do Projeto Informacional nas saídas do mesmo, porém, somente através da realização das atividades e da utilização das ferramentas presentes neste trabalho é possível dizer com confiança e com dados objetivos quais são os requisitos dos clientes e posteriormente os requisitos do produto que merecem mais atenção do time de desenvolvimento e o quão mais importantes eles são em relação aos outros requisitos.

Isso sinaliza que todos os objetivos deste trabalho foram devidamente alcançados, uma vez que na primeira fase foram trazidas as Necessidades dos Clientes (primeiro Objetivo Específico); na segunda fase foram identificados os Requisitos do Cliente (segundo Objetivo Específico); na terceira fase foram definidos os Requisitos do Produto, e logo após definidos especificações-meta com o auxílio do QFD (terceiro Objetivo Específico); e finalmente cada característica da cadeira foi posta em lista de prioridade com o auxílio do Diagrama de Mudge (quarto Objetivo Específico).

Destaca-se a importância do Projeto Informacional, no aspecto em que é a parte da macrofase de desenvolvimento que tem mais influência no custo de modificação do projeto, pois a partir da hierarquização das especificações-meta é que o produto começa a ser fisicamente projetado e os custos de modificação aumentam exponencialmente deste ponto em diante.

Sendo assim, algumas das dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do Projeto Informacional foram uma certa dificuldade em encontrar pessoas que se encaixassem no escopo do projeto e estivessem dispostas a participar da entrevista, visto que por diversas vezes as pessoas não responderam o contato feito de forma *online*.

Os requisitos do produto e a hierarquização dos mesmos, refletem a voz do cliente, de forma que as entrevistas realizadas dão uma direção aproximada de quais características são importantes em uma cadeira de rodas, mas somente através da análise e estruturação dos dados e a utilização das ferramentas discutidas nesse TCC, é possível dizer com maior confiança quais são os requisitos mais importantes, e quão importante cada um deles é para o cumprimento dos requisitos dos clientes.

O tema deste trabalho é de grande importância e as dificuldades que tanto o cadeirante enfrenta no momento da utilização da cadeira, assim como dos fabricantes em entender tais necessidades, são perceptíveis e evidenciadas pelo baixo nível de satisfação que seus usuários demonstraram durante as entrevistas. Portanto, projetos futuros que possam abranger as fases subsequentes do Processo de Desenvolvimento de Produto, considerando os demais clientes no Ciclo de Vida do Produto, viabilidade econômica e processos produtivos são de grande relevância para o avanço do tema.

REFERÊNCIAS

- BACK, N. et al. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. 1 ed. Barueri: Editora Manole, 2008.
- BERSCH, Rita. Introdução à tecnologia assistiva. 2013. **Elaborada por Rita Bersch**, 2017.
- BRASIL. **DECRETO Nº 5.296 de 02 de dezembro de 2004** - DOU de 03/12/2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em Abril de 2018.
- BRASIL. **DECRETO Nº 3.298, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1999**. - DOU de 21.12.99. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm>. Acesso em Abril de 2018
- BRASIL. **LEI Nº 10.098, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2000**. - DOU de 20.12.2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L10098.htm>. Acesso em Abril de 2018.
- BRASIL. IBGE. **Censo Demográfico: Características urbanísticas do entorno dos domicílios**, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em Abril de 2018.
- BRASIL. IBGE. **Censo Demográfico: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em Abril de 2018.
- BRASIL. IBGE. **Censo Demográfico: Porque fazer o censo de 2010**, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em Abril de 2018.
- CORDE. **Comitê de Ajudas Técnicas**, Ata VII. Disponível em Disponível em: <http://www.infoesp.net/CAT_Reuniao_VII.pdf>. Acesso em Abril de 2018.
- EUSTAT. **Educação em tecnologias de apoio para utilizadores finais: linhas de orientação para formadores**. Disponível em <http://www.siva.it/research/eustat/eustgupt.html#_Toc454593295>. Acesso em Abril de 2018.
- FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. 2000. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – UFSC, Florianópolis, 2000.
- MARX, A. M.; PAULA, I. C. Proposta de uma sistemática de gestão de requisitos para o processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis. **Produção**, Florianópolis, SC, v. 21, n. 3, p. 417-431, 2011.
- NICKEL, E.M. et al. **Modelo multicritério para referência na fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos**.

2010. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

OMS. **Pacote de Treinamento em Serviços para Cadeira de Rodas – Nível básico**. 2012. Secretaria de Estado dos Direitos da Pessoa com Deficiência de São Paulo, 2014. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78236/9789241503471_reference_manual_por.pdf;jsessionid=43348CF2FDAB464F7DAC9CD6CF6466DE?sequence=48>. Acesso em Abril de 2018.

OSSADA, V.A.Y.; GARANHANI, M.R.; SOUZA, R.B.; et al. A cadeira de rodas e seus componentes essenciais para a locomoção de pessoas com tetraplegia por lesão da medula espinhal. **Acta Fisiátrica**; Londrina, PR, v. 21, n. 4, p. 162-166, 2015.

PAHL, G. et al. **Projeto na Engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. Tradução da 6 ed. Alemã. Editora Edgard Blücher, 2005

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

R.S. Silva, A.R.M Silva, E.P. Calegari, F.G. Teixeira. **Proposta Interdisciplinar do Design de Produtos com a Terapia Ocupacional no Processo de Desenvolvimento de Produtos para Crianças com Baixa Visão**. 2014. Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SPAGNOLO, Roger Toscan et al. **Design specifications of a heat applicator weed controller device for family farms**. Cienc. Rural, Santa Maria, v. 48, n. 2, e20170243, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782018000200351&script=sci_arttext>. Acesso em Abril de 2018.

ULLMAN, D. G. **The Mechanical Design Process**. 4 ed. Nova York: Editora: McGraw-Hill, 2010.

APÊNDICE A – QFD

