

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS CURITIBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA E DE MATERIAIS

**MÉTODO HÍBRIDO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO COM
UTILIZAÇÃO DE MOCK-UP DIGITAL E A VOZ DO CLIENTE NO
CONTEXTO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**

ANA RITA VILLELA COSTA

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2018

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS CURITIBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA E DE MATERIAIS

**MÉTODO HÍBRIDO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO COM
UTILIZAÇÃO DE MOCK-UP DIGITAL E A VOZ DO CLIENTE NO
CONTEXTO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**

ANA RITA VILLELA COSTA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica – Área de concentração: Engenharia de Manufatura.

Orientador: Prof. Milton Borsato

CURITIBA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

C837 Costa, Ana Rita Villela
2018 Método híbrido de desenvolvimento de produto com utilização
de *mock-up* digital e a voz do cliente no contexto da indústria
automotiva / Ana Rita Villela Costa.-- 2018.

1 arquivo texto : PDF ; 11,6 MB

Disponível via World Wide Web
Texto em português, com resumo em inglês
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica
Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica e de Materiais, Curitiba, 2018
Bibliografia: p. 106-111

1. Engenharia mecânica - Dissertações. 2. Produtos
novos. 3. Processos de fabricação. 4. Indústria
automobilística. 5. Desenho (Projetos). 6. Sistemas híbridos.
I. Borsato, Milton, orient. II. Universidade Tecnológica
Federal do Paraná - Programa de Pós-graduação em Engenharia
Mecânica e de Materiais, inst. III. Título.

CDD: Ed. 22 -- 620.1

Biblioteca Ecoville da UTFPR, Câmpus Curitiba
Lucia Ferreira Littiere - CRB 9/1271

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 335

A Dissertação de Mestrado intitulada: **MÉTODO HÍBRIDO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO COM UTILIZAÇÃO DE MOCK-UP DIGITAL E A VOZ DO CLIENTE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**, defendida em sessão pública pela Candidata **Ana Rita Villela Costa**, no dia 09 de novembro de 2018, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, área de concentração: Engenharia de Manufatura, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais – PPGEM.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Milton Borsato - Presidente - UTFPR

Prof. Dr. Milton Luiz Polli - UTFPR

Prof. Dr. Daniel Capaldo Amaral - USP-EESC

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, _____ de _____ de 20__.

Carimbo e assinatura do Coordenador do Programa

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a D'us por ter me dado força e saúde para cumprir esta jornada.

Agradeço também aos meus pais, Izabel Villela e Manoelito Costa (*in memorian*) por terem sido minhas fontes de inspiração e responsáveis por minha formação pessoal e profissional.

Agradeço ao meu marido Eduardo Malta pelo apoio e paciência durante este período de grande esforço da minha parte.

Agradeço ao meu filho Tiago Villela por ser o meu impulso por querer ser uma pessoa melhor.

Faço aqui um agradecimento à Felix Mertin por ter me ajudado na elaboração dos *mock-ups* digitais e das simulações em *Solidworks*.

Obrigada a todos aqueles que participaram das várias fases da pesquisa e gastaram alguns minutos dos seus dias para colaborar.

Agradeço ao grupo do GECVP (Grupo de Estudos do Ciclo de Vida do Produto) pelo apoio e troca de informações durante a pesquisa, especialmente ao meu orientador, Milton Borsato.

COSTA, Ana R. Villela. **MÉTODO HÍBRIDO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO COM UTILIZAÇÃO DE MOCK-UP DIGITAL E A VOZ DO CLIENTE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**, 2018. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Manufatura – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 184p.

RESUMO

Um dos fatores de sucesso de uma empresa é o rápido lançamento dos seus produtos no mercado. No desenvolvimento de *software*, essa urgência é ainda maior. Partindo desse pressuposto o Gerenciamento Ágil de Projetos surgiu para diminuir o tempo entre a ideia e o lançamento do produto. Vários estudos vêm sendo desenvolvidos para unir as qualidades do Gerenciamento Ágil àquelas do Gerenciamento de Projetos tradicional para aplicação em produtos físicos, i.e. tratores, automóveis, e outros itens. Destes estudos surgiu a questão: como o *mock-up* digital pode ser utilizado para implementar uma abordagem híbrida de gerenciamento de projetos, com a participação do cliente, para produtos físicos? Para responder essa pergunta, a pesquisa utilizou, como abordagem metodológica, a DSR (*Design Science Research*), orientada à solução de problemas do mundo real e que consiste em identificar o problema e a motivação, definir os objetivos da solução, desenvolver um artefato (i.e. método), demonstrar, avaliar e comunicar os resultados encontrados. O método resultante, num contexto da indústria automotiva, foi aplicado a um público de quase 500 pessoas, em quatro *sprints* de, aproximadamente, quatro semanas cada sobre uma direção veicular. Após a aplicação, o método foi avaliado por especialistas utilizando a técnica Delphi e, como resultado, mostrou-se viável, porém mais aplicável a produtos que possuam interface com o usuário. A quantidade de *sprints* e o tempo variariam conforme o tipo de produto a ser desenvolvido.

Palavras-chave: Gerenciamento Ágil, Voz do Cliente (VoC), Desenvolvimento de Produto, Modelo híbrido, *Mock-up* Digital

COSTA, Ana R. Villela. **HYBRID PRODUCT DEVELOPMENT METHOD USING DIGITAL MOCK-UP AND THE VOICE OF THE CUSTOMER IN THE CONTEXT OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY**, 2018. Master's Degree Dissertation in Manufacturing Engineering – Post-Graduate Program in Mechanical and Materials Engineering, Federal University of Technology – Paraná, Curitiba, 184p.

ABSTRACT

One of the factors of a company success is the rapid launch of its products in the market. In software development, this urgency is even greater. Based on this assumption, Agile Project Management has emerged to reduce the time between the idea and the launch of the product. Several studies have been developed to combine the qualities of Agile Management with those of traditional Project Management for application in physical products, i.e. tractors, automobiles, and other items. From these studies the question has arisen: how can digital mock-up be used to implement a hybrid project management approach, with customer participation, for physical products? To answer this question, the research used, as a methodological approach, the DSR (Design Science Research), oriented to the solution of problems in the real world and that consists in identifying the problem and motivation, defining the objectives of the solutions, developing an artifact (ie method), demonstrate, evaluate and communicate the results found. The resulting method, in a context of the automotive industry, was applied to an audience of almost 500 people, in four sprints of approximately four weeks each over a vehicular direction. After the application, the method was evaluated by experts using the Delphi technique and, as a result, proved to be feasible, but more applicable to products that have a user interface. The amount of sprints and the time would vary depending on the type of product to be developed.

Keywords: Agile Management, Voice of the Customer (VoC), Product Development, Hybrid Model, Digital Mock-up

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Incertezas e custos no decorrer do projeto	21
Figura 2 – Etapas principais de trabalho no planejamento e na concepção	25
Figura 3 – Modelo PRODIP	25
Figura 4 – Atividades genéricas das fases do modelo	27
Figura 5 – Informações principais e dependência entre as atividades da fase informacional	28
Figura 6 – Informações principais e dependência entre as atividades da fase conceitual	28
Figura 7 – Fases do QFD	30
Figura 8 – Aumento da participação do cliente no desenvolvimento do produto	31
Figura 9 – Interações entre os grupos de processos em um projeto	34
Figura 10 – Grupo de processos de gerenciamento de projetos	35
Figura 11 – Grupo de processos de gerenciamento de projetos e mapeamento da área de conhecimento (parcial)	36
Figura 12 – Sequência contínua dos ciclos de vida do projeto	36
Figura 13 – Sobreposição de etapas	37
Figura 14 – Atividades das fases do APQP	39
Figura 15 – Diretrizes do Manifesto Ágil	40
Figura 16 – Fotografia - formação em <i>Scrum</i>	41
Figura 17 – Fases do DSR	47
Figura 18 – Passos da matriz casa da qualidade do QFD	50
Figura 19 – Sistema de direção veicular	51
Figura 20 – Colunas de direção – sistema de segurança	52
Figura 21 – Geometria de Ackerman	53
Figura 22 – Barramento em paralelogramo sólido	54
Figura 23 – Barramento central	55
Figura 24 – Fluxograma do método Delphi	57
Figura 25 – Procedimento metodológico	59
Figura 26 – Etapas do método proposto	61
Figura 27 – Etapa Preliminar	62
Figura 28 – <i>Sprints</i> 1 a 3 – Parte I	64
Figura 29 – <i>Sprints</i> 1 a 3 – fluxograma completo	65
Figura 30 – Primeira matriz da qualidade - casa da qualidade do QFD	66

Figura 31 – <i>Sprints</i> 1 a 3 – Parte II.....	67
Figura 32 – <i>Sprint</i> 4 – Parte I	68
Figura 33 – <i>Sprint</i> 4 – Parte II.....	69
Figura 34 – Formulário da etapa preliminar referente aos requisitos de cliente do volante ...	70
Figura 35 – Casa da qualidade completa – <i>Sprint</i> 1	72
Figura 36 – Casa da qualidade detalhe – requisitos do cliente – <i>Sprint</i> 1	72
Figura 37 – Casa da qualidade detalhe – requisitos do produto – <i>Sprint</i> 1	73
Figura 38 – Casa da qualidade detalhe – valores-meta do produto – <i>Sprint</i> 1	73
Figura 39 – <i>Mock-up</i> digital – Volantes – <i>Sprint</i> 1	74
Figura 40 – Formulário – exemplo de pergunta – <i>Sprint</i> 1	74
Figura 41 – Folha de especificação – volante esportivo – <i>Sprint</i> 1.....	75
Figura 42 – Folha de especificação – volante clássico – <i>Sprint</i> 1	77
Figura 43 – Folha de especificação – volante futurista – <i>Sprint</i> 1	78
Figura 44 – Folha de especificação revisada – <i>Sprint</i> 1	79
Figura 45 – Volante consolidado – <i>Sprint</i> 2.....	80
Figura 46 – Parâmetros de diâmetro e espessura do aro do volante – <i>Sprint</i> 2.....	81
Figura 47 – Aro do volante impresso em 3D – <i>Sprint</i> 2.....	81
Figura 48 – Formulário – exemplo de pergunta – <i>Sprint</i> 2	84
Figura 49 – Barramento – <i>Sprint</i> 3	88
Figura 50 – Formulário – exemplo de pergunta – <i>Sprint</i> 3	89
Figura 51 – Volante consolidado – <i>Sprint</i> 4.....	90
Figura 52 – Vídeo de simulação das curvas da direção – <i>Sprint</i> 4.....	94
Figura 53 – Formulário – exemplo de pergunta – <i>Sprint</i> 4	96
Figura 54 – Folha de especificação do produto final (Parte 1).....	96
Figura 55 – Folha de especificação do produto final (Parte 2).....	97
Figura 56 – Exemplo de pergunta do questionário da segunda rodada do Delphi.....	101
Figura 57 – Seleção do portfólio bibliométrico.....	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características do método <i>Scrum</i>	42
Tabela 2 – Resultado da pergunta quanto aos recursos apresentados	98
Tabela 3 – Eixos de pesquisa e palavras-chave	113

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação da representação do conhecimento	32
Quadro 2 – Princípios do Manifesto Ágil	40
Quadro 3 – Critérios para condução das pesquisas que utilizam DSR	46
Quadro 4 – Comparativo entre os métodos Delphi e Grupo Focal	58
Quadro 5 – Resultados da etapa preliminar	71
Quadro 6 – Legenda do quadro dos resultados da fase preliminar	71
Quadro 7 – Quadro comparativo dos tipos da coluna de direção – <i>Sprint 2</i>	83
Quadro 8 – Quadro comparativo dos materiais da coluna de direção – <i>Sprint 2</i>	83
Quadro 9 – Quadro comparativo do auxílio à direção – <i>Sprint 3</i>	86
Quadro 10 – Quadro comparativo do auxílio ao condutor – <i>Sprint 3</i>	87
Quadro 11 – Consolidação do tipo de junta da coluna de direção – <i>Sprint 4</i>	91
Quadro 12 – Consolidação do auxílio à direção – <i>Sprint 4</i>	93
Quadro 13 – Consolidação do auxílio ao condutor – <i>Sprint 4</i>	95
Quadro 14 – Perfil dos Respondentes	99
Quadro 15 – Questões de avaliação aplicadas através do método Delphi	100
Quadro 16 – Comentários dos avaliadores.....	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação dos resultados do diâmetro do aro do volante – <i>Sprint 2</i>	82
Gráfico 2 – Comparação dos resultados da espessura do aro do volante – <i>Sprint 2</i>	82
Gráfico 3 – Resultados da pesquisa sobre a coluna de direção – <i>Sprint 2</i>	85
Gráfico 4 – Resultados da pesquisa sobre o auxílio à direção – <i>Sprint 3</i>	86
Gráfico 5 – Resultado da análise de auxílio ao condutor - <i>Sprint 3</i>	87
Gráfico 6 – Resultado do tipo de barramento – <i>Sprint 3</i>	89
Gráfico 7 – Resultado da consolidação do volante – <i>Sprint 4</i>	91
Gráfico 8 – Resultado da consolidação do tipo de junta da coluna de direção – <i>Sprint 4</i>	92
Gráfico 9 – Resultado da consolidação do material da coluna de direção – <i>Sprint 4</i>	92
Gráfico 10 – Resultado da consolidação do auxílio à direção – <i>Sprint 4</i>	93
Gráfico 11 – Resultado da consolidação da capacidade de realizar curvas – <i>Sprint 4</i>	94
Gráfico 12 – Resultado da consolidação do auxílio ao condutor – <i>Sprint 4</i>	95
Gráfico 13 – Resultado final das perguntas 1.1 e 1.2	101
Gráfico 14 – Resultado final das perguntas 2.1 e 2.2	102
Gráfico 15 – Resultado final da pergunta 2.3	102
Gráfico 16 – Resultado final das perguntas 3.1 e 3.2	103
Gráfico 17 – Aderência das palavras-chave	116
Gráfico 18 – Artigos publicados por ano.....	116
Gráfico 19 – Aderência das palavras-chave	117
Gráfico 20 – Relevância dos periódicos do portfólio bibliográfico	117

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

APQP	<i>Advanced Product Quality Planning and Product Plan</i>	Planejamento Avançado da Qualidade do Produto
CAD	<i>Computer- Aided- Design</i>	Desenho Assistido por Computador
CAPES	<i>Higher Education Personnel Improvement Coordination</i>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
DP	-	Desenvolvimento de Produto
DMU	<i>Digital Mock Up</i>	Maquete Digital
DSR	<i>Design Science Research</i>	-
GAP	-	Gerenciamento Ágil de Projetos
GECVP	-	Grupo de Estudos do Ciclo de Vida do Produto
NPD	<i>New Product Development</i>	Desenvolvimento de Novos Produtos
PD	<i>Product Development</i>	Desenvolvimento de Produto
PDP	<i>Product Development Process</i>	Processo De Desenvolvimento de Produto
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>	-
PRODIP	-	Processo de Desenvolvimento de Produtos Industriais
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>	Desdobramento da Função Qualidade
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>	Sociedade dos Engenheiros Automotivos
TI	-	Tecnologia da Informação
VoC	<i>Voice of The Customer</i>	Voz do Cliente
VP	<i>Virtual Prototyping</i>	Protótipo Virtual
VR	<i>Virtual Reality</i>	Realidade Virtual

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	20
1.1.1 Objetivo Geral.....	20
1.1.2 Objetivos Específicos	21
1.2 JUSTIFICATIVA	21
1.3 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	22
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	23
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
2.1 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	24
2.2 A VOZ DO CLIENTE	29
2.3 REPRESENTAÇÃO DE PRODUTOS FÍSICOS	31
2.4 GERENCIAMENTO DE PROJETOS	33
2.5 MODELO HÍBRIDO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS	42
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	45
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	45
3.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA	45
3.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	48
3.3.1 Identificação do Problema e Motivação	48
3.3.2 Definição dos Objetivos da Solução	48
3.3.3 Projeto e Desenvolvimento da Solução	48
3.3.4 Demonstração da Solução.....	50
3.3.4.1 Sistema de direção veicular	51
3.3.4.2 Etapas da demonstração da solução.....	55
3.3.5 Avaliação da Solução.....	56
3.3.6 Comunicação dos Resultados	58
3.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E MOTIVAÇÃO	60
4.2 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS DA SOLUÇÃO	60
4.3 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO	61
4.3.1 Fase Preliminar	61
4.3.2 <i>Sprints</i> Intermediários - Desenvolvimento	63
4.3.3 <i>Sprint</i> Final – Consolidação e Avaliação.....	68
4.4 DEMONSTRAÇÃO DA SOLUÇÃO	70
4.4.1 Demonstração da Etapa Preliminar.....	70
4.4.2 Demonstração do Primeiro <i>Sprint</i> de Desenvolvimento (<i>Sprint</i> 1 – volante)	71
4.4.3 Demonstração do Segundo <i>Sprint</i> de Desenvolvimento (<i>Sprint</i> 2 – direção)	80
4.4.4 Demonstração do Terceiro <i>Sprint</i> de Desenvolvimento (<i>Sprint</i> 3 – dirigibilidade).....	85
4.4.5 Demonstração do <i>Sprint</i> Final – Consolidação e Avaliação – <i>Sprint</i> 4.....	90
4.5 AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO	98

4.5.1	Avaliação dos Respondentes – <i>Sprint</i> 4.....	98
4.5.2	Avaliação dos Especialistas	99
4.6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	103
5.	CONCLUSÃO.....	104
	REFERÊNCIAS	106
	APÊNDICES	112
	APÊNDICE A – ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E SISTÊMICA	112
	APÊNDICE B – FORMULÁRIO DO <i>SPRINT</i> 1	119
	APÊNDICE C – FORMULÁRIO DO <i>SPRINT</i> 2	130
	APÊNDICE D – FORMULÁRIO DO <i>SPRINT</i> 3	138
	APÊNDICE E – FORMULÁRIO DO <i>SPRINT</i> 4	147
	APÊNDICE F – FORMULÁRIO DA RODADA 1 DA AVALIAÇÃO	165
	APÊNDICE G – FORMULÁRIO DA RODADA 2 DA AVALIAÇÃO	174

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da concorrência e da tecnologia, é de fundamental importância para o sucesso de uma companhia que seus produtos sejam lançados no mercado o mais rápido possível (COOPER, 2013). Em estudos recentes concluiu-se que apenas uma pequena parcela dos novos produtos é lançada a tempo (em média 44%) e que apenas a metade dos novos produtos geram lucro para as empresas. (COOPER, 2013). Por estas razões, é de suma importância que o desenvolvimento de novos produtos seja uma prioridade para as empresas e que boas práticas sejam aplicadas para melhorar cada vez mais esse processo.

A globalização é um dos fatores responsáveis pela volatilidade do mercado e pela complexidade dos sistemas produtivos. A indústria vem enfrentando grandes desafios devido ao aumento da variedade, a inconstância do mercado e a fabricação distribuída. As empresas que podem mitigar os aspectos negativos da complexidade, ao mesmo tempo em que gerenciam seus aspectos positivos, devem prosperar na mudança contínua e na crescente complexidade (COOPER, 2013). Para obter esses benefícios no futuro, as empresas de manufatura não precisam apenas adotar soluções técnicas flexíveis, mas também inovar e gerenciar sistemas sócio técnicos complexos.

A indústria da tecnologia da informação, que trabalha diretamente com inovação, foi uma das primeiras a sofrer o impacto da urgência deste mercado turbulento e globalizado. Em busca de atender esta necessidade que em 2001 surge o Manifesto Ágil, que é um conjunto de guias e regras de como desenvolver novos softwares (COOPER; SOMMER, 2016). A partir dali surge o Gerenciamento Ágil de Projetos para o desenvolvimento de produtos, principalmente na área de TI (CONFORTO et al., 2014).

O Gerenciamento Ágil funciona muito bem na área de TI, porém há alguns inconvenientes para utilizá-lo em desenvolvimento de produtos físicos. O Gerenciamento Ágil utiliza o desenvolvimento em espiral que tem por base “construir-testar-retornar-revisar” o produto nos vários estágios de desenvolvimento, contando com a participação ativa do cliente. (COOPER, 2013). O Gerenciamento Ágil diminui o tempo entre a ideia e o lançamento dos novos produtos pois as etapas se sobrepõem, começando uma etapa sem antes ter terminado a anterior, podendo também, um estágio mais adiantado começar antes de um estágio anterior, ou até mesmo deixando de passar por algum deles. Segundo Cooper (2014) o processo ocorre como no futebol americano com atividades múltiplas e paralelas. No futebol americano essa formação paralela é chamada de *scrum*.

A utilização de um gerenciamento híbrido (tradicional e ágil) tem sido pesquisada por vários autores. Este gerenciamento híbrido tem a intenção de utilizar as melhores práticas de cada sistema, adaptando-as. Cooper e Sommer (2016), através de estudo de caso em empresas de equipamentos pesados e de produtos alimentícios concluem que o gerenciamento híbrido, quando aplicado nas fases iniciais do projeto, para produtos inovadores, utilizando a participação ativa do cliente (VoC), e fazendo uso de um time dedicado, resulta em desenvolvimento acelerado e melhorias na comunicação. Sommer et al. (2013), num estudo de caso em três empresas dinamarquesas concluem que a utilização do *scrum* em diversas fases do projeto melhora a motivação dos funcionários e a *performance* do desenvolvimento do produto (PD).

Atender às expectativas do cliente é um fator de sucesso no desenvolvimento do produto e sua participação neste processo é fundamental. Segundo Campbell et al. (2007) na maioria dos projetos o cliente é envolvido apenas no início e no fim do desenvolvimento de produto. O método de “Interação do Cliente através de Protótipo Virtual” é adequado para facilitar a interação do cliente com os aspectos visuais e ergonômicos de produtos simples e complexos, otimizando assim os aspectos funcionais do produto.

Um produto pode ser representado de várias formas e uma delas é o *mock-up* digital. O uso do *mock-up* digital permite ao desenvolvedor modelar e projetar estruturas complexas, assim como verificar o projeto sem a necessidade de construção de uma peça física. Este uso traz algumas vantagens como: i) Redução do *time-to-market* através da identificação precoce de problemas no projeto; ii) Redução dos custos da produção, minimizando o número de protótipos a serem fabricados; iii) Melhora da qualidade do produto permitindo a verificação de projeto alternativo antes mesmo da versão final do produto, e iv) Divisão de responsabilidades em relação às funções do produto dentro da Empresa (GHERGHINA; TUTUNEA; POPA, 2015).

O que deu início a esta pesquisa foi a busca de conhecimento sobre a utilização do gerenciamento híbrido em desenvolvimento de produtos físicos, através da revisão da literatura. Após análise do portfólio bibliográfico (Apêndice A) foi possível detectar oportunidades de pesquisa e tendências, a partir das quais foi possível identificar os problemas de pesquisa a serem solucionados.

As oportunidades encontradas foram divididas em dois grupos, sendo o primeiro na área de Gerenciamento Ágil de Projetos e o segundo na área de Desenvolvimento Híbrido de Projetos.

Na área de Gerenciamento Ágil de Projetos, tem-se que os estudos de caso realizados por Hadar et al. (2013) em empresas de software mostram-se eficientes na redução de documentação de projeto. Por outro lado, os estudos de Moe, Aurum, e Dybå (2012) e de Drury-Grogan (2014) apresentam eficiência em compartilhar o conhecimento com os times e em ter equipes auto organizadas e colocalizadas. Uma das premissas do Gerenciamento Ágil é que o time seja auto organizado e colocalizado, porém Sungkur e Ramasawmy (2014), Zieris, Salinger e IEEE (2013) propõem soluções para times à distância, já que a existência de empresas globalizadas é uma tendência mundial. Assim, identifica-se como oportunidade de pesquisa a realização de um estudo comparativo da aplicação do Gerenciamento Ágil com times colocalizados e com times globalizados.

Já na área de Desenvolvimento Híbrido de Projetos, a maioria das pesquisas na utilização do Gerenciamento Ágil, em conjunto com um modelo “tradicional” de desenvolvimento de produtos físicos, trata de estudos de caso realizados por Cooper e Sommer (2016), Sommer et al. (2013), Sommer et al. (2015), Conforto e Amaral (2016), Jha, Vilardell e Narayan (2016), e Eklund e Bosch (2012), fornecendo resultados empíricos. Para aumentar a confiabilidade dos resultados, esses trabalhos sugerem o aumento das amostras nos estudos futuros, bem como a aplicação de um modelo híbrido numa maior diversidade de produtos para obter uma base de comparação. Neste sentido, uma das oportunidades de pesquisa encontrada é a aplicação do modelo híbrido em um projeto piloto (com adaptações) para avaliação da sua eficácia.

Com relação à eficácia da aplicação do Gerenciamento Ágil, em conjunto com o PDP tradicional, os resultados encontrados foram qualitativos e não ficaram claros quais os aspectos desta abordagem são responsáveis pelo sucesso do projeto. Neste sentido, uma oportunidade de pesquisa é investigar, num modelo aplicado, qual o principal fator de sucesso do Gerenciamento Ágil aplicado a um modelo híbrido.

O Gerenciamento Ágil propõe a participação ativa do cliente durante os *sprints* identificando os requisitos do produto. Para o desenvolvimento de software, o produto funcional produzido é composto por linhas de programa, onde o custo envolvido está concentrado no trabalho de engenharia, não está sujeito a desgaste e é feito sob medida (AMARAL; BENASSI, 2007), o que facilita a construção de vários “protótipos” durante os diversos *sprints*. Os produtos físicos são manufaturados, possuem desgaste e são produzidos em larga escala (AMARAL; BENASSI, 2007), o que torna o tempo e o custo requerido para a produção de produtos funcionais bem maior e mais complexo. Segundo Carulli, Bordegoni e Cugini (2013) a aplicação de um protótipo virtual, em que o usuário pode interagir com o

produto através de uma plataforma virtual, diminui o tempo e custo da criação do protótipo podendo assim utilizá-lo nos *sprints* do modelo híbrido para produtos físicos. Desta maneira, o protótipo virtual viabiliza a participação do cliente no projeto. Neste sentido, uma oportunidade de pesquisa é desenvolver um protótipo virtual (*mock-Up* digital) para um produto físico para verificar a eficácia no Gerenciamento Híbrido de Projetos.

Considerando as oportunidades levantadas e citadas acima, a pergunta de pesquisa que surge é: **como o *mock-up* digital pode ser utilizado para apoiar a implementação de uma abordagem híbrida de gerenciamento de projetos, com a participação do cliente, para produtos físicos no contexto da indústria automotiva?**

A proposição para responder a esta questão é a criação de um método de Desenvolvimento de Produto que reúna as melhores práticas do gerenciamento tradicional e do Gerenciamento Ágil, utilizando *mock-up* digital para a captação da voz do cliente durante os *sprints* de projeto.

Este método deverá abranger as fases iniciais do projeto (entre o projeto informacional e o projeto conceitual), pois nessas fases é onde ocorrem as maiores incertezas do projeto. As mudanças de projeto em fases finais do desenvolvimento são responsáveis pelos maiores custos (ROZENFELD et al., 2006). A diminuição das incertezas nas fases iniciais pode evitar grandes custos no final do projeto.

Cooper e Sommer (2016) definem nove elementos essenciais do Gerenciamento Ágil, compostos por três artefatos, três funções e três ferramentas. Os artefatos são: i) *sprints* que duram de 2 a 4 semanas, período no qual uma pequena parte do projeto é executada; ii) *daily scrum*, reuniões diárias rápidas que duram de 10 a 15 minutos; iii) *retrospect meeting*, reuniões com objetivo de rever e melhorar o desempenho da equipe. As três funções são descritas como: i) “membro individual”, membros da equipe que são responsáveis por suas tarefas; ii) *scrum master*, um facilitador que apoia a equipe a cada *sprint* e, iii) *product owner*, semelhante ao gerente de projeto na abordagem tradicional, porém não faz parte direta do time. As ferramentas abordadas são: i) *product backlog*, um quadro dinâmico contendo os desejos dos clientes; ii) *sprint board* ou *kanban*, quadro contendo as atividades a serem executadas a cada *sprint* e por fim o iii) *burn-down-chart*, quadro de acompanhamento da execução das atividades, relacionando-as com os dias que faltam para finalizá-las. A aplicação desses elementos num estudo de caso de um fabricante de termoválvulas mostra que foram necessárias algumas adaptações utilizando as melhores práticas do Gerenciamento Ágil e do *Stage-Gate*®. Como resultado, os autores concluem que o sistema deve ser usado junto (ágil + *Stage-Gate*), para produtos mais inovadores e nos estágios iniciais, o time deve ser o mesmo do início ao fim do

projeto e a voz do cliente é vital para desenvolver um bom *product backlog* reduzindo assim as incertezas.

Foi escolhido o contexto da indústria automotiva para a demonstração e avaliação do artefato pois o avanço da concorrência e da tecnologia exige que os novos veículos sejam lançados muito rapidamente no mercado e de forma que atenda às expectativas e desejos dos clientes, que estão mais exigentes e possuem uma grande gama de escolhas.

A presente pesquisa está inserida no Programa de Manufatura Inteligente conduzido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais (PPGEM) da UTFPR. Segundo o NGMTI (2005), a empresa de manufatura "baseada em modelos" (i.e. *model-based manufacturing enterprise*), é uma entidade de fabricação em que se aplicam tecnologias de modelagem e simulação para melhorar radicalmente, integrar e gerenciar estrategicamente todos os seus processos técnicos e de negócios relacionados com a concepção, produção e suporte ao produto. Ao utilizar modelos de produtos e processos para definir, executar, controlar e gerenciar todos os processos da empresa, e através da aplicação de simulação baseada em ciência e ferramentas de análise para tomar as melhores decisões em cada etapa do ciclo de vida do produto, é possível reduzir radicalmente o tempo e o custo da inovação de produto, desenvolvimento, fabricação e suporte. O Programa de Manufatura Inteligente é representado por dez demandas, sendo que esta proposta de projeto está inserida na Demanda 5 - Demanda de modelos de processos universais, que tem por objetivo a criação de modelos que sejam interoperáveis, precisos e universais para permitir a integração de processos de manufatura por toda a empresa e tem como desafios: 1) Implementar a simultaneidade de desenvolvimento de produto e processo através da integração de modelos; 2) Reconhecer modelos como um patrimônio corporativo; 3) Ampliar o escopo modelado para abranger a caracterização científica de materiais, processo, transformações e equipamento; 4) Concretizar a interoperabilidade; e 5) Introduzir a perspectiva de ciclo de vida em processos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo da presente pesquisa é propor um método para capturar progressivamente a voz do cliente nas fases iniciais do desenvolvimento do produto e validá-la através da utilização sistemática de *mock-ups* digitais, no contexto da indústria automotiva, capaz de contribuir para modelos híbridos.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral seja alcançado, o presente trabalho tem os seguintes objetivos específicos:

O1. Identificar as etapas e atividades do PDP regido pelo modelo tradicional de gerenciamento de projetos, passíveis de modificação através da abordagem ágil;

O2. Definir um cenário industrial para construção do método, assim como demonstração e avaliação;

O3. Criar uma solução sob a forma de método híbrido que utilize as melhores práticas de cada sistema para melhorar a incorporação da voz do cliente no processo de desenvolvimento de produtos físicos;

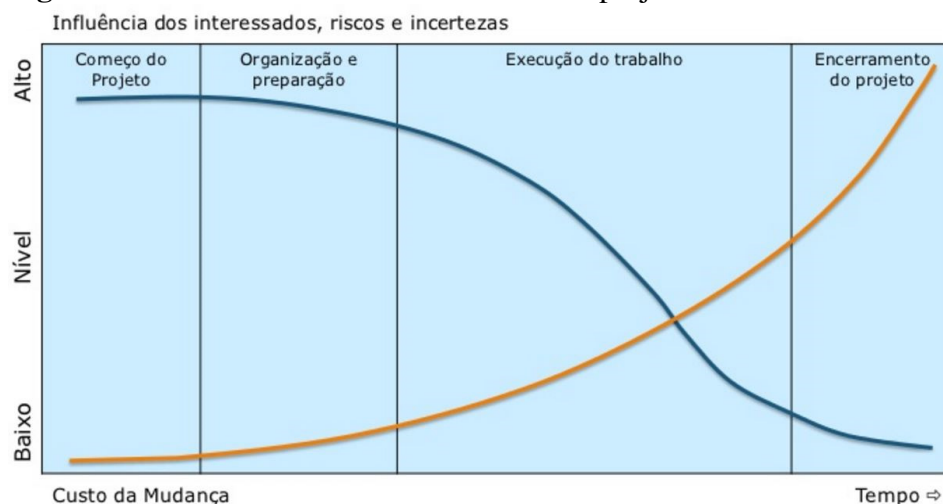
O4. Demonstrar a aplicação da solução no cenário identificado; e

O5. Avaliar a solução proposta quanto a critérios pré-estabelecidos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo o PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2013) no início do projeto os riscos e incertezas são maiores, enquanto os custos de mudança são menores. À medida que o projeto vai se desenvolvendo as incertezas diminuem e os custos de mudança aumentam. A Figura 1 mostra que no começo do projeto o custo de mudança é baixo, enquanto a influência dos interessados, riscos e incertezas são altos. À medida que o projeto vai avançando, o quadro sofre uma inversão, ou seja, os custos de mudança ficam elevados, enquanto as incertezas e riscos decrescem sensivelmente.

Figura 1 – Incertezas e custos no decorrer do projeto



Fonte: Project Management Institute (2013)

Em busca de reduzir o grande custo de mudança no decorrer do projeto o Manifesto Ágil de 2001 propõe algumas diretrizes, entre elas a que propõe a “respostas a mudança sobre seguir um plano”, ou seja, as mudanças no projeto acontecem de forma iterativa e constante durante todo o desenvolvimento.

Além das diretrizes o Manifesto Ágil é composto de doze princípios, sendo que um deles propõe “entregar frequentemente software funcionando”, que implica em projetar e desenvolver um produto que não precisa ser manufaturado para tomar forma. Segundo Benassi e Amaral (2007) os softwares diferenciam-se de produtos físicos pois estes últimos só deixam de ser ambíguos após tomarem forma através de protótipos, *mock-ups* ou de outros tipos de modelos que representem a forma física do produto.

A construção de protótipos demanda grande quantidade de tempo e, geralmente, um alto custo financeiro, a depender do produto a ser desenvolvido. No gerenciamento tradicional de produtos utilizado na indústria automotiva (APQP) costuma-se utilizar os protótipos para a validação do produto antes de iniciar a fase da produção em série (CHRYSLER; FORD; GM, 2008).

Para ser viável a entrega de produtos físicos funcionais durante os *sprints* de desenvolvimento é fundamental buscar uma alternativa aos protótipos físicos que demandam muito tempo para serem produzidos. Uma alternativa seria a utilização de *mock-ups* digitais para representar o produto pois estes podem ser desenvolvidos num tempo bem menor e com um custo reduzido.

Diversos estudos de caso têm sido realizados com a utilização de um modelo híbrido de gerenciamento de projetos (COOPER; SOMMER, 2016; SOMMER et al., 2013; SOMMER et al., 2015; CONFORTO; AMARAL, 2016; JHA; VILARDELL; NARAYAN, 2016; COOPER; SOMMER, 2016; EKLUND; BOSCH, 2012), sendo que os resultados têm se mostrado positivos para as empresas que os aplicaram. Por exemplo, o estudo de Sommer et al. (2015) mostra que as companhias podem obter muitos ganhos em termos a redução de retrabalho e melhora na eficiência, com a implementação do gerenciamento híbrido para o desenvolvimento de novos produtos. No referido estudo de caso, todas as sete empresas estudadas apresentaram evidências de melhorias significativas de performance, como por exemplo a redução de reclamação de clientes e maior motivação dos funcionários.

1.3 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O escopo do presente trabalho consiste em desenvolver um método híbrido de desenvolvimento de uma direção veicular no contexto automotivo e realizar a demonstração

como uma prova de conceito. A avaliação foi realizada com a colaboração de profissionais da indústria automotiva. A pesquisa não prevê a aplicação do método em uma indústria automotiva específica.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos. No primeiro capítulo está a Introdução, contendo a contextualização do problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa para a sua elaboração. O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica que serviu de base para a compreensão do trabalho. No Capítulo 3 estão descritos os aspectos metodológicos considerados para o desenvolvimento da pesquisa. O Capítulo 4, apresenta o desenvolvimento do método proposto, sua demonstração e avaliação são apresentados. Finalmente, o Capítulo 5 apresenta as conclusões sobre o trabalho, mostra as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento da pesquisa e sugere recomendações para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O desenvolvimento de produto é descrito por meio de modelos que representam técnicas para o projeto de engenharia. A possibilidade de envolver o cliente em várias etapas do desenvolvimento através da voz do cliente (VoC) é uma abordagem utilizada no Gerenciamento Ágil para softwares. Para viabilizar a participação ativa do cliente em produtos físicos faz-se necessário o uso de representações físicas do produto, tal como *mock-ups* digitais, protótipos virtuais entre outros. A utilização dos princípios ágeis, em conjunto com os conceitos do gerenciamento de projeto tradicional, caracteriza o chamado gerenciamento híbrido de projetos. Nesta seção estão detalhados os conceitos destes temas, foco da presente pesquisa.

2.1 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

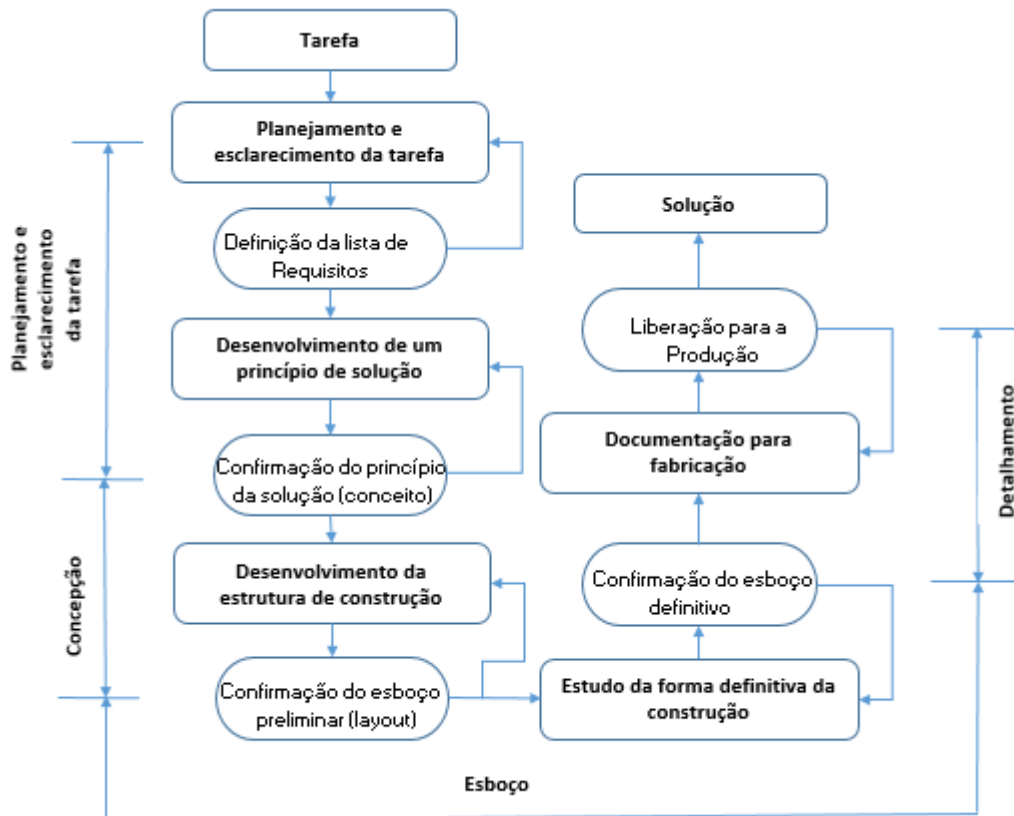
O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) é descrito por diversos autores – Pahl et al. (2005), Back et al. (2008), Rozenfeld et al. (2006), entre outros – por meio de modelos que representam as atividades, os métodos, as técnicas e as ferramentas para o projeto em engenharia.

Pahl et al. (2005) propõe um modelo de PDP composto de fases de trabalho e etapas de decisão, conforme mostrado na Figura 2. Quando o resultado de uma etapa principal não é satisfatória há uma retroalimentação iterativa até que a solução desejada seja alcançada. As etapas principais podem ser descritas da seguinte maneira: Planejamento e esclarecimento da tarefa, concepção, esboço e detalhamento.

O esclarecimento da tarefa produz como resultado uma lista de requisitos que deve estar sempre atualizada. A concepção é a parte do projeto onde se define a solução preliminar. Aqui, em determinadas circunstâncias, são imaginadas diversas variantes básicas da solução. Após o estudo das diversas soluções possíveis, determina-se, de forma clara e definitiva, a estrutura da construção. O detalhamento consiste na determinação dos parâmetros de fabricação. Nesta fase é preciso muito cuidado pois a segurança funcional e os custos do produto são fortemente influenciados.

O êxito dos produtos no mercado está diretamente ligado ao atendimento aos requisitos, a marcar presença na hora certa (*time-to-market*) e a ter preços competitivos. Para cumprir estes requisitos é de fundamental importância o planejamento da qualidade, dos prazos e dos custos do projeto (PAHL et al., 2005, p.89).

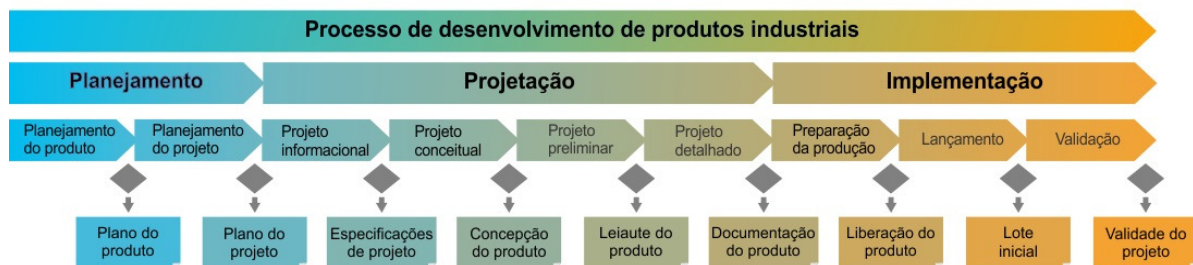
Figura 2 – Etapas principais de trabalho no planejamento e na concepção



Fonte: Adaptado de Pahl et al. (2008, p.90)

O modelo PRODIP (Processo de Desenvolvimento de Produtos Industriais) consiste em três macro fases (Planejamento, Projetação e Implementação) e nove fases: planejamento do produto, planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar, projeto detalhado, preparação da produção, lançamento do produto e validação. A Figura 3 mostra as fases e macro fases do modelo (BACK et al., 2008).

Figura 3 – Modelo PRODIP



Fonte: Adaptado de Back et al. (2008)

A macro fase planejamento engloba duas fases, i.e. planejamento do produto, que tem como objetivo a definição de ideias do produto para serem desenvolvidos num dado período, e

planejamento do projeto que é baseado no PMBOK® e tem o objetivo de gerar o plano de projeto.

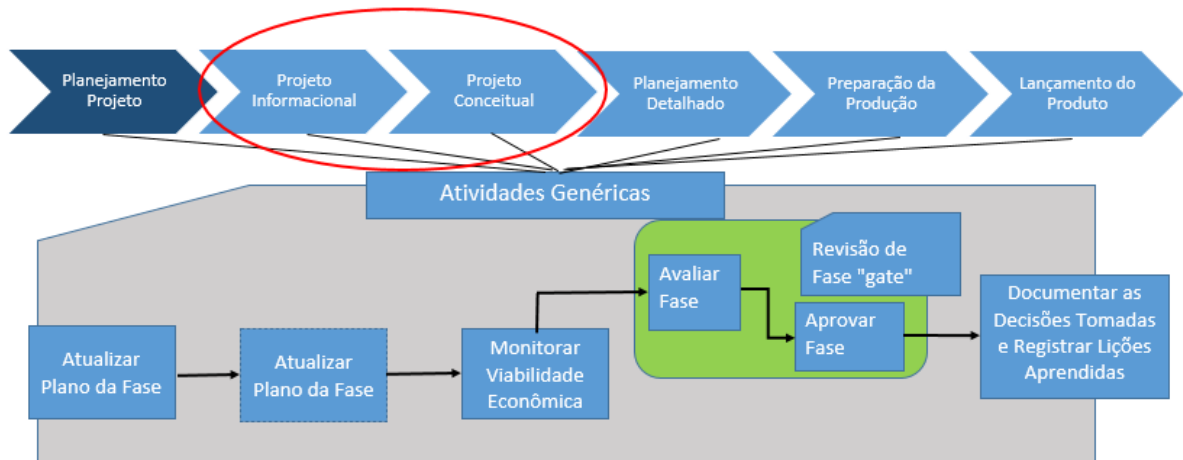
Na execução do projeto (chamado pelo autor de “projetação”) estão as fases de projeto informacional, cujo objetivo é o estabelecimento das especificações de projeto, as quais irão orientar o desenvolvimento do produto. A fase seguinte, projeto conceitual, busca soluções conceituais para o problema. Na fase posterior, projeto preliminar, a solução conceitual é desenvolvida em termos de leiautes, arranjos, formas, geometria, construção de protótipos, etc. Para finalizar a macro fase de projetação vem a fase de projeto detalhado que é aquela na qual os detalhes da solução otimizada são finalizados e nela concluem-se os testes de protótipos e revisa-se a solução em detalhes.

A última fase, implementação, tem o objetivo de preparar a produção, fase na qual desenvolve-se o lote piloto e conclui-se com a liberação do produto para o lote inicial. A partir daí é efetuado o lançamento do produto no mercado que é monitorado por um determinado tempo na etapa final de validação, fase na qual o projeto é encerrado e a equipe desmobilizada (BACK et al., 2008).

O desenvolvimento integrado do produto surgiu entre as décadas de 1980 e 1990 e este tem forte influência sobre fatores como competitividade, velocidade e confiabilidade de entrega, além disso estima-se que o tempo de lançamento dos produtos pode ser reduzido em até 50% quando se pode identificar antecipadamente os problemas de projeto. Modelos de referência são definidos como sendo uma representação de um PDP ideal e genérico, servindo de base para elaboração ou melhoria do PDP de uma determinada área produtiva. (ROZENFELD et al., 2006, p.19).

O modelo referencial apresentado pelos autores é composto por três fases: i) Pré-desenvolvimento; ii) Desenvolvimento e iii) Pós-Desenvolvimento, sendo que o pré-desenvolvimento pode durar dias, pois está relacionada ao planejamento estratégico da empresa. A duração do desenvolvimento varia de projeto para projeto e, por fim, o pós-desenvolvimento aborda todo o ciclo de vida do produto e pode durar anos. A fase de desenvolvimento é composta por: i) Projeto Informacional; ii) Projeto Conceitual; iii) Projeto Detalhado; iv) Preparação da Produção e v) Lançamento do Produto.). A Figura 4 mostra as fases do projeto onde serão destacadas, para esta pesquisa, as atividades de projeto Informacional e Conceitual.

Figura 4 – Atividades genéricas das fases do modelo



Fonte: Rozenfeld et al. (2006, p.106)

O Planejamento do Projeto faz parte do pré-desenvolvimento e logo em seguida está o Projeto Informacional que inicia a fase de desenvolvimento de produto. Nesta fase o objetivo principal é desenvolver o chamado de “especificação-meta do produto” (ROZENFELD et al., 2006, p.116). A Figura 5 mostra as informações principais da fase informacional, bem como as dependências entre elas. Inicialmente o escopo do produto é revisado e atualizado, na sequência o ciclo de vida do produto é detalhado e seus clientes definidos, a partir daí os requisitos dos clientes dos produtos são identificados para então serem definidos os requisitos dos produtos e as especificações meta. Por fim é monitorada a viabilidade econômica e a fase é avaliada e aprovada.

Um ponto a ser destacado nesta fase é a participação do cliente na definição dos requisitos dos mesmos que, posteriormente, serão traduzidos em requisitos do produto. Segundo Rozenfeld et al. (2006) é muito importante “que seja entendido o que os clientes realmente esperam do produto, para que o Time de Desenvolvimento possa “escutar a voz do cliente”.

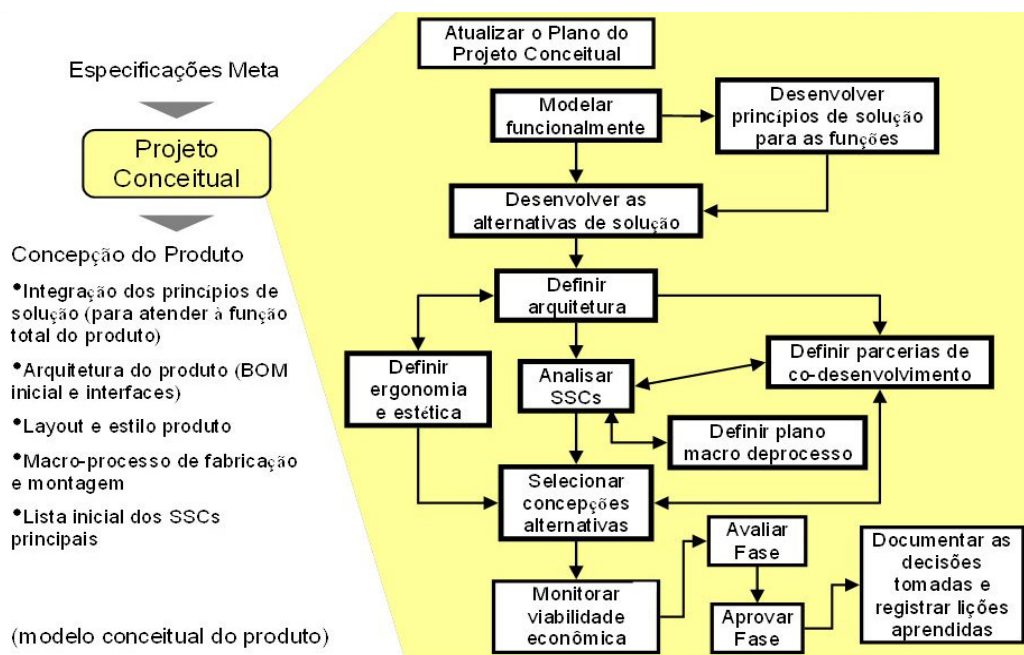
Figura 5 – Informações principais e dependência entre as atividades da fase informacional



Fonte: Rozenfeld et al. (2006, p.212)

A fase seguinte, Projeto Conceitual, trata de solucionar o problema de projeto através da busca de soluções já existentes, criação de soluções direcionadas pelos requisitos de projeto e de produto e pela representação das soluções que pode ser feita através de croquis, desenhos ou representações computacionais. (ROZENFELD et al., 2006, p.236).

Figura 6 – Informações principais e dependência entre as atividades da fase conceitual



Fonte: Rozenfeld et al. (2006, p.236)

A Figura 6 mostra as informações principais da fase conceitual, bem como as dependências entre elas. Como ponto inicial, o plano do projeto conceitual é atualizado. Nesta fase são desenvolvidas as alternativas de soluções, são definidas a arquitetura, ergonomia e estética do produto, são analisados os SSCs (Sistemas, Subistemas e Componentes), na sequência são selecionadas concepções alternativas. Por fim é monitorada a viabilidade econômica e a fase é avaliada e aprovada.

Para que os requisitos de produto sejam bem definidos e possam representar os requisitos do cliente é muito importante que a “voz do cliente” seja escutada de forma a definir de forma mais clara os requisitos de produto. Na próxima seção serão apresentados conceitos sobre a “Voz do Cliente”.

2.2 A VOZ DO CLIENTE

A voz do cliente (VoC) é um termo usado para descrever a necessidade das empresas de capturar e aplicar os requisitos do cliente no desenvolvimento de produtos e serviços. Para Gaskin et al. (2010), a utilização da VoC implica que o cliente possa expressar seus desejos, anseios, expectativas e necessidades com suas próprias palavras. Por outro lado, para Sachamanarom e Seneo (2016) a VoC também deve ser amplamente utilizada como forma de ouvir feedback, respostas e reclamações de clientes que já compraram os produtos ou serviços ou que tinham planos de comprá-los.

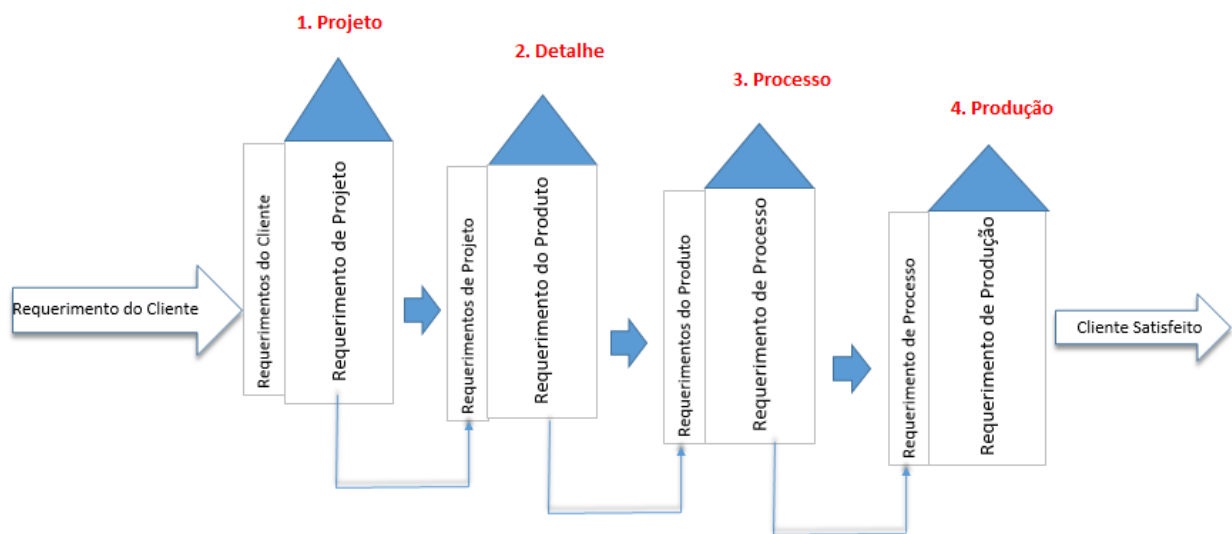
A voz do cliente tem suas origens no processo do QFD onde é usado para desenvolver as necessidades do cliente que estão vinculadas à medida de desempenho. O seu uso mais genérico, diz respeito ao feedback do cliente em qualquer forma. (GRIFFIN; HAUSER, 1993)

O QFD (Desdobramento da Função Qualidade) surgiu no contexto do estilo japonês do Controle da Qualidade Total (TQC). O QFD das quatro ênfases foi desenvolvido pelos professores Akao e Mizuno da *Union of Japanese Scientists and Engineering* (JUSE) em 1978 quando publicaram um livro em japonês que só foi traduzido para o inglês em 1994. As finalidades do QFD são duas específicas sendo a primeira de auxiliar no processo de desenvolvimento de um novo produto, realizando a tradução das necessidades e desejos do cliente e, a segunda em garantir a qualidade (CHENG; MELO FILHO, 2010).

A Figura 7 detalha as quatro fases do QFD. A primeira fase envolve ouvir a voz do cliente (VoC) e gerar uma lista de necessidades detalhadas. Essas necessidades dos clientes (latentes ou expressas) são então traduzidas em características do produto (ou seja, características de desempenho, atributos e / ou benefícios). A matriz da qualidade é dividida

em dois mundos, o mundo dos clientes e o mundo da tecnologia e a matriz tem a função de converter o primeiro no segundo. A segunda fase envolve a conversão de características do produto que podem satisfazer as necessidades dos clientes em características de componentes, e subsequentemente desenvolver soluções. A terceira fase refere-se a decisões sobre as operações do processo de fabricação, o que, por sua vez, leva à fase final: planejamento da produção (BHARADWAJ et al., 2012).

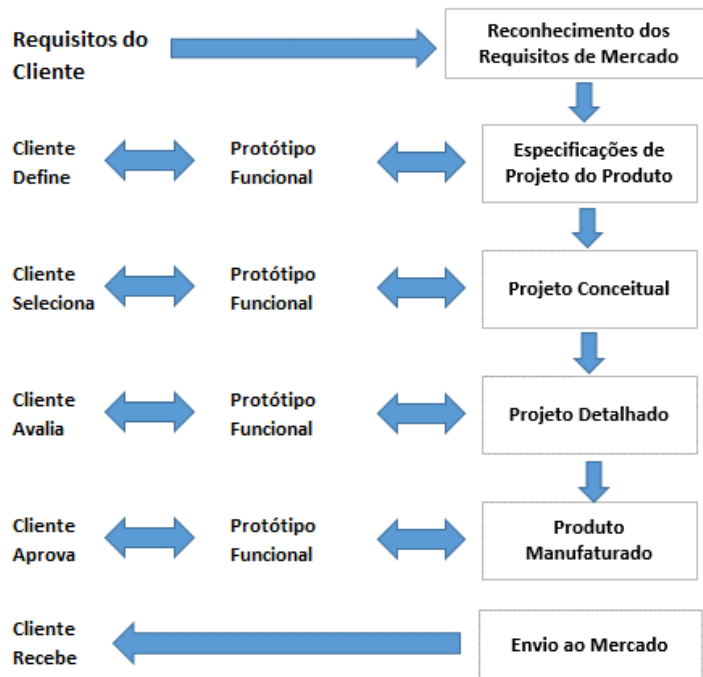
Figura 7 – Fases do QFD



Fonte: Adaptado de Vietnan World Class Manufacturing

Campbell et al. (2007) propõem que uma combinação de abordagem de projeto centrada no usuário e protótipos funcionais (produzidos usando RP) deve ser usada para envolver clientes diretamente em todas as etapas do processo de design. A Figura 8 apresenta a proposta dos autores que consiste em processos iterativos onde o cliente define, seleciona, avalia e aprova protótipos funcionais até que no fim recebe o produto final atendendo seus requisitos.

Figura 8 – Aumento da participação do cliente no desenvolvimento do produto



Fonte: Campbell et al. (2007)

Na seção seguinte são apresentadas as diversas formas de representar o conhecimento ligado a um produto ao longo do PDP.

2.3 REPRESENTAÇÃO DE PRODUTOS FÍSICOS

O conhecimento pode ter várias definições, pois há vários significados do termo no contexto da engenharia e design. O conhecimento não está diretamente disponível, mas pode ser obtido pela interpretação das informações. Nas organizações, os dados estão disponíveis na forma de observações, resultados computacionais e quantidades factuais. A interpretação, abstração ou associação desses dados leva à geração de informação e finalmente, o conhecimento é obtido e colocado em ação (CHANDRASEGARAN et al., 2013).

A representação do conhecimento poder ser classificada em cinco categorias: i) pictórica; ii) simbólica; iii) linguística; iv) virtual e v) algorítmica. O Quadro 1 mostra as cinco categorias com alguns exemplos de representação. Nota-se que, por exemplo, um modelo em CAD pode ser uma representação pictórica e, ao mesmo tempo, virtual. Chandrasegaran et al. (2013) dizem que enquanto a classificação da representação do conhecimento é útil, não significa que há uma linha clara de demarcação entre diferentes representações.

Uma representação do produto físico pode ser de diversas formas, desde um simples desenho em duas dimensões até um protótipo funcional completo, incluindo desenhos em CAD, realidade virtual, modelos físicos, *mock-ups* e produtos acabados.

Quadro 1 – Classificação da representação do conhecimento

Pictórico	Simbólico	Linguístico	Virtual	Algoritmico
Esboços	Tabelas de Decisão	Requerimentos do cliente	Modelos em CAD	Equações matemáticas
Desenhos detalhados	Regras de produção	Regras de projeto	Simulações em CAE	Parametrizações
Gráficos	Fluxogramas	Analogias	Simulações em realidade virtual	Solucinadores de restrições
Fotografias	Diagrama FMEA	Feedback de clientes	Protótipos virtuais	Algoritmos computacionais
Modelos em CAD	Árvores de montagem	Comunicação verbal	animações	Procedimentos operacionais e de projeto
	Diagrama Espinha de peixe		Multimídia	
	Ontologias			

Fonte: Adaptado de Chandrasegaran et al. (2013)

Uma das formas eficientes de captar a voz do cliente é através da Realidade Virtual (VR). Para a utilização desta técnica os projetistas e engenheiros criam protótipos virtuais flexíveis e adaptáveis em uma versão preliminar para que o cliente possa, através do contato visual, identificar quais os requisitos necessários do produto. As melhorias e as realizações que o uso da abordagem VP poderia trazer para o processo de desenvolvimento do produto podem ser resumidas da seguinte forma: i) Redução de custo e tempo de projeto pois usa protótipos virtuais ao invés de protótipos físicos; ii) Esta abordagem é intrinsecamente colaborativa pois tem a participação do cliente, dos projetistas e dos engenheiros; iii) O uso desta abordagem nos primeiros estágios do projeto permite captar os desejos do cliente numa fase inicial, reduzindo assim as perdas de tempo e dinheiro; iv) O envolvimento do cliente nas fases iniciais do projeto permite a customização do produto ao gosto do cliente.(CARULLI et. al., 2013).

Em grande parte de projetos de novos produtos (NPD), a participação de cliente fica restrita à fase inicial, onde os requisitos do cliente são levantados, e na fase final quando o produto será lançado no mercado. Porém, para ter uma maior confiança de que algum detalhe específico do produto irá atender aos anseios do cliente, é necessário que o mesmo participe das verificações em diversas etapas do desenvolvimento do produto. Para que o cliente possa participar deste processo ele precisa compreender o “produto” que lhe é apresentado. Em alguns casos o projeto do produto, que é apresentado ao cliente, possui um formato de difícil compreensão, podendo ser composto de cálculos, imagens geradas por computador ou outro formato (CAMPBELL et al., 2007).

O protótipo digital vem se tornando uma das maiores ferramentas para reduzir o tempo de desenvolvimento de produto. Ainda segundo ele, o *mock-up* digital permite a verificação da montagem dos componentes bem como as restrições do processo de manufatura. O protótipo

digital é definido como: “um modelo computacional que pode ser processado e manipulado, exatamente da mesma forma que um modelo físico”. Em um projeto veicular, por exemplo, significa, não somente verificar as funcionalidades do veículo, como investigar a necessidade de serviços, tudo isso, antes de um protótipo físico ser desenvolvido (ROOKS, 1998).

Os modelos computacionais possuem algumas limitações como, por exemplo, a dificuldade de simular a ergonomia do produto, parâmetro esse, só possível de ser simulado em realidade virtual ou em protótipos físicos (GABRIEL et Al., 2016).

O uso de modelos digitais para ouvir a “voz do cliente” pode ser uma importante ferramenta no desenvolvimento de novos produtos.

Na seção seguinte são apresentados os diversos tipos de gerenciamento de projetos, desde o PMBOK® até o Gerenciamento Ágil.

2.4 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O PMBOK® é considerado a “Bíblia do conhecimento em gerenciamento de projetos”. Ele é a base do conhecimento do PMI, que possui mais de quinhentos mil associados em mais de 180 países. A primeira versão oficial do PMBOK® foi lançada em 1987 e atualmente está na sexta versão (2017). O PMBOK® está disponível em mais de dez línguas (TERRIBILI FILHO, 2011).

O PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017) define projeto como “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único”. O término do projeto pode ser determinado quando os objetivos forem alcançados, ou não seja mais possível alcançá-los ou ainda quando o projeto não tenha mais serventia.

Heldman (2005. p.12) define gerenciamento de projetos como: “gerenciamento de projetos significa aplicar habilidades, conhecimentos, bem como ferramentas e técnicas consagradas de gerenciamento de projetos aos métodos de realização de produtos. Segundo a autora o objetivo é produzir os melhores resultados possíveis.

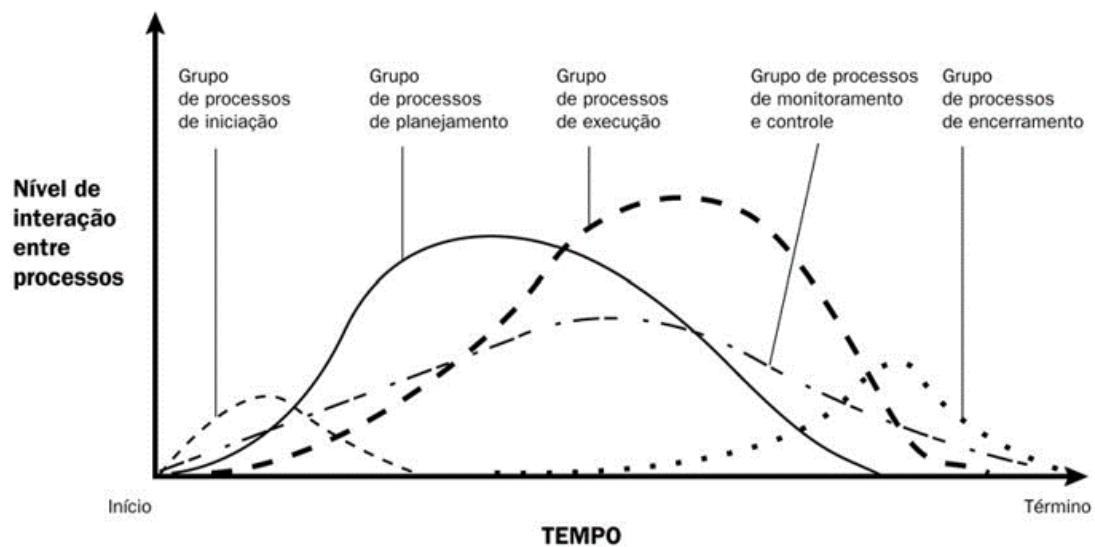
Gerenciar um projeto inclui, basicamente, a identificação dos requisitos, o atendimento das necessidades das partes interessadas, bem como o estabelecimento e a manutenção da comunicação entre elas. Abrange também a definição, o planejamento e o controle de restrições tal quais, i.e., escopo, qualidade, cronograma, orçamento, recursos e riscos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

O padrão para gerenciamento de projetos fornecido pelo PMI é composto de cinco processos de gerenciamento de projetos (ou grupos de processo) e são eles:

- Grupo de processos de iniciação;
- Grupo de processos de planejamento;
- Grupo de processos de execução;
- Grupo de processos de monitoramento e controle, e
- Grupo de processos de encerramento.

Os grupos de processo não são fases dos projetos e raramente são eventos distintos, podendo ocorrer como atividades sobrepostas ao longo de todo projeto. A Figura 9 e a Figura 10 mostram como os grupos de processo interagem e sua natureza recorrente.

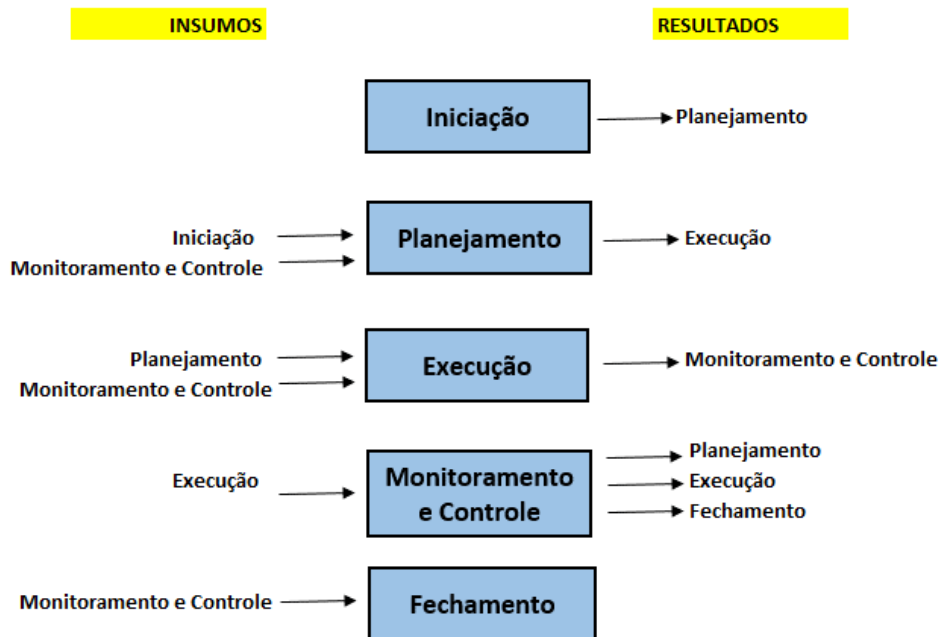
Figura 9 – Interações entre os grupos de processos em um projeto



Fonte: *Project Management Institute* (2017)

Ambas mostram a mesma interação, sendo a primeira em forma de gráfico e a segunda em forma de diagrama de blocos.

Figura 10 – Grupo de processos de gerenciamento de projetos



Fonte: Heldman (2005)

O gerenciamento de projetos fornecido pelo PMI, além dos cinco grupos, é composto por 49 (quarenta e nove) processos de gerenciamento distribuídos pelos grupos e pelas 10 (dez) áreas de conhecimento. Os processos são mostrados no grupo onde a maior parte deles ocorre. Quando um processo é atualizado num outro grupo, não é considerado um novo. A Figura 11 mostra a tabela parcial com os cinco grupos, alguns processos e as quatro primeiras áreas de conhecimento (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Na sexta edição do PMBOK® foram inclusas práticas ágeis largamente utilizadas em ambientes adaptativos e foi criado um Apêndice *Agile* (um *standard*) em cada área de conhecimento, detalhando como cada área estará associada, integrada e beneficiada pela utilização da abordagem Ágil. Foi também incluso um ciclo do vida híbrido. A Figura 12 mostra as características dos ciclos de vida apresentados no PMBOK®. Nota-se que no ciclo de vida Ágil as entregas acontecem com frequência, as mudanças são incorporadas em tempo real durante a entrega e as partes interessadas chave são envolvidas constantemente (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Figura 11 – Grupo de processos de gerenciamento de projetos e mapeamento da área de conhecimento (parcial)

Áreas de conhecimento	Grupos de processos de gerenciamento de projetos				
	Grupo de processos de iniciação	Grupo de processos de planejamento	Grupo de processos de execução	Grupo de processos de monitoramento e controle	Grupo de processos de encerramento
4. Gerenciamento da integração do projeto	4.1 Desenvolver o Termo de Abertura do Projeto	4.2 Desenvolver o Plano de Gerenciamento do Projeto	4.3 Orientar e Gerenciar o Trabalho do Projeto 4.4 Gerenciar o Conhecimento do Projeto	4.5 Monitorar e Controlar o Trabalho do Projeto 4.6 Realizar o Controle Integrado de Mudanças	4.7 Encerrar o Projeto ou Fase
5. Gerenciamento do escopo do projeto		5.1 Planejar o Gerenciamento do Escopo 5.2 Coletar os Requisitos 5.3 Definir o Escopo 5.4 Criar a EAP		5.5 Validar o Escopo 5.6 Controlar o Escopo	
6. Gerenciamento do cronograma do projeto		6.1 Planejar o Gerenciamento do Cronograma 6.2 Definir as Atividades 6.3 Sequenciar as Atividades 6.4 Estimar as Durações das Atividades 6.5 Desenvolver o Cronograma		6.6 Controlar o Cronograma	
7. Gerenciamento dos custos do projeto		7.1 Planejar o Gerenciamento dos Custos 7.2 Estimar os Custos 7.3 Determinar o Orçamento		7.4 Controlar os Custos	

Fonte: Project Management Institute (2017)

Figura 12 – Sequência contínua dos ciclos de vida do projeto

Preditivo	Iterativa	Ágil
Requisitos são definidos previamente, antes do início do desenvolvimento	Requisitos podem ser elaborados em intervalos periódicos durante a entrega	Requisitos são elaborados com frequência durante a entrega
Entrega planos para a entrega final. Em seguida, entregar apenas um único produto final, no fim do projeto	Entregas podem ser divididas em subconjuntos de todo o produto	Entregas acontecem com frequência de acordo com os subconjuntos avaliados pelo cliente de todo o produto
Mudanças são restritas tanto quanto possível	Mudanças são incorporadas periodicamente	Mudanças são incorporadas em tempo real durante a entrega
Partes interessadas chave são envolvidas em marcos específicos	Partes interessadas chave são envolvidas regularmente	Partes interessadas chave são envolvidas constantemente
Riscos e custos são controlados pelo planejamento detalhado dos aspectos mais importantes	Riscos e custos são controlados pela elaboração progressiva dos planos com novas informações	Riscos e custos são controlados na medida em que surgem requisitos e restrições

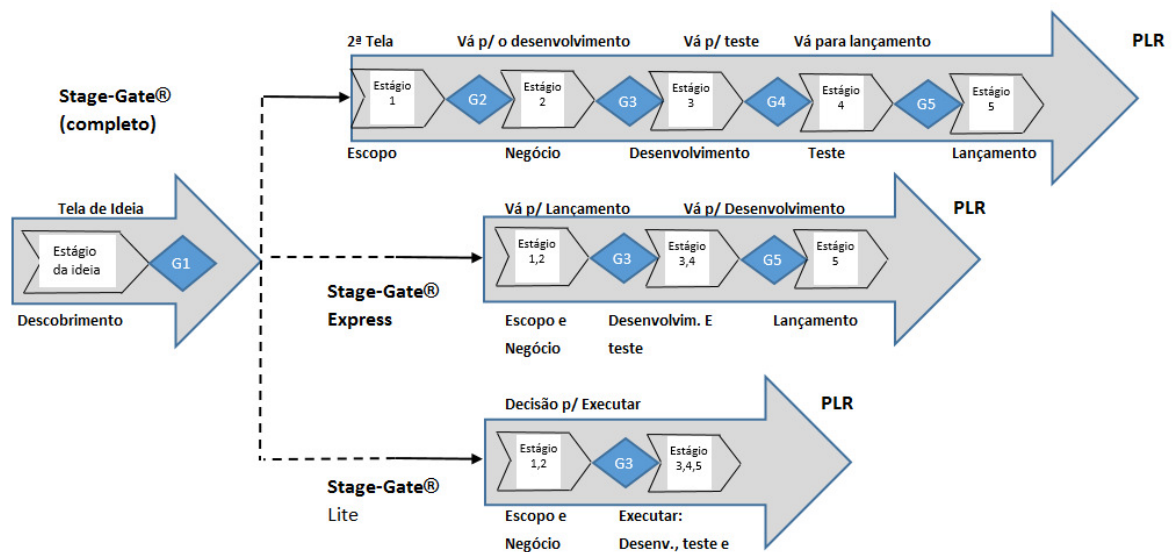
Fonte: Project Management Institute (2017)

Nos anos 1980 Robert G. Cooper (1990) propôs a abordagem denominada de *Stage-Gate*®. O foco principal do modelo era um processo que garantia o desempenho e qualidade do desenvolvimento (ROZENFELD et al., 2006).

Durante anos algumas empresas personalizaram o sistema adequando-o às suas realidades. Mesmo nestas condições, muitos ainda criticaram o sistema por conta da grande burocratização, por ser muito linear e ainda por ser muito rígido (COOPER, 2014).

Para que o sistema evolua e o tempo entre ideia e lançamento diminua, Cooper (2014) propõe um novo sistema mais ágil, flexível, acelerado e adaptável, o qual denomina de “triplo A”. Este sistema propõe a sobreposição de algumas etapas do sistema *Stage-Gate*® tradicional. A Figura 13 mostra na parte mais alta o sistema tradicional e nas duas abaixo a utilização da sobreposição de etapas, reduzindo assim o tempo do desenvolvimento de produto.

Figura 13 – Sobreposição de etapas



Fonte: Cooper (2014)

No ano de 1994 as três maiores montadoras americanas, Ford, GM e Chrysler lançaram o APQP (*Advanced Product Quality Planning and Control Plan*) (THISSE, 1998) com o objetivo de acompanhar a execução e o planejamento do desenvolvimento do produto, bem como a validação do processo de produção e do produto (ROCHA et al, 2014).

O objetivo do manual do APQP é comunicar aos fornecedores internos e externos, e aos seus subcontratados, as diretrizes do plano de controle e planejamento da qualidade do produto, desenvolvidos em conjunto pelas três montadoras. O manual fornece diretrizes

projetadas para produzir um plano de qualidade que apoiará o desenvolvimento de um produto ou serviço que satisfará o cliente (THISSE, 1998)

O APQP não substitui os métodos tradicionais de gerenciamento de projetos, mas o complementa com diretrizes e tarefas. O manual é composto de cinco fases (CHRYSLER; FORD; GM, 2008) conforme mostra a Figura 14.

A Fase 1 (Planejamento e definição do programa) tem o objetivo de definir o programa baseado nas expectativas e desejos do cliente. A ideia é determinar se as expectativas e necessidades do cliente foram perfeitamente compreendidas antes de prosseguir para o desenvolvimento e projeto do produto ou serviço, ou o processo de fabricação associado ao produto.

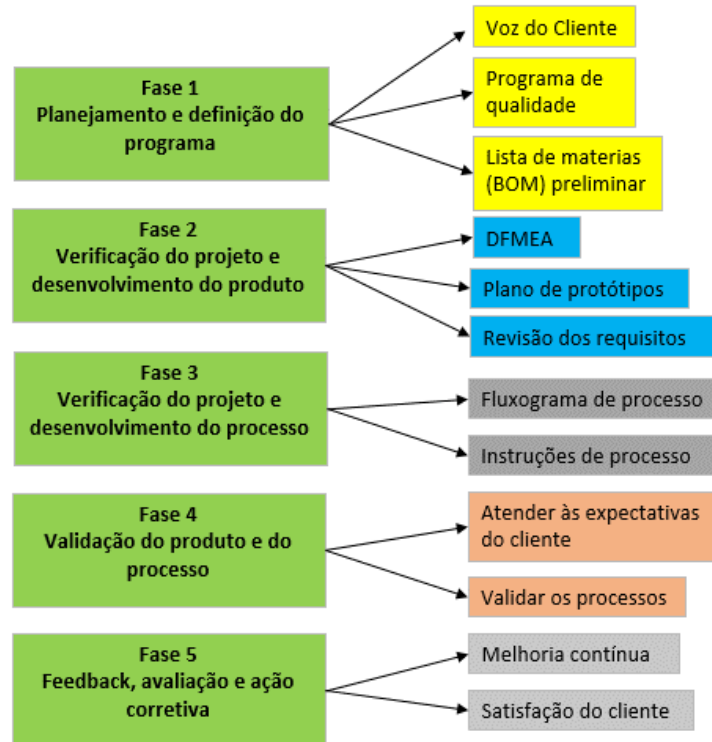
A Fase 2 (Verificação do projeto e desenvolvimento do produto) se concentra no desenvolvimento do projeto do produto ou serviço e na garantia de que é viável e atenderá às expectativas do cliente. Nesta fase são utilizadas ferramentas e técnicas que garantam a tradução da voz do cliente de forma eficiente e eficaz.

A Fase 3 (Verificação do projeto e desenvolvimento do processo) concentra-se no desenvolvimento de um sistema de manufatura que produza o produto ou serviço que foi especificado na fase anterior. Para isto são desenvolvidos fluxogramas e instruções de processo, garantindo que as expectativas do cliente sejam atendidas. Nesta fase há um trabalho conjunto dos fornecedores internos e externos para ter a certeza de que o produto ou serviço represente um valor para o cliente.

A Fase 4 (Validação do produto e do processo) tem o foco na validação do processo de manufatura através da avaliação de ensaios de produção e todas as atividades a elas relativas. O produto é validado, nesta fase, através de testes de campo realizados com protótipos físicos do produto. Os problemas encontrados no processo e produto devem ser solucionados nesta fase, antes da produção em série ser iniciada.

A Fase 5 (Feedback, avaliação e ação corretiva) é aquela onde há uma oportunidade de avaliar a efetividade do plano em si e focar na melhoria contínua para obtenção da satisfação dos clientes.

Figura 14 – Atividades das fases do APQP



Fonte: Adaptado de Chrysler, Ford, GM (2008)

Em 2001, dezessete gerentes de projeto da área de TI se reuniram numa estação de esqui em Utah para relaxar e desta reunião surgiu o chamado Manifesto Ágil (FOWLER; HIGHSMITH, 2001). Este manifesto propõe um método de desenvolvimento de produto na área de Software com menos burocracia e mais agilidade. O método é composto por diretrizes, que são orientações gerais e, princípios que são um conjunto de padrões de conduta.

O Manifesto Ágil propõe as seguintes diretrizes principais, que estão representadas também na Figura 15 (FOWLER; HIGHSMITH, 2001):

- Os indivíduos e as interações devem estar acima dos processos e ferramentas;
- Desenvolver Softwares funcionais está acima de uma documentação compreensível;
- A colaboração dos clientes está acima de uma negociação contratual;
- Responder a mudanças está acima de seguir um plano.

Figura 15 – Diretrizes do Manifesto Ágil



Fonte: *Manifesto for Agile Software Development*

Além das diretrizes principais, o Manifesto Ágil é composto de 12 princípios (FOWLER; HIGHSMITH, 2001), dos quais destaco no Quadro 2, os princípios 1 e 3 que fazem referência a satisfação do cliente através de entrega de softwares funcionando frequentemente.

Quadro 2 – Princípios do Manifesto Ágil

#1 Satisfazer o cliente através da entrega de software com valor agregado	#7 Software funcionando é a medida primária de progresso
#2 Mudanças nos requisitos são bem-vindas, mesmo tardiamente no desenvolvimento	#8 Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários devem ser capazes de manter um ritmo constante
#3 Entregar frequentemente software funcionando	#9 Contínua atenção à excelência técnica e bom design
#4 Pessoas de negócio e desenvolvedores devem trabalhar em conjunto por todo o projeto	#10 Simplicidade é essencial
#5 Construa projetos em torno de indivíduos motivados	#11 As melhores arquiteturas, requisitos e designs emergem de equipes auto-organizáveis
#6 O método mais eficiente e eficaz de transmitir informações é através da conversa face a face	#12 Em intervalos regulares, a equipa reflete sobre como se tornar mais eficaz e então refina e ajusta seu comportamento de acordo

Fonte: *Manifesto for Agile Software Development*

Um dos métodos utilizados no Gerenciamento Ágil é conhecido como *Scrum*, termo que deriva do *Rugby* (futebol americano) onde os jogadores montam uma formação em forma de “paredão” e dão um impulso para frente com o objetivo de tomar posse da bola. A Figura 16 ilustra uma formação em *Scrum*.

Figura 16 – Fotografia - formação em *Scrum*



Fonte: Diário NFL

No Gerenciamento Ágil, *Scrum* é um método de projeto de desenvolvimento de Softwares que utiliza iterações durante os estágios de desenvolvimento. Este método foi criado com o objetivo de gerenciar as rápidas mudanças no projeto, melhorando a comunicação entre os participantes do projeto e os outros membros da equipe (LEI et al., 2017).

O Gerenciamento Ágil tem funcionado bem na área de desenvolvimento de TI. Alguns conceitos já vêm sendo utilizados por algumas companhias de forma satisfatória com a participação do cliente no processo de desenvolvimento de produto e na redução da burocracia excessiva durante o desenvolvimento de produto (PMO). O uso de alguns conceitos do Gerenciamento Ágil, em conjunto com o gerenciamento tradicional, para produtos físicos, pode trazer grandes benefícios como a redução do tempo entre a ideia e o lançamento, bem como aumentar consideravelmente a satisfação do cliente, pois este irá participar ativamente do processo de criação (SPUNDAK, 2014).

O método *Scrum* propõe reuniões diárias, equipes pequenas e dedicadas, pequenas liberações de um produto funcional entre outras. Na Tabela 1 estão apresentadas algumas características do método *Scrum*.

Tabela 1 – Características do método *Scrum*

Métrica	<u>Scrum</u>
Duração	<ul style="list-style-type: none"> • Arrancadas de 1 a 4 semanas; • Reuniões diárias
Composição do Time	<ul style="list-style-type: none"> • Times pequenos e totalmente comprometidos com o projeto, pelo menos até a arrancada seguinte; • Recomendado time de até 7 pessoas ou menos; • Time organizado por projeto.
Especificação	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenas liberações para se obter rápido <i>feedback</i>; • Desenvolvimento constante de requerimento baseado nas respostas dos usuários; • As respostas podem ser priorizadas ou deixadas de lado, conforme a necessidade.
Entrega do Trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Entregas incrementais para se obter rápido <i>feedback</i>; • Apoio integrado às operações, desde o início do projeto.

Fonte: *Scrum Alliance* (2013)

Existem algumas diferenças marcantes entre um software e um produto físico que devem ser levadas em consideração quando da aplicação do Gerenciamento Ágil de projetos para o desenvolvimento de cada um dos produtos. Segundo Benassi e Amaral (2007) softwares são produtos desenvolvidos ou projetados pela engenharia, não sofrem desgaste e são feitos sob medida e possuem baixo custo de produção pois não necessitam ser manufaturados. Já os produtos físicos são manufaturados, sofrem desgaste e são fabricados em escala, possuem alto custo de fabricação e muitas incertezas que só são sanadas após a sua materialização.

Para o uso do Gerenciamento Ágil para produtos físicos são necessárias algumas adaptações, utilizando-se assim as melhores práticas do GAP e dos métodos tradicionais. Essa fusão é chamada de gerenciamento híbrido de projetos.

A seção seguinte apresenta os estudos realizados ao gerenciamento híbrido de projetos, onde, a maioria deles, são estudos de caso.

2.5 MODELO HÍBRIDO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O Gerenciamento Ágil (especialmente o método *Scrum*) é adequado para o desenvolvimento de produtos na área de TI. No entanto, será que este método pode ser aplicado para o desenvolvimento de produtos físicos, como veículos, tratores, eletrodomésticos, etc.? Para responder esta pergunta alguns autores vêm realizando pesquisas através de estudos de caso e análises diversas.

Cooper e Sommer (2016) sugerem que um modelo híbrido, o *Stage-Gate*®-Ágil, seja uma promessa de nova abordagem e uma oportunidade de novas pesquisas. Para saber se estão no caminho certo, em seus estudos fazem duas questões fundamentais. A primeira delas é: “Será que o Gerenciamento Ágil pode ser combinado com o processo tradicional de portais e funcionar bem e simbioticamente (ou essas duas abordagens são mutuamente exclusivas ou simplesmente incompatíveis)?”. A segunda é: “Será que essa abordagem híbrida, que incorpora o Gerenciamento Ágil, funciona efetivamente no mundo da manufatura que usa um processo de portais (*Stage-Gate*®), para desenvolvimento de produto físico? E ele entrega resultados positivos lá?”. Os autores indicam que o método *Scrum* foi o mais utilizado pelos pesquisadores que realizaram estudos de caso, neste sentido, apontando para a resposta da primeira questão onde, sim, o Gerenciamento Ágil pode ser combinado com o processo tradicional. Quanto à segunda questão, os autores apontam que os resultados já encontrados são empíricos, pois são embasados em estudos de caso.

Sommer et al. (2013), através de um estudo de caso em três empresas dinamarquesas, sendo a primeira de brinquedos de plástico, a segunda de janelas e a terceira de eletrônicos, demonstram que a utilização do método *Scrum*, integrado com o *Stage-Gate*®, em desenvolvimento de produtos físicos pode obter sucesso. Nos três casos estudados os autores concluem que a performance do PD e a motivação dos funcionários melhorou, porém, os mesmos ressaltam que um universo de três empresas é muito limitado para se chegar a uma conclusão definitiva.

Conforto e Amaral (2016) realizaram um estudo de caso em uma empresa de base tecnológica aplicando um modelo híbrido, combinando o *Stage-Gate*® com o Gerenciamento Ágil. Neste caso os autores realizaram um diagnóstico na empresa, fizeram algumas adaptações no modelo e avaliaram o andamento por um determinado período. Foram feitos questionamentos e reuniões com os usuários. Segundo os autores, o resultado mostrou-se positivo, mas como trata-se de um estudo de caso único não se pode concluir a eficácia da aplicação. Como cada empresa tem suas peculiaridades, os autores recomendam investigação adicional para identificá-las e reconhece-las quanto aos fatores que afetam a aplicação do modelo híbrido.

O que esta pesquisa pretende responder é se o uso das melhores práticas do gerenciamento tradicional, junto com as melhores práticas do Gerenciamento Ágil, com a participação do cliente, utilizando *mock-up* digital, pode ser utilizado num projeto de um produto físico no contexto da indústria automotiva. Para facilitar a visualização do projeto foi

escolhido um projeto de direção veicular, pois facilita a interação do usuário na definição dos requisitos que serão coletados durante a pesquisa.

A próxima seção apresenta os aspectos metodológicos onde são abordados aspectos relacionados a caracterização da pesquisa e ao desenvolvimento e demonstração da solução.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo a pesquisa proposta é caracterizada e os procedimentos adotados são descritos. Na seção 3.1 é apresentada a caracterização da pesquisa em seguida a abordagem metodológica é descrita (seção 3.2), e finalmente, na seção 3.3 o procedimento metodológico adotado é detalhado.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa científica pode ser classificada quanto: i) sua natureza (básica; aplicada); ii) aos objetivos (Exploratória; Descritiva; Prescritiva) e iii) aos procedimentos (Documental; Bibliográfica; Experimental; Operacional) (PRODANOV; DE FREITAS, 2013)

Com base nesta classificação a presente pesquisa possui uma natureza aplicada, pois pretende-se aplicar o conhecimento numa situação prática, quanto ao objetivo, caracteriza-se como prescritiva que tem o objetivo de propor soluções para um problema através da compreensão e descrição dos fenômenos que o envolvem prescrevendo um modelo teórico ideal (BONAT, 2009, p.12) através da criação de um artefato (método). Quanto aos procedimentos a presente pesquisa caracteriza-se como bibliográfica pois explora os trabalhos científicos ligados ao tema em estudo e, experimental pois busca a aplicação prática do método buscando demonstrá-lo e avalia-lo numa prova de conceito.

3.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A presente pesquisa será conduzida com base na abordagem *Design Science Research* (DSR), também conhecida como a Ciência do Projeto ou Ciência do Artificial (SIMON, 1996). Essa abordagem é amplamente utilizada nas pesquisas relacionadas a engenharia e a medicina (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

DSR é uma ciência que possibilita a criação e o desenvolvimento de artefatos para solucionar problemas organizacionais. O processo envolve a criação, projeto e avaliação do artefato, e a comunicação dos resultados para um determinado público (PEFFERS et al., 2007).

Segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) os artefatos são construídos para contribuir e fortalecer a base de conhecimento, podendo ser classificados como:

- Modelos;
- Métodos;

- Constructos; e
- Instanciações.

Hevner et al. (2004) definem sete critérios que devem ser considerados pelos pesquisadores que utilizam a DSR em suas pesquisas. Esses critérios são um guia de como a pesquisa deve ser conduzida, testada e divulgada. O Quadro 3 a seguir os descrevem.

Quadro 3 – Critérios para condução das pesquisas que utilizam DSR

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
1 Design do Artefato	As pesquisas devem produzir artefatos viáveis na forma de um constructo, modelo, método ou instanciação
2 Relevância do Problema	O Objetivo do DSR é desenvolver soluções para resolver problemas importantes e relevantes para as organizações
3 Avaliação do Design	A utilidade, a qualidade e a eficácia do artefato devem ser rigorosamente demonstradas por meio de métodos de avaliação bem executados
4 Contribuições da Pesquisa	A pesquisa deve fornecer contribuições claras e objetivas nas áreas específicas do artefato e apresentar claros fundamentos de projeto e/ou metodologias de design
5 Rigor da Pesquisa	A pesquisa deve ser conduzida através de aplicação rigorosa de métodos tanto na construção quanto na avaliação dos artefatos
6 Design como um processo de Pesquisa	A busca por um artefato efetivo deve utilizar de meios que estejam disponíveis e satisfazer as leis que regem o ambiente onde o problema está sendo estudado
7 Comunicação da Pesquisa	Os resultados devem ser apresentados tanto para um público orientado à tecnologia quanto para aquele mais orientado à gestão

Fonte: A autora, adaptado de Hevner et al. (2004)

A presente pesquisa propõe a criação de um método que atenda os objetivos propostos. Segundo March e Smith (1995) método é um conjunto de passos descritos para desempenhar uma determinada tarefa. Modelos são um conjunto de declarações que são considerados uma representação da realidade. Os métodos podem estar ligados aos modelos e suas etapas podem utilizar partes do modelo. Segundo Dresch et al. (2015, p.112) os métodos são criações típicas do *Design Science* e eles, em busca de melhorias, favorecem a transformação dos sistemas.

Peppers et al. (2007) procuraram consolidar um método para a condução das pesquisas com o uso do DSR. Este método é composto de seis fases conforme Figura 17 e, na sequência, cada fase será descrita.

Figura 17 – Fases do DSR



Fonte: A autora, adaptado de Peffers et al. (2007)

As etapas de pesquisa propostas por Peffers et al. (2007) são:

- **Fase 1 – Identificação do problema e motivação**

Nesta fase o pesquisador deve definir os pontos que motivam a pesquisa, justificar a importância da pesquisa além de determinar a aplicabilidade da solução que será proposta.

- **Fase 2 – Definição dos resultados esperados**

Nesta etapa os resultados esperados devem ser inferidos, podendo os mesmos serem qualitativos ou quantitativos.

- **Fase 3 – Desenvolvimento da Solução**

Esta atividade inclui a determinação da funcionalidade desejada do artefato, sua arquitetura e seu desenvolvimento propriamente dito. Recursos necessários incluem o conhecimento teórico existente para que seja possível propor artefatos que suportem a solução do problema.

- **Fase 4 – Demonstração da Solução**

A demonstração pode ser realizada através de experimentação, simulação, estudo de caso, prova, entre outras que sejam capazes de demonstrar que o uso do artefato pode solucionar o problema proposto.

- **Fase 5 – Avaliação da Solução**

Esta atividade tem o objetivo de avaliar a qualidade, eficácia e utilidade do artefato. A avaliação do artefato deve ser rigorosamente bem realizada e, para tanto, pode-se utilizar diversos métodos, como: i) Observacional (Estudo de Caso, Estudo em campo); ii) Analítico (uso de métodos e técnicas analíticas; iii) Experimental (experimentos controlados ou simulação); iv) Testes (funcional, estrutural) e v) Descritivo (argumentos da literatura ou construção de cenários). (HEVNER et al., 2004)

- **Fase 6 – Comunicação dos Resultados**

O resultado da pesquisa, o artefato, a importância do problema e sua utilidade devem ser divulgados tanto para os demais pesquisadores quanto para outros públicos relevantes.

Na Seção seguinte cada uma dessas fases será detalhada, a fim de apresentar como e o que foi realizado.

3.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.3.1 Identificação do Problema e Motivação

A primeira etapa da DSR, Identificação do problema e motivação, está relacionada ao objetivo geral deste trabalho de criar um método híbrido de desenvolvimento de produto com uso de *mock-up* digital e a voz do cliente. Assim, o contexto de aplicação foi uma prova de conceito na indústria automotiva através do desenvolvimento de uma direção veicular.

Para a identificação do problema foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados da CAPES e, para tal, foi utilizada a ferramenta *Knowledge Development Process-Constructivist (Proknow-C)*, com o objetivo de identificar artigos acadêmicos relevantes à pesquisa.

3.3.2 Definição dos Objetivos da Solução

A etapa de Definição dos objetivos da Solução é relacionada aos objetivos específicos que consistem em identificar as etapas do desenvolvimento de produtos tradicional que sejam passíveis de modificação através do Gerenciamento Ágil, a busca de um cenário industrial para o desenvolvimento do método e a aplicação e avaliação do método neste cenário identificado.

3.3.3 Projeto e Desenvolvimento da Solução

Nesta fase foi desenvolvido o método híbrido que utilizou as melhores práticas de cada abordagem (tradicional e ágil) para melhorar a incorporação da voz do cliente no processo de desenvolvimento de produto físico.

O PDP e o gerenciamento de projetos tradicionais foram analisados e estudados através de uma revisão bibliográfica. Os métodos e modelos considerados nesta pesquisa foram o modelo de Rozenfeld et. al (2006), o modelo de Pahl et al. (2008) e o modelo PRODIP (modelo de desenvolvimento integrado de produto) de Back et al. (2008). Na área de gerenciamento de

projetos estudou-se o PMBOK® (*Project Management Body of Knowledge*), o APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) e o modelo *Stage Gate*® de Cooper et al. (2014). Observou-se que estes métodos e modelos são constituídos de fases e portais bem definidos e sequenciais e, na grande maioria deles, o cliente tem uma pequena participação nas fases iniciais do desenvolvimento.

Para a formação do método híbrido proposto, estudou-se também o Gerenciamento Ágil de projetos, mais especificamente, o método *Scrum* que tem por objetivo tornar o desenvolvimento do produto mais ágil, menos burocrático e aumentar a participação do cliente no desenvolvimento, tornando-o um *stakeholder*. Ainda nesse método propõem-se a entrega de produtos funcionais a cada etapa iterativa, chamada de *Sprint*.

O método, objeto desta pesquisa, foi criado utilizando as fases e portais bem definidos da abordagem tradicional, em conjunto com a participação direta do cliente de forma iterativa do Gerenciamento Ágil. Para tanto, foram criados *mock-ups* digitais e levantados requisitos do produto na iteração com o cliente em quatro etapas (ou *sprints*) com intervalos de quatro semanas cada.

O método foi desenvolvido para que o produto escolhido fosse desenvolvido de modo iterativo, ou seja, a cada rodada da espiral (*Sprint*) os requisitos fossem revistos e revisados, e uma nova rodada fosse gerada.

Para traduzir as necessidades dos clientes em requisitos de produto foi escolhida a ferramenta do QFD (Desdobramento da Função Qualidade) e foi utilizada a primeira matriz – Casa da Qualidade.

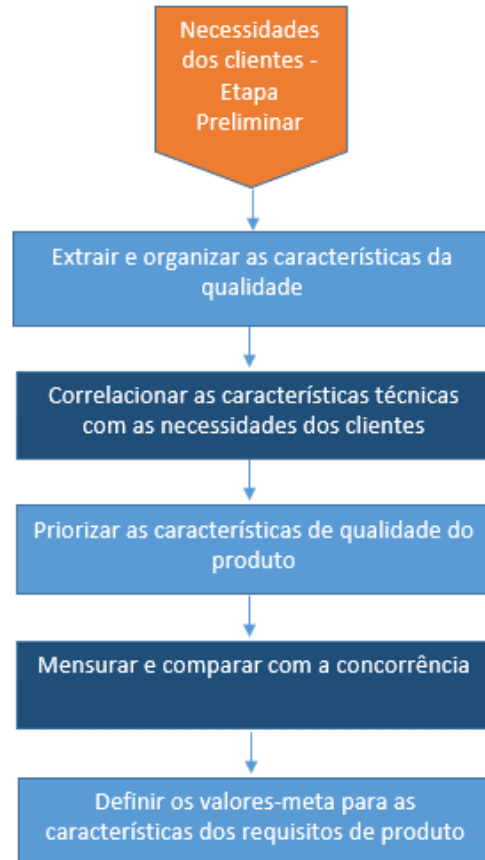
Cheng e Melo Filho (2010) definem a matriz casa da qualidade como aquela que tem a finalidade de sistematizar as qualidades exigidas pelos clientes através de expressões linguísticas e correlacionando essas expressões com as características da qualidade do produto, “convertendo a importância atribuída aos itens de qualidade exigida, obtida no planejamento da qualidade, para os itens de características da qualidade que devem ser projetados”.

A Figura 18 apresenta a sequência de ações, partindo das necessidades dos clientes, até chegar aos requisitos de produto.

Para chegar-se aos requisitos de produto partiu-se dos resultados obtidos na etapa preliminar e as características da qualidade foram organizadas, então as características técnicas foram correlacionadas com as necessidades do cliente. Após esta ação as características da qualidade foram priorizadas e então foi realizada uma comparação com a concorrência. Ao final foram definidos os valores-meta para as características dos requisitos do produto.

Os *mock-ups* digitais foram criados utilizando o software *Solidworks*® e tecnologia aditiva (impressão 3D). Os formulários de pesquisa foram, em sua maioria, criados utilizando a plataforma do *Google Forms* e aplicados de forma online.

Figura 18 – Passos da matriz casa da qualidade do QFD



Fonte: Adaptado de Cheng (2010)

3.3.4 Demonstração da Solução

Na etapa de Demonstração o método proposto foi aplicado a um projeto de uma direção veicular a um grupo de, aproximadamente, 500 pessoas. Os *mock-ups* digitais e formulários de pesquisa foram elaborados e aplicados a este grupo de forma sistemática e sequencial. Ao final de cada etapa, as respostas foram analisadas.

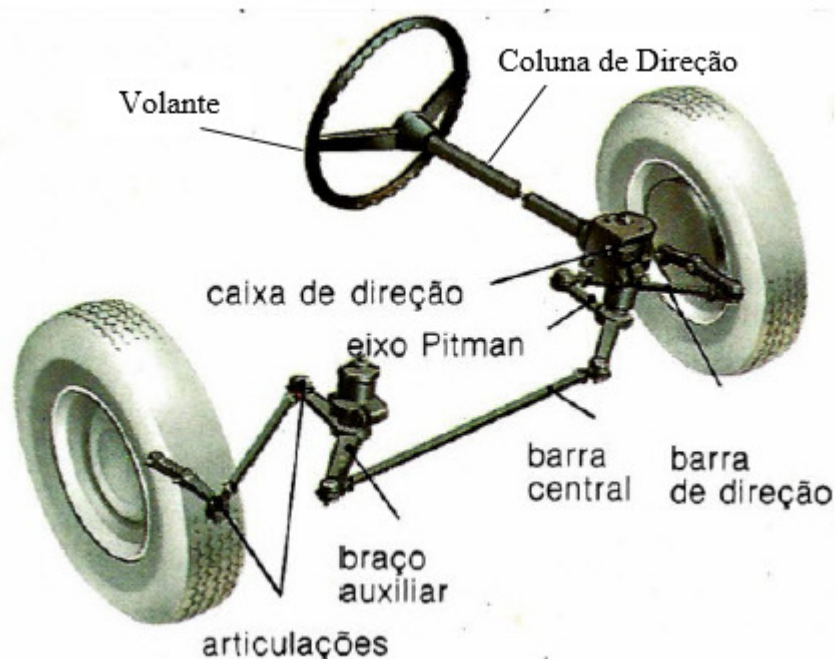
Na próxima subseção será apresentado o referencial teórico da direção.

3.3.4.1 Sistema de direção veicular

Segundo Esposito Neto (2000) o sistema de direção dos veículos automotores é o mais exigente em termos de segurança, funcionalidade e eficiência. O sistema deve proporcionar o menor esforço do motorista, não deve causar desgastes excessivos nos pneus, deve estar isento de vibrações desconfortáveis e deve refletir o efeito da estrada.

Os componentes principais do sistema de direção estão apresentados na Figura 19. Deles, destacam-se o volante, a coluna de direção e o sistema de transmissão do movimento do volante para as rodas, composto pela caixa de direção, braços e articulações.

Figura 19 – Sistema de direção veicular



Fonte: Manual Globo do Automóvel (1988)

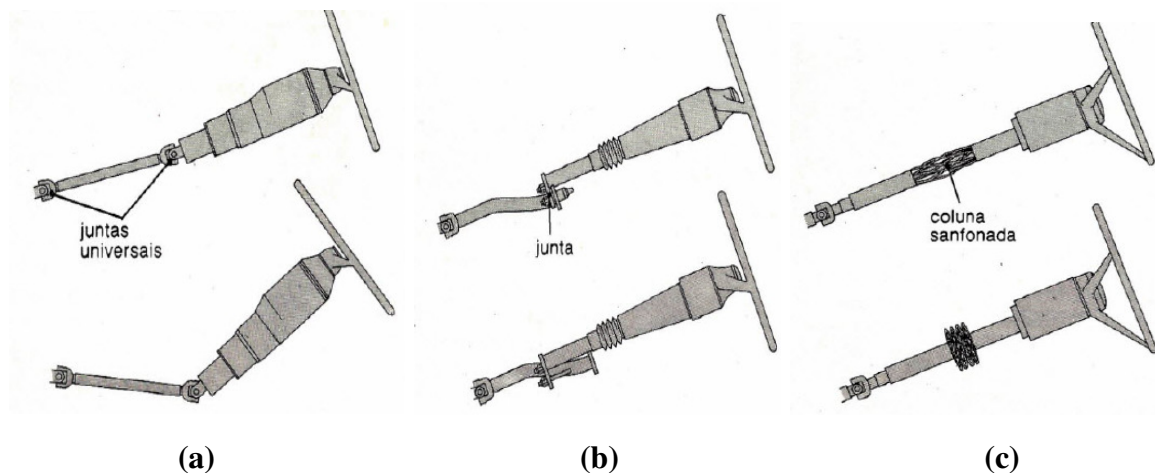
O volante é a interface entre o condutor e o veículo e tem a função de transmitir o movimento que o motorista impõe nele para o sistema de transmissão do movimento. Normalmente, seu formato é circular, pode ser fabricado com diversos tipos de materiais como, madeiras e ligas de alumínio e podem, ainda, ser emborrachados ou revestidos por materiais como couro. Além disso, podem conter botões de controle para várias funcionalidades como controle do som e atender/ desligar o celular.

Para aumentar a segurança do motorista as colunas de direção são projetadas para comprimirem-se sob ação de impacto, quando o veículo é envolvido em colisão frontal.

Segundo o Manual Globo do Automóvel (1988) os três tipos mais comuns de modelos de colunas que contém este sistema estão representados na Figura 20 e, são: a) junta universal, que ao receber um forte impacto a coluna de direção quebra em uma das suas juntas; b) junta bipartida, onde a parte inferior da coluna desengata-se da superior ao absorver o choque de uma colisão e c) junta sanfonada, que sofre uma retração, comprimindo sua parte sanfonada ao sofrer um impacto.

A coluna de direção também pode ser usada como suporte de uma gama de outros componentes elétricos e mecânicos, tais como a chave de partida, a alavanca de sinal direcional, travas de segurança, como também um mecanismo de inclinação do volante e ajuste telescópico da altura para adequar-se às condições de ergonomia de cada condutor (ESPOSITO NETO, 2000).

Figura 20 – Colunas de direção – sistema de segurança



Fonte: Manual Globo do Automóvel (1988)

O sistema de transmissão da direção é uma outra parte relevante no sucesso do projeto da direção relativo à capacidade, à redução e ao curso e eficiência do mecanismo (ESPOSITO NETO, 2000). Ainda, acrescenta-se a adoção de uma assistência à direção de forma hidráulica, eletro hidráulica ou elétrica para reduzir os esforços no volante e conseqüentemente prover conforto durante a dirigibilidade do veículo.

Segundo Dias (2014) a direção hidráulica é o sistema mais utilizado e é composto por uma bomba hidráulica que leva o óleo para a caixa de direção, tornando-a mais leve. A bomba é acionada pelo motor do veículo e só funciona que o mesmo ligado. A direção eletro hidráulica possui, também, uma bomba de óleo, porém a mesma é acionada por um motor elétrico o que reduz o consumo de potência do veículo. Já a direção elétrica é isenta de óleo, eliminando assim

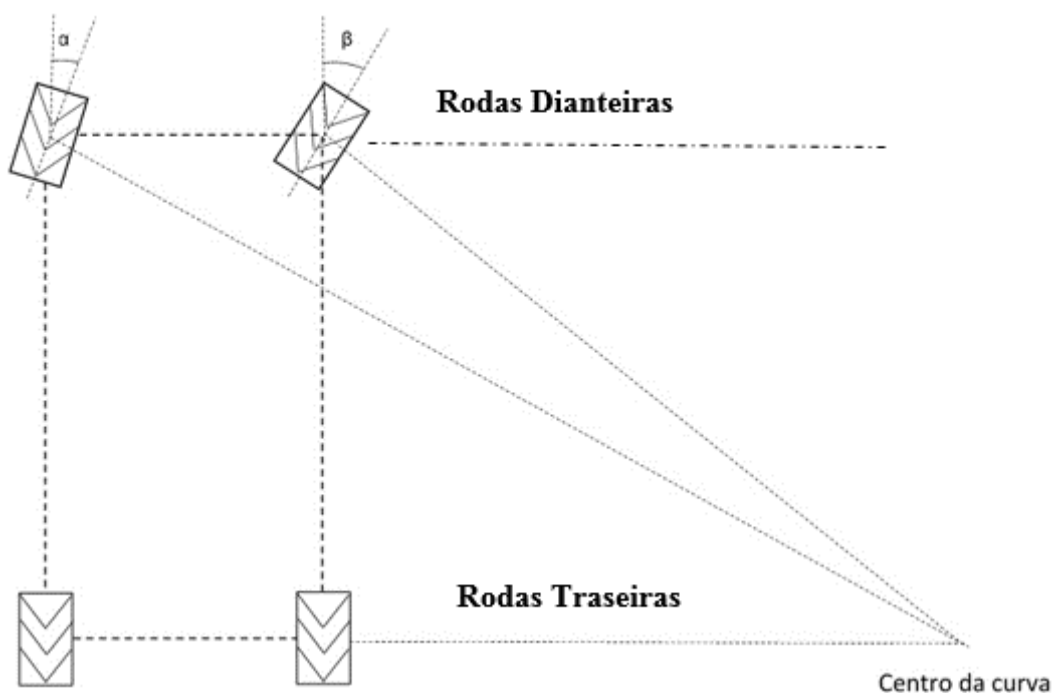
mangueiras, polias e correias e, traz um motor elétrico fixado à caixa de direção que a aciona quando necessário.

Quanto a dirigibilidade do veículo a direção deve atender a alguns requisitos (ESPOSITO NETO, 2000), tais como:

- Prover o retorno imediato do volante após o veículo contornar uma curva;
- Prover raio de giro dentro dos limites de segurança;
- Ser capaz de executar manobras de forma fácil;
- Prover esforço no volante compatível com os padrões de projeto;
- Evitar a transmissão de ruídos e vibrações indesejáveis.

O objetivo principal da direção é direcionar as rodas de tal forma que se possa conduzir o veículo em todas as condições de operação. Em 1890 Rudolf Ackerman patenteou um mecanismo de direção onde os eixos de todas as rodas devem coincidir em um ponto chamado centro instantâneo de rotação. O fuso da roda interna deve girar um ângulo maior do que a roda externa. Para criar a geometria da direção apropriada, os braços de direção e a barra de acoplamento são dispostos formando um trapézio, que produz um ângulo de giro maior da roda interna do que do lado de fora (ESPOSITO NETO, 2000). A Figura 21 apresenta esse mecanismo, conhecido como “Geometria de Ackerman”.

Figura 21 – Geometria de Ackerman

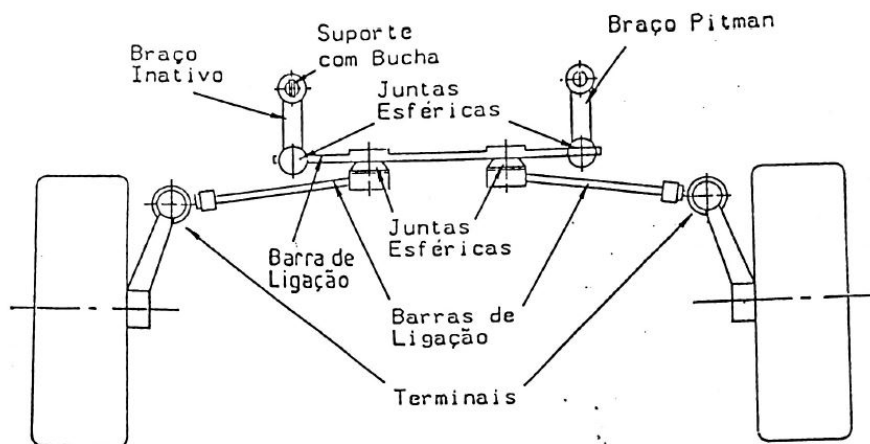


Fonte: Adaptado de Esposito Neto, 2000

Para atender a melhor geometria deve-se levar em consideração o projeto do barramento da direção que devem contemplar dois problemas básicos: i) os ângulos de esterçamento devem ser suficientemente altos para atender as manobras do veículo sem exceder as limitações dimensionais do barramento e ii) os ângulos de cambagem devem manter-se constante quando o veículo passar qualquer obstáculo. Existe uma ampla variedade de arranjos de barramento.

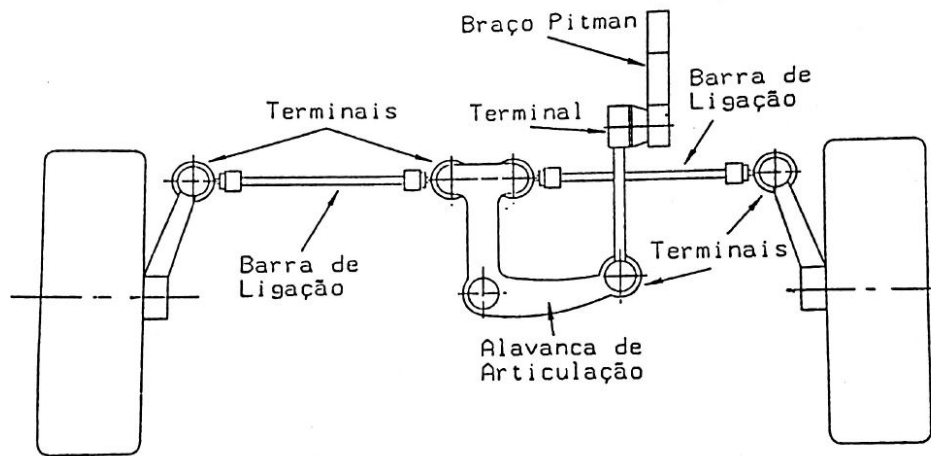
O barramento em paralelogramo (Figura 22) é usado na maioria dos veículos de passeio e é caracterizado por possuir três barras de ligação articuladas entre si e possuir a vantagem de livrar as possíveis interferências entre o barramento e componentes do chassi ou motor, por ter uma barra central dobrada que pode ser sólida ou tubular.

Figura 22 – Barramento em paralelogramo sólido



Fonte: Esposito Neto, 2000

Um outro tipo de barramento é o do tipo central, que é muito utilizado em veículos com tração total e caracteriza-se por possuir uma barra central em formato de “L” a qual possui a vantagem de livrar as interferências, mas por outro lado, possui um custo mais elevado pela maior quantidade de peças em sua composição (Figura 23) (ESPOSITO NETO, 2000).

Figura 23 – Barramento central

Fonte: Esposito Neto, 2000

A indústria automotiva evolui cada dia mais e a automação veicular também. A SAE (*Society of American Engineers*) americana criou uma escala, reconhecida internacionalmente, de cinco níveis de automação (CALMON, 2017).

O primeiro nível é aquele que possui alguns controles capazes de ajudar o condutor em atividades simples como o controle de velocidade e de estabilidade. O segundo nível já conta com sensores e radares e permite que o sistema realize algumas funções por conta própria, mas o motorista ainda precisa atuar. No terceiro nível a direção autônoma já aparece onde o veículo é conduzido pelo sistema com algumas intervenções do motorista. Em 2019 a Alemanha irá rever suas leis de trânsito para a implementação do terceiro nível de automação, contanto que os veículos possuam uma espécie de caixa preta para registro do histórico dos possíveis acidentes. Para os veículos considerados autônomos será permitido o uso de aparelhos eletrônicos como celulares e computadores portáteis pelos condutores. O quarto nível já permite a direção sem intervenção humana, porém a tecnologia ainda precisa ser desenvolvida, as rodovias devem estar em boas condições e os custos precisam ser compatíveis com o mercado. Segundo Calmon (2017) esta tecnologia ainda levará de cinco a dez anos para ser implantada. O nível cinco da escala prevê a ausência completa do motorista o que, em termos tecnológicos, ainda é uma utopia.

3.3.4.2 Etapas da demonstração da solução

A demonstração deu-se em cinco etapas, sendo a primeira chamada de fase preliminar onde os requisitos do produto foram definidos e priorizados. Na sequência foram aplicados 4

sprints, sendo três chamados de *Sprint* de desenvolvimento e o último de *Sprint* final de consolidação e avaliação.

3.3.5 Avaliação da Solução

A avaliação do artefato é a quinta etapa do *Design Science Research* e tem o objetivo de verificar a confiabilidade do método, bem como a sua aplicabilidade. (DRESCH, LACERDA, ANTUNES JÚNIOR, 2016, p.100).

Dresch et al (2015, p.96) lista as cinco formas de avaliação propostas por Hevner e. al (2004) que são:

- Observacional – Utiliza elementos de estudo de caso e tem o objetivo de verificar como o artefato se comporta em um ambiente real;
- Analítica – Uso de técnicas analíticas que tem o objetivo de verificar o desempenho do artefato e o quanto ele consegue melhorar o sistema;
- Experimental – Realizada por simulação física ou computacional, a qual visa representar um ambiente real com o objetivo de demonstrar o comportamento do artefato;
- Teste – Realizado através de testes funcionais ou estruturais com o objetivo de verificar a funcionalidade do sistema;
- Descritiva – Busca demonstrar a utilidade do artefato em contextos diferentes, utilizando argumentos da literatura e/ou construindo cenários.

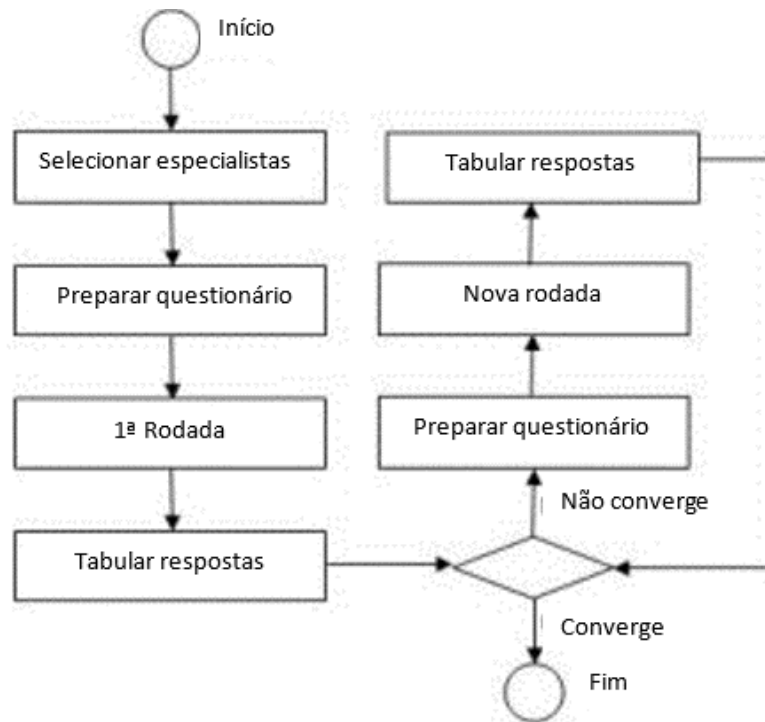
Uma outra abordagem citada por Dresch et. al (2015, p.98) é a do grupo focal. Esta técnica foi inicialmente aplicada em 1940 por Robert Merton e seus colaboradores (MUNARETTO, CORRÊA, CUNHA, 2013). A técnica consiste em um grupo de 4 a 12 participantes se reunirem sob a tutela de um moderador, que realiza questionamentos sobre o tema a ser explorado e de um observador que valida a investigação (KIND, 2008).

Já o método Delphi foi amplamente disseminado, no início dos anos 1960, com o objetivo de ouvir a opinião de especialistas em previsões tecnológicas. O método tem sido aplicado em diversas áreas como pesquisas médicas, planejamento educacional, tecnologia da informação entre outras (CUTRIM; TRISTÃO, 2010).

O método citado tem algumas características que são: i) o anonimato; ii) a interação controlada dos participantes e iii) a realimentação controlada. Para a aplicação do método os atores são os especialistas, que irão responder aos questionários e darem suas opiniões sobre os temas levantados, e um mediador responsável por preparar os formulários, tabular as respostas

e realimentar o processo. A Figura 24 apresenta de forma resumida o fluxograma do método Delphi.

Figura 24 – Fluxograma do método Delphi



Fonte: Silva, Clayton A J (2014)

Munaretto et al (2013) faz uma comparação entre a técnica do grupo focal e o método Delphi. Este último surgiu nos anos de 1948 com o objetivo de prever resultados de corridas de cavalos e nos anos de 1960 foi utilizado para aprimorar as previsões tecnológicas utilizando-se de opiniões de especialistas (CUTRIM; TRISTÃO, 2010).

Ambas as técnicas são parecidas em termos de objetivos a serem alcançados, porém divergem na forma da aplicação e nos resultados obtidos. O Quadro 4 apresenta uma adaptação do comparativo entre os métodos Delphi e Grupo Focal, realizado pelos autores Munaretto et al (2013).

Dentre as principais diferenças estão o anonimato e a possibilidade de realizar a consulta de forma online que a técnica Delphi permite. Estas foram as razões que contribuíram para a escolha dele como ferramenta para a avaliação do método proposto pelos especialistas.

Quadro 4 – Comparativo entre os métodos Delphi e Grupo Focal

Descrição	Delphi	Grupo Focal
Características principais	a) Anonimato; b) interação com retorno controlado; c) respostas estatísticas do grupo	a) Não possui anonimato; b) interação com retorno não controlado no grupo; c) respostas descritivas anotadas pelo moderador; d) técnica dos "por quês?"; e) confrontação face a face
Planejamento	Questionários ou roteiros de entrevistas intensivos intercalados	De três a cinco questões de orientação que guiarão as sessões
Instrumento de pesquisa	Estruturado	Semiestruturado
Aplicação dos questionários	Dois ou mais vezes, até que o consenso ou quase consenso seja obtivo	O número de sessões varia de acordo com a necessidade da pesquisa e com os assuntos a serem abordados
Amostra	Não há consenso sobre a quantidade - 9 a 15 especialistas	Não há consenso sobre a quantidade - 4 a 12 participantes
Condução da pesquisa	Um moderador responsável pela elaboração e análise dos questionários	Um moderador para condução dos debates e um observador para validar a investigação
Coleta de dados	Correio, e-mail, possibilidade de realização através de sites na Web (web Delphi) protegidos por senha	Dinâmica de grupo, gravação das sessões, meio eletrônico (grupo focal eletrônico)
Operacionalização	Não faz confrontação face a face entre os participantes	inúmeras ideias dos participantes e confrontação de opiniões

Fonte: Adaptado de Munaretto et. al (2013)

A etapa de Avaliação da Solução teve o objetivo de observar se o método funcionou bem. Para tal foram realizados dois tipos de avaliação, uma com os respondentes em todas as fases da pesquisa, e outra, ao final, com um grupo de especialistas utilizando o método Delphi.

Segundo Hevner (2004) as avaliações aplicadas nesta pesquisa são do tipo observacional.

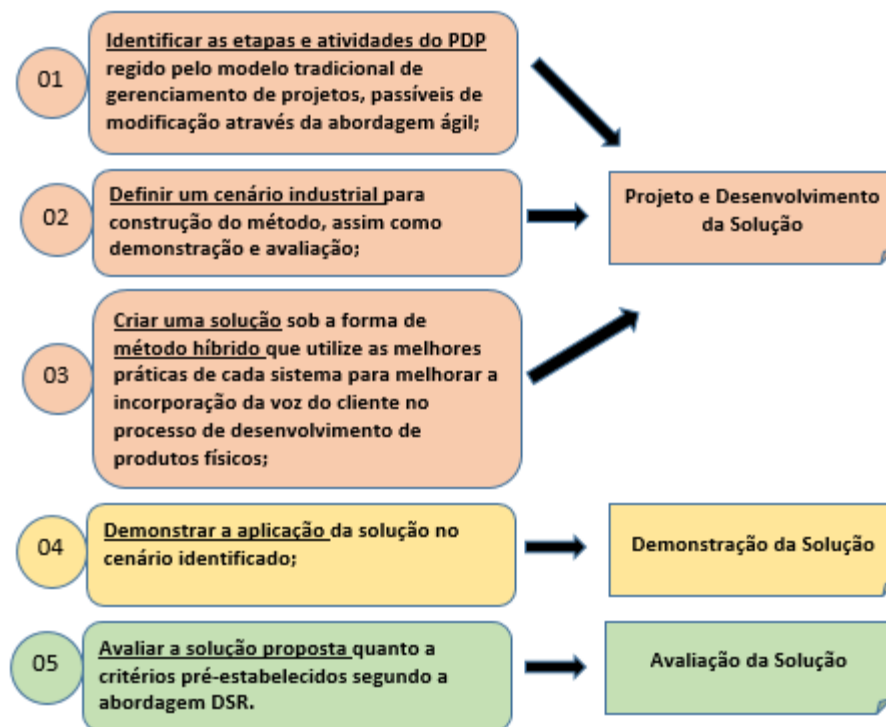
3.3.6 Comunicação dos Resultados

A etapa de comunicação dos resultados consiste em apresentar e publicar as análises e principais resultados obtidos na pesquisa. Esta comunicação se dará com a publicação de um artigo científico.

Como o método foi aplicado numa prova de conceito da indústria automotiva, pretende-se, com a divulgação, a ampliação do seu uso num contexto real de desenvolvimento de produto, podendo até ser eleito um produto de um outro tipo de indústria.

A Figura 25 correlaciona os objetivos específicos apresentados na seção 1.1.2 com as etapas da metodologia DSR aqui apresentadas.

Figura 25 – Procedimento metodológico



Fonte: A autora

3.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Esta pesquisa, apesar de ter seguido todas as etapas do DSR, possui algumas limitações. Na etapa de demonstração foi realizada uma prova de conceito de uma direção veicular utilizando um projeto fictício (não foi realizado um projeto aplicado numa indústria) e no papel de clientes foram consultadas pessoas do convívio da pesquisadora, como colegas de profissão (professores, engenheiros), alunos de curso superior, parentes e amigos, o que torna o público limitado e não representativo de uma realidade mais ampla.

Ainda na demonstração, a direção veicular projetada foi considerada como um item isolado, não levando em consideração as interferências com a carroceria e suspensão veicular, o que, se fossem levados em conta, poderia ter alterado o projeto.

A próxima seção apresenta a avaliação e a análise dos resultados obtidos nesta pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo tem o objetivo de apresentar os resultados obtidos na pesquisa seguindo as etapas do DSR descritas na seção anterior, apresentando as entregas de cada etapa. Apresentando, finalmente, a análise dos resultados.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E MOTIVAÇÃO

A identificação do problema foi realizada através de um levantamento bibliográfico e o memo contou com um portfólio final de 39 artigos, onde estes foram lidos na íntegra e as oportunidades de pesquisa foram identificadas. Dentre estas, destacaram-se: i) estudo comparativo entre equipes colocadas e a distância; ii) aplicação do modelo híbrido num projeto piloto; iii) investigação do principal fator de sucesso do Gerenciamento Ágil aplicado a um modelo híbrido e iv) participação ativa do cliente durante os sprints, identificando os requisitos do produto. O levantamento bibliográfico detalhado encontra-se no Apêndice A.

Diante da pesquisa bibliográfica realizada, percebeu-se que alguns autores realizaram estudos de caso relacionados ao modelo híbrido de desenvolvimento de produto com bons resultados, porém por tratar-se de estudo de caso os resultados foram empíricos, o que leva a necessidade de realizar mais pesquisas relacionadas ao tema.

Para respaldar os resultados positivos e empíricos obtidos nos estudos de caso anteriores, foram escolhidas, para esta pesquisa, as oportunidades de aplicação do modelo híbrido num projeto piloto, em conjunto com a oportunidade da participação ativa do cliente durante os sprints, identificando os requisitos do produto.

Escolheu-se como produto de aplicação uma direção veicular isolada, ou seja, sem levar em consideração as interferências sofridas pelos demais componentes veiculares, no entanto, o método poderia ser aplicado para qualquer produto físico. A aplicação deu-se como prova de conceito de um projeto fictício.

Dessa forma, nessa etapa atingiu-se o objetivo específico de definir o cenário industrial para construção do método ao identificar o contexto da indústria automotiva para a sua aplicação.

4.2 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS DA SOLUÇÃO

O primeiro objetivo específico busca identificar no PDP tradicional as etapas e atividades passíveis de serem modificadas através do Gerenciamento Ágil. Através de estudo de algumas abordagens tradicionais, tais como os modelos propostos por Rozenfeld et.al

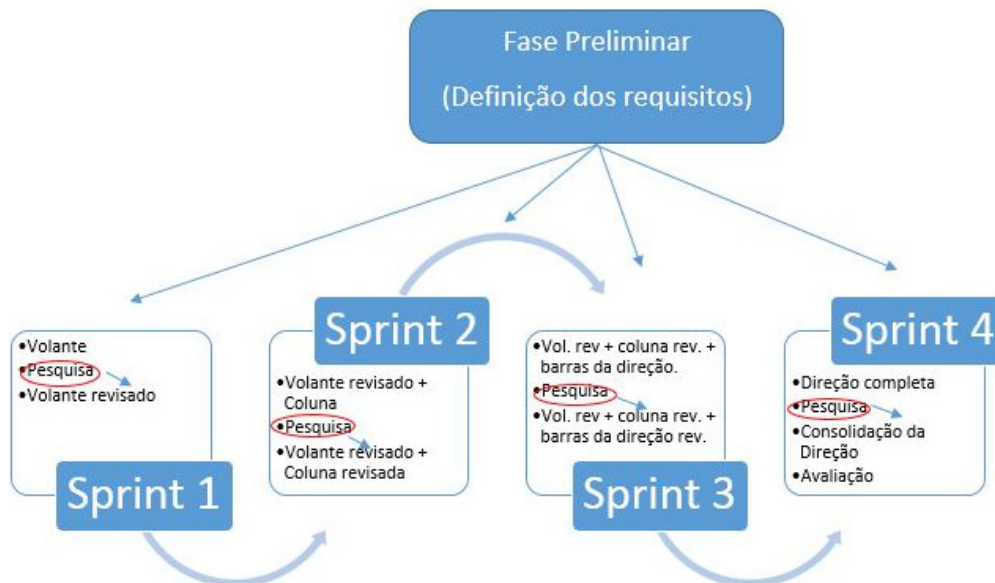
(2006), Cooper et.al (2008) e APQP (CHRYSLER; FORD; GM, 2008), identificou-se que estes possuem algumas características em comum. Uma dessas características é a presença de etapas bem definidas, além da participação do cliente apenas no início do projeto através, geralmente, da equipe de marketing da empresa. O Gerenciamento Ágil prevê a participação do cliente em todo o desenvolvimento do produto como um stakeholder, ou seja, fazendo parte diretamente do projeto.

O segundo objetivo específico prevê a definição de um cenário industrial e para esta pesquisa foi definida a indústria automotiva como cenário, apesar da aplicação do método ter sido uma prova de conceito de um projeto fictício.

4.3 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO

Após a definição dos objetivos da solução partiu-se para a construção da solução proposta. Para isso, um método composto por cinco etapas foi proposto (Figura 26).

Figura 26 – Etapas do método proposto



Fonte: A autora

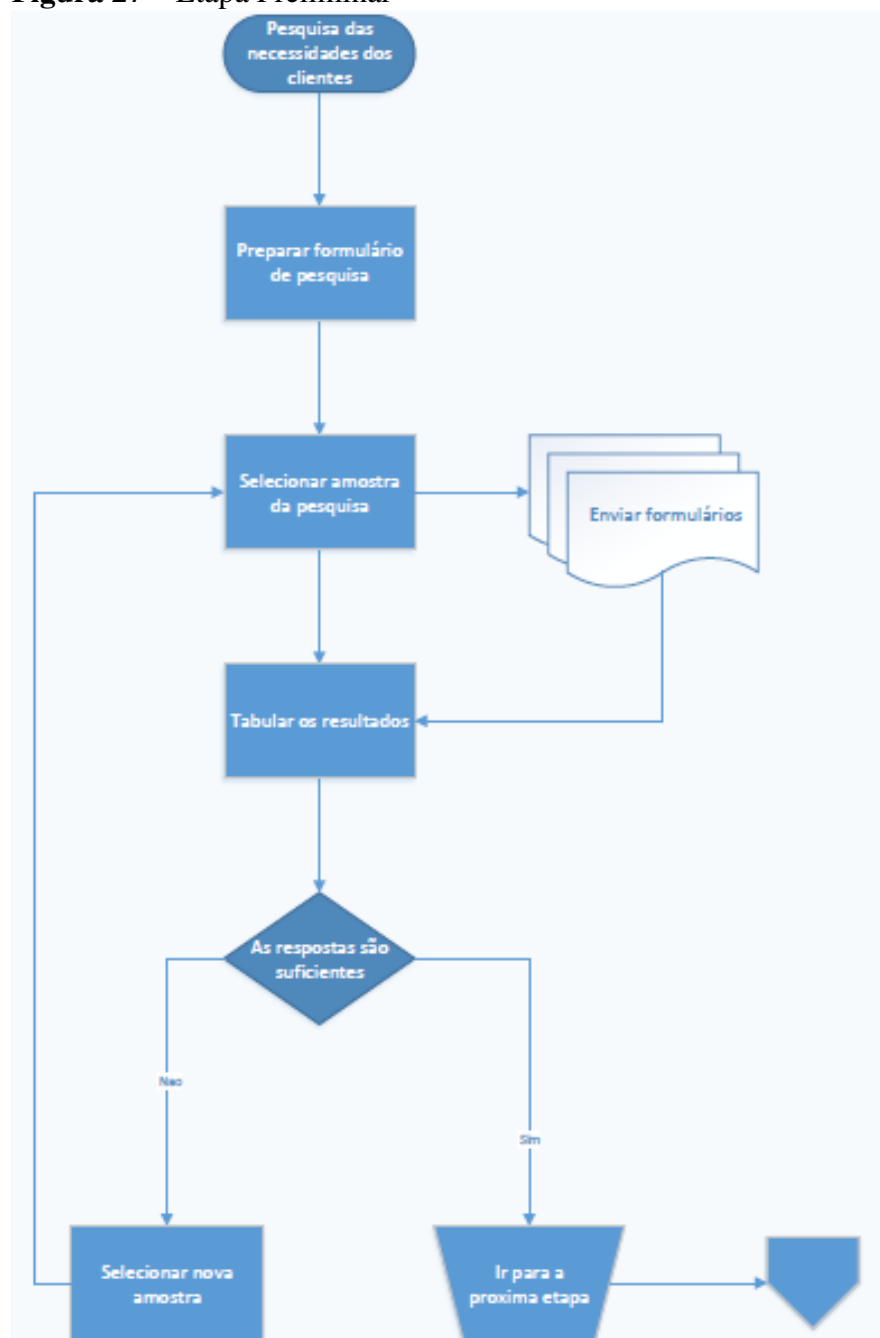
A subseção seguinte apresenta a primeira etapa do método, chamada de Fase Preliminar.

4.3.1 Fase Preliminar

A primeira etapa do método foi chamada de Fase Preliminar. Essa etapa teve o objetivo de levantar os requisitos do produto baseando-se na identificação das necessidades e desejos dos clientes.

Primeiramente, buscou-se identificar as necessidades e desejos do cliente através de vários meios como internet, livros, sites de empresas, conhecimentos prévios da pesquisadora, entre outras. Após este levantamento foi escolhido um grupo de especialistas para que os dados que foram recolhidos fossem validados. Para isso, foi preparado um formulário de pesquisa contendo os parâmetros a serem utilizados como base para as etapas posteriores. O formulário, por sua vez, foi aplicado ao grupo selecionado. Os resultados obtidos nesta etapa foram tabulados e serviram como base para alimentar as etapas subsequentes. A Figura 27 apresenta um fluxograma da Etapa Preliminar.

Figura 27 – Etapa Preliminar



Fonte: A autora.

As próximas subseções apresentam as etapas subsequentes, divididas em uma subseção das etapas de desenvolvimento (*Sprints* 1, 2 e 3) e uma subseção com a última etapa (*Sprint* 4).

4.3.2 *Sprints* Intermediários - Desenvolvimento

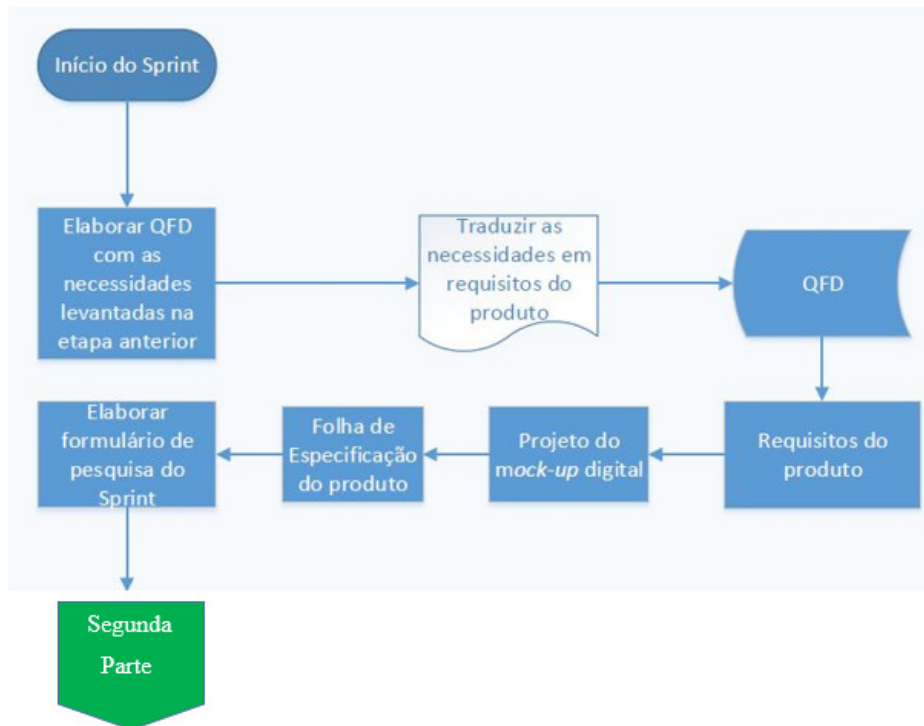
Com os resultados obtidos na fase preliminar, parte-se para as etapas de desenvolvimento do produto, composta por três etapas nomeadas como *Sprints* que serão aplicadas de forma sequencial e iterativa, ou seja, à medida que os requisitos vão ficando mais complexos os *Sprints* vão sendo aplicados.

Em cada *Sprint* uma parte da direção veicular é desenvolvida com a participação do cliente. Os requisitos do produto são levantados, os *mock-ups* desenvolvidos, esses resultados são apresentados aos usuários através de questionários virtuais elaborados com a ajuda da ferramenta do *Google Forms* e os resultados são tabulados e os requisitos revisados de acordo com a opinião dos clientes. Os três *sprints* são compostos por estas mesmas etapas.

A direção veicular, produto escolhido para demonstração do método, foi dividida em três partes, com aumento sequencial de complexidade. As partes consideradas foram: *i)* volante; *ii)* direção e *iii)* dirigibilidade, sendo cada uma delas representadas nos *Sprints* 1, 2 e 3 respectivamente.

A primeira parte do *Sprint* mostra como o processo deve ser realizado para definir os requisitos que serão questionados aos possíveis clientes e/ou usuários. A Figura 28 mostra a primeira parte do *Sprint* que será detalhada na sequência.

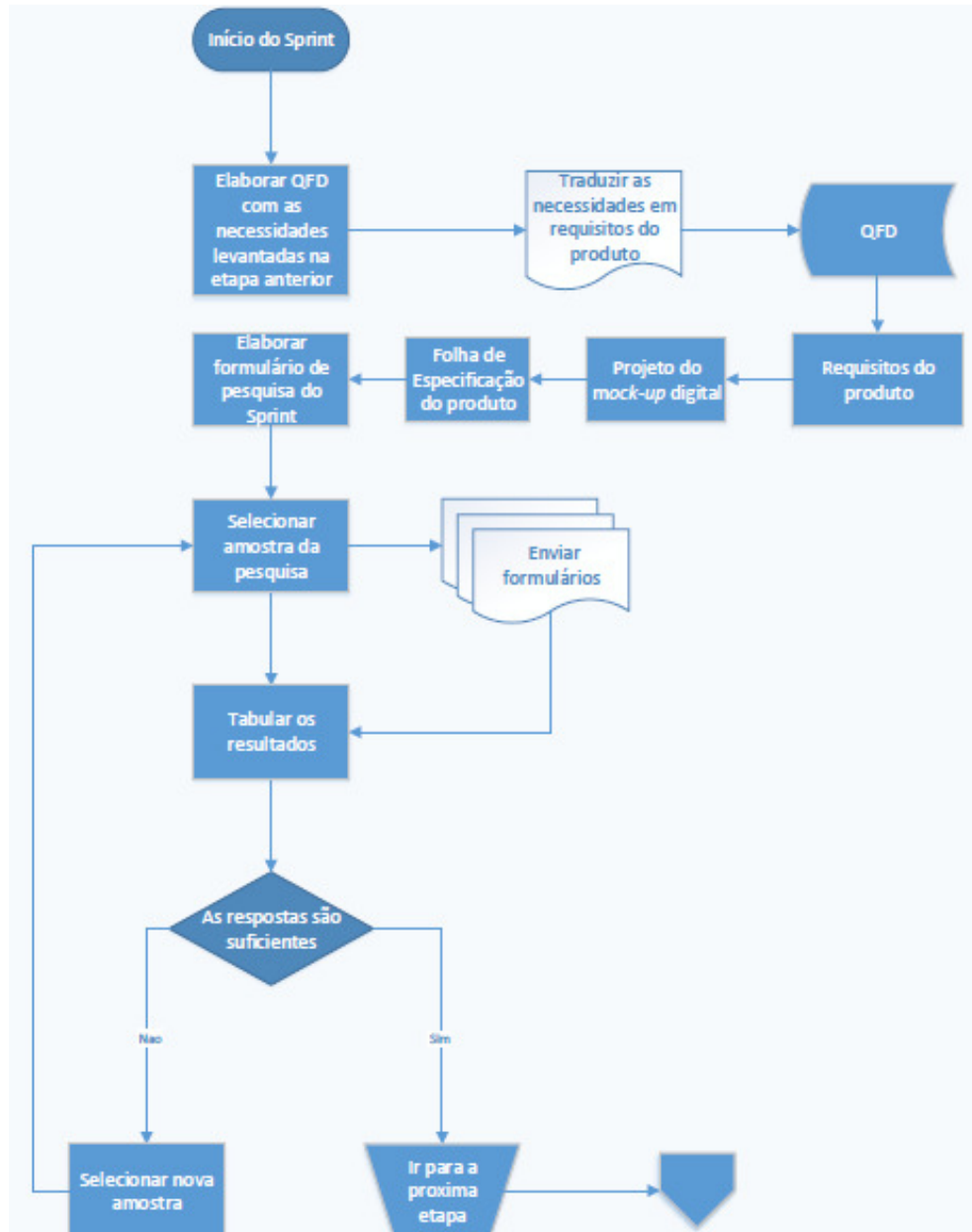
Figura 28 – *Sprints* 1 a 3 – Parte I



Fonte: A autora

O fluxograma completo, que representa o método dos *sprints* de desenvolvimento, está apresentado na Figura 29.

Figura 29 – *Sprints* 1 a 3 – fluxograma completo



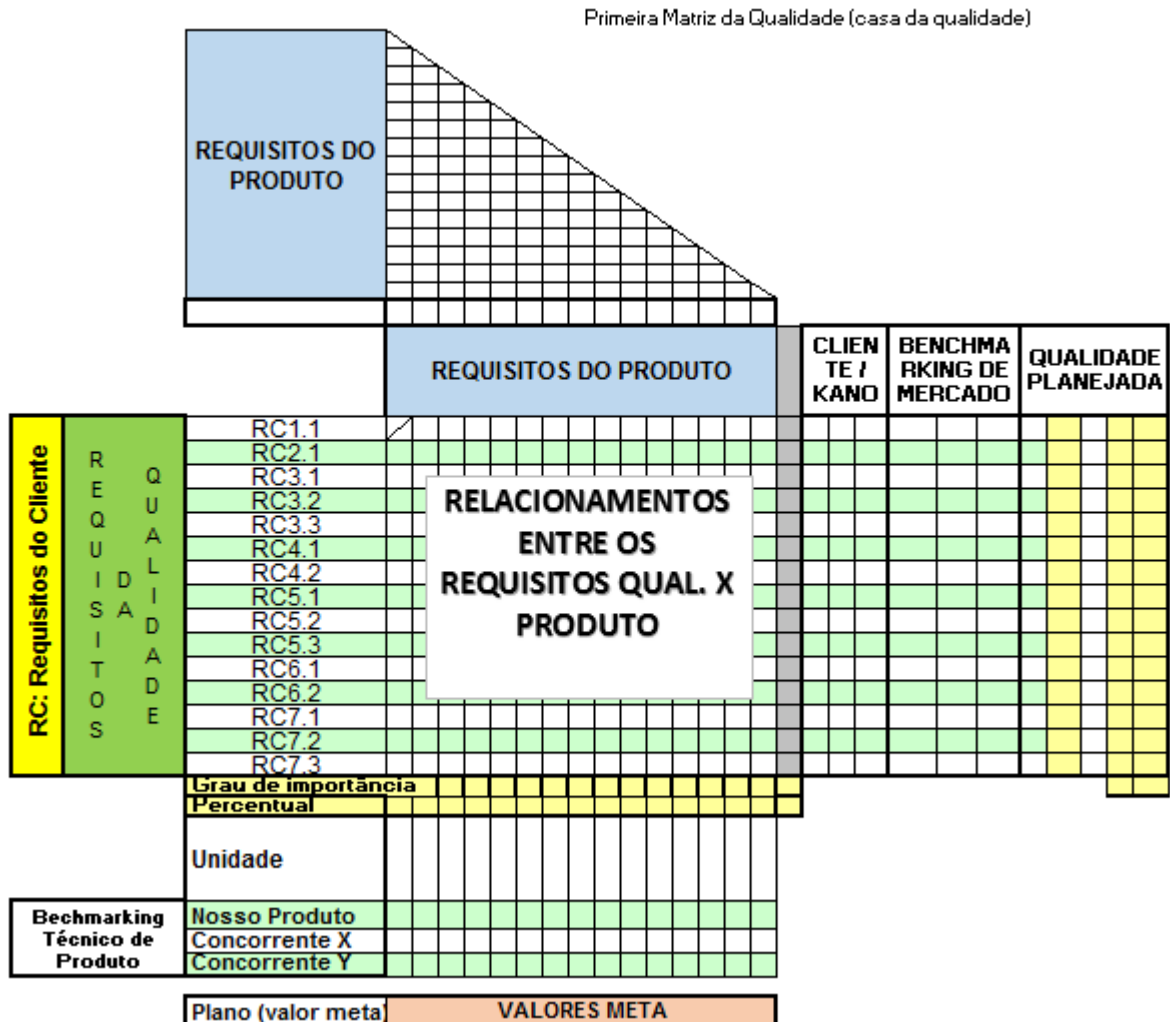
Fonte: A autora.

Na etapa preliminar os requisitos dos clientes foram levantados e estes foram usados como ponto de partida nos três *sprints* seguintes.

Para chegar-se aos requisitos de produto partiu-se dos resultados obtidos na etapa preliminar e as características da qualidade foram organizadas, então as características técnicas foram correlacionadas com as necessidades do cliente. Após esta ação as características da qualidade foram priorizadas e então foi realizada uma comparação com a concorrência (esta etapa foi realizada apenas no *Sprint* 1 – Volantes). Ao final foram definidos os valores-meta para as características dos requisitos do produto.

Foi utilizada uma planilha padrão do Excel® para a construção da matriz casa da qualidade. Esta planilha está mostrada na Figura 30.

Figura 30 – Primeira matriz da qualidade - casa da qualidade do QFD



Fonte: Adaptada de Portal de Conhecimentos

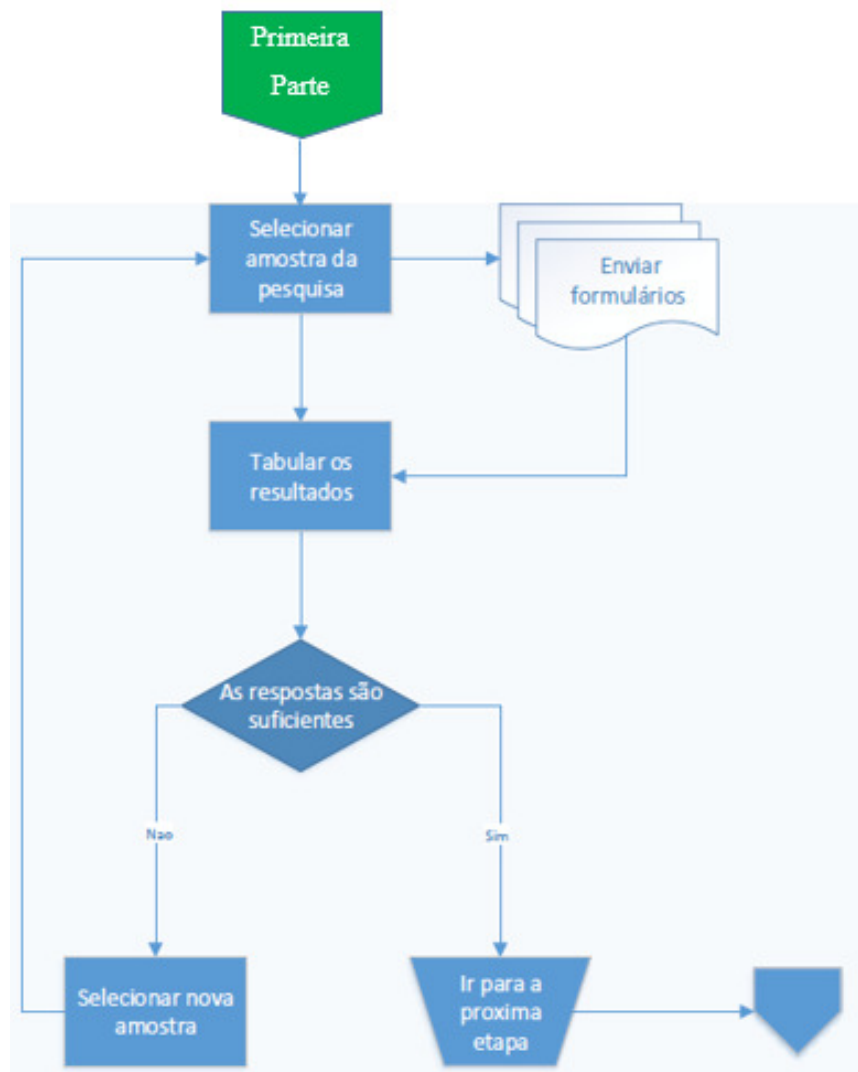
Tendo os requisitos de produto categorizados e classificados partiu-se para o projeto dos *mock-ups* digitais, que foram executados com o auxílio do software *Solidworks*®, que é uma ferramenta de CAD 3D (*Computer-Aided Design*) compatível com o sistema *Windows*® e comercializada pela empresa *Dassault Systèmes*. Após o projeto pronto, partiu-se para a elaboração das folhas de especificação onde constam o projeto e as características do produto tabuladas.

Até esse ponto do desenvolvimento, o cliente participou de forma indireta, como acontece no desenvolvimento de produto tradicional.

Para que o cliente participe do processo de desenvolvimento de forma ativa, foram elaborados formulários de pesquisa onde os requisitos de produto foram questionados aos clientes de forma a assegurar a satisfação dos mesmos.

Na Figura 31 está apresentada a segunda parte do fluxograma dos *Sprints* 1, 2 e 3.

Figura 31 – *Sprints* 1 a 3 – Parte II



Fonte: A autora.

Para a aplicação do formulário de pesquisa deve-se escolher uma amostra de respondentes (possíveis clientes) e determinar uma quantidade ideal de respondentes.

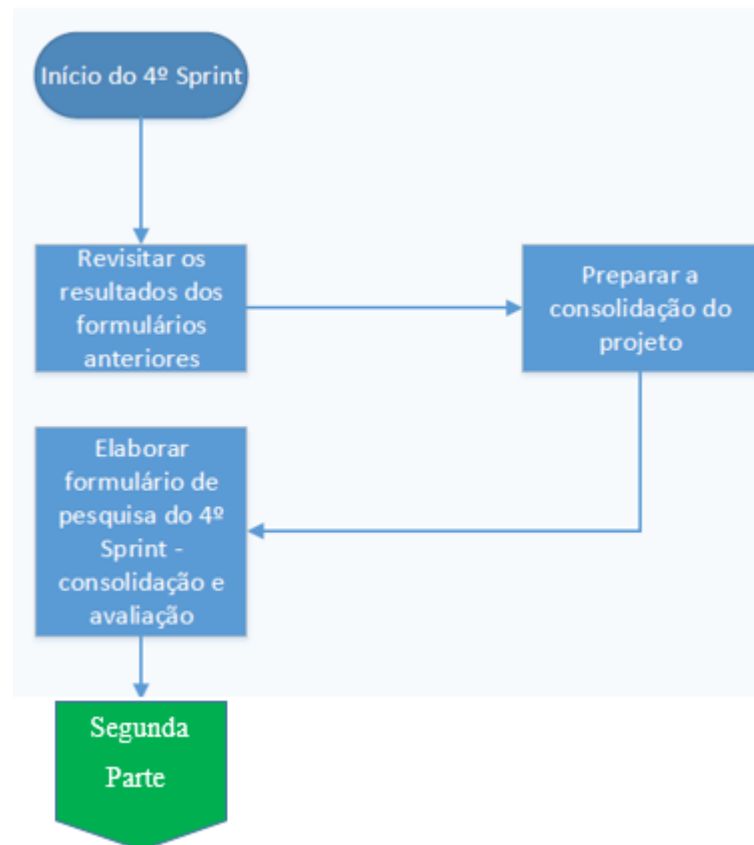
Como a presente pesquisa foi do tipo prova de conceito o grupo escolhido foi formado por pessoas mais próximas da pesquisadora, a saber: alunos, colegas professores, familiares e participantes das redes sociais. Foi estipulado como aceitável o retorno de 50 (cinquenta)

formulários por *Sprint*. Caso o número de respostas fosse insuficiente seriam escolhidas novas pessoas para responder os formulários até atingir a meta de respondentes estipulada.

4.3.3 *Sprint* Final – Consolidação e Avaliação

O quarto e último *Sprint* foi elaborado com o intuito de realizar a consolidação e a avaliação do projeto pelos respondentes, garantindo assim que, durante os *Sprints* precedentes as perguntas foram respondidas de forma consciente e que os dados apresentados foram suficientes para o entendimento dos usuários.

Figura 32 – *Sprint* 4 – Parte I



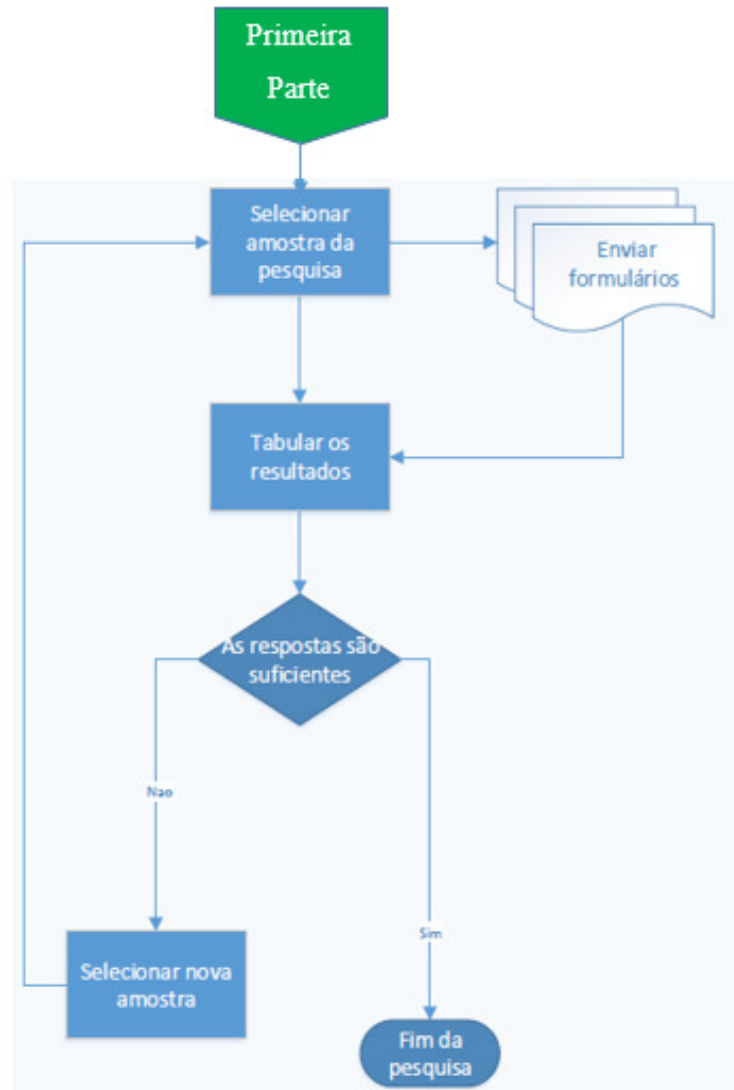
Fonte: A autora.

A Figura 32 mostra os passos da primeira parte do *Sprint* 4 que são: i) revisar os formulários das etapas anteriores para consolidar as respostas obtidas neles; e, ii) elaborar novos formulários com a consolidação do projeto. Após a consolidação o formulário apresenta uma seção de avaliação onde os respondentes podem manifestar suas impressões quanto a qualidade

dos *mock-ups* apresentados, quanto a participação na pesquisa e podem deixar suas opiniões pessoais.

Na segunda parte do fluxograma (Figura 33) está a seleção da amostra e distribuição dos formulários, que seguiu o mesmo procedimento dos *Sprints* intermediários apresentado na seção 4.3.2 anterior.

Figura 33 – *Sprint 4* – Parte II



Fonte: A autora.

A próxima subseção apresenta a demonstração da solução, que consiste num projeto de uma direção veicular aplicado no contexto da indústria automotiva

4.4 DEMONSTRAÇÃO DA SOLUÇÃO

Para a aplicação do método foi escolhido o projeto de uma direção veicular e a mesma foi seccionada em três partes, a saber: i) volante; ii) direção e iii) dirigibilidade. O critério utilizado para a referida divisão foi a complexidade dos requisitos indo do mais simples (volante) ao mais complexo (dirigibilidade).

Na sequência, serão apresentadas as etapas descritas na seção 3.3.4.2 com a demonstração da solução em cada uma delas.

4.4.1 Demonstração da Etapa Preliminar

A primeira ação da etapa preliminar foi levantar os possíveis requisitos dos clientes e para isto foram utilizadas fontes de Internet e conhecimentos prévios da pesquisadora. Com estes dados foram elaborados formulários de pesquisa conforme modelo do volante mostrado na Figura 34.

Figura 34 – Formulário da etapa preliminar referente aos requisitos de cliente do volante

QUESTÕES		RESPOSTAS				
		CT	CP	NS	DP	DT
1	A aparência do volante é uma característica importante					
2	Gostaria que a cor do volante acompanhasse a cor do veículo					
3	O tamanho do volante influencia na dirigibilidade do veículo					
4	Prefiro um volante esportivo para dirigir meu veículo					
5	Prefiro um volante clássico					
6	Gostaria de um volante com design futurista					
7	É importante poder controlar o som através de comandos no volante					
8	É importante que a altura do volante possa ser controlada					
9	Prefiro o controle de altura manual					
10	Prefiro o controle de altura automático					

Fonte: A autora.

Além dos requisitos do volante, foram levantados requisitos da direção e da dirigibilidade.

Os formulários foram enviados para especialistas da indústria automotiva e foram retornados 15 questionários respondidos. O Quadro 5 apresenta os resultados das respostas dos questionários e o Quadro 6 a legenda com o significado das cores mostradas na coluna “Nota”.

Quadro 5 – Resultados da etapa preliminar

PERGUNTAS		NOTA
1	VOLANTE	
1.1	A aparência do volante é uma característica importante	3,53
1.2	Gostaria que a cor do volante acompanhasse a cor do veículo	1,47
1.3	O tamanho do volante influencia na dirigibilidade do veículo	4,40
1.4	Prefiro um volante esportivo para dirigir meu veículo	2,93
1.5	Prefiro um volante clássico	2,93
1.6	Gostaria de um volante com design futurista	2,07
1.7	É importante poder controlar o som através de comandos no volante	4,13
1.8	É importante que a altura do volante possa ser controlada	4,53
1.9	Prefiro o controle de altura manual	3,53
1.10	Prefiro o controle de altura automático	3,20
2	DIREÇÃO	
2.1	A coluna de direção deve ser bonita	2,13
2.2	A coluna de direção deve ser segura	5,00
2.3	A coluna de direção deve ser de fácil acesso em caso de manutenção	3,73
2.4	A posição da coluna de direção deve ser ajustável	4,07
3	DIRIGIBILIDADE	
3.1	A direção deve ser leve	4,13
3.2	A facilidade de realizar o esterçamento da direção é importante	4,67
3.3	O esterçamento da direção deve ser fácil	4,40
3.4	O alinhamento do veículo é importante	5,00
3.5	A estabilidade da direção é importante	5,00

Fonte: A autora.

Quadro 6 – Legenda do quadro dos resultados da fase preliminar

LEGENDA	
1 - 1,99	DISCORDO TOTALMENTE
2 - 2,99	DISCORDO PARCIALENTE
3 - 3,99	NÃO SEI RESPONDER
4 - 4,99	CONCORDO PARCIALEMENTE
5	CONCORDO TOTALMENTE

Fonte: A autora.

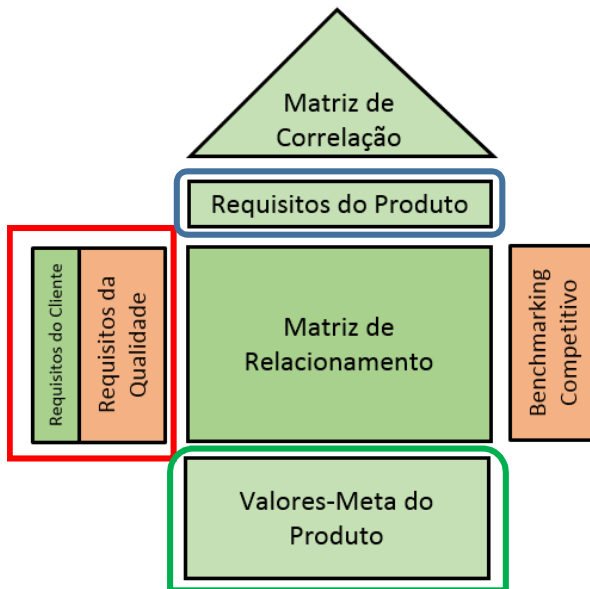
Os formulários foram elaborados utilizando a escala Likert, realizada a soma e a média simples dos resultados. Os dados com notas 3, 4 e 5 foram considerados relevantes e utilizados nos questionamentos. Os dados com nota 1 foram descartados e os com nota 2 foram considerados dúbios e utilizados para decisão dos clientes. Um desses dados dúbios foi o tipo do volante (clássico, esportivo ou futurista). Estes dados coletados serviram como ponto de partida para a execução dos *Sprints* de desenvolvimento, detalhados na sequência.

4.4.2 Demonstração do Primeiro *Sprint* de Desenvolvimento (*Sprint 1* – volante)

Os dados coletados na etapa preliminar, referentes ao projeto do volante, foram utilizados como dados de entrada para a elaboração da casa da qualidade do QFD do primeiro

Sprint. A Figura 35 mostra um modelo a casa da qualidade do primeiro *Sprint*, que será detalhada na sequência.

Figura 35 – Casa da qualidade completa – *Sprint* 1



Fonte: A Autora.

No lado esquerdo da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, destacado com um retângulo vermelho foram introduzidos os requisitos do cliente e traduzidos para os requisitos da qualidade. Conforme detalhado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, para o requisito do cliente “Ter Boa Aparência”, uma “cor que agrade ao cliente” é um requisito de qualidade do produto.

Figura 36 – Casa da qualidade detalhe – requisitos do cliente – *Sprint* 1

RC: Requisitos do Cliente	Ter Boa Aparência	Estilo
		Cor que agrade o cliente
	Ser Fácil de Usar	Material da Parte central adequado
		Ser sofisticado
		Material de Revestimento Adequado
		Controles acessíveis no volante
		Conforto
		Revestimento do aro antideslizante
		Possibilidade de Regulagem
		Fabricado de Material Leve
Material atérmico		
Ter Tamanho Adequado	Ser Seguro	
	Dimensões	

Fonte: A autora.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, mostra o destaque com um retângulo de bordas arredondadas azul da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, e estão detalhados os requisitos do produto. Nesta fase os requisitos de qualidade foram traduzidos para os requisitos de produto. Por exemplo, para o requisito do cliente “ter boa aparência” e o requisito da qualidade “cor que agrade ao cliente” foi traduzida como requisito de produto a “cor do aro do volante” e a “cor da parte central do volante”.

Figura 37 – Casa da qualidade detalhe – requisitos do produto – *Sprint 1*

Aparência		Materiais								Acessórios					Dimensões				
Design diferenciado	Cor do volante	Interior do Volante				Aro do Volante				Controle do Som	Regulagem de altura	Regulagem da Profundidade	Controle do Computador de Bordo	Controle dos Retrovisores	Air Bag embuído	Ranhuradas antideslizantes	Diâmetro	Espessura	Profundidade
	Cor da Parte Central	Alumínio	Polipropileno Expandido	Couro Natural	Couro Ecológico	Madeira	Revestimento Emborrachado	Polímero de Alta Performance											
	Aço Inox																		

Fonte: A autora.

A última parte em destaque na casa da qualidade (em verde) é o resultado da tradução dos requisitos em valores-meta do produto. Como foram projetados três tipos de volante os dados apresentados estão separados por tipo de volante. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o destaque mencionado. No exemplo citado anteriormente, para o requisito “cor do volante” foram definidos valores-meta de preto, da mesma cor do volante ou bicolor para o aro do volante.

Figura 38 – Casa da qualidade detalhe – valores-meta do produto – *Sprint 1*

Especificações do Produto	Unidade	s/n	(1) preto / (2) cor do volante / (3) bicolor / 131-002-96- volante / (2) bicolor		(1) PP Exp / (2) Alumínio / (3) Aço Inox	(1) Rev Emb. / (2) Couro Eco / (3) Couro Nat / (4) Madeira / (5) Pol. Alta Perf.					s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	s/n	cm	cm	cm	
			1	2		1	2	3	1	1										1
Nosso Produto (Op 1) Esportivo		1	1	2	2	5	0	1	1	0	0	0	0	1	36	7	12			
Nosso Produto (Op 2) Futurista		1	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	37	7	12			
Nosso Produto (Op 3) Clássico		0	1	2	01 / 02	1	1	1	1	0	0	1	1	40	7	12				

Fonte: A autora.

Com os requisitos de produto definidos, partiu-se para o projeto dos *mock-up* digitais do volante. Como nos resultados da etapa preliminar houve uma incerteza quanto o tipo e modelo do volante então foram elaborados três modelos para submetê-los à escolha dos clientes. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra os três modelos, que da esquerda para a direita foram chamados de: volante clássico, volante esportivo e volante futurista.

Figura 39 – *Mock-up* digital – Volantes – *Sprint 1*



Fonte: A autora.

O próximo passo foi a elaboração das folhas de especificação de cada volante, contendo o *mock-up* digital e os requisitos de produto para cada um deles. A Figura 41 apresenta a folha de especificação do volante esportivo, a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e a Figura 43 mostram o volante clássico e futurista, respectivamente.

Na sequência, foi elaborado um formulário de pesquisa, utilizando a plataforma *Google Forms*, contendo os questionamentos quanto às características do produto. O formulário completo está no Apêndice B. Na Figura 40 tem-se, como exemplo, uma questão do formulário.

Figura 40 – Formulário – exemplo de pergunta – *Sprint 1*

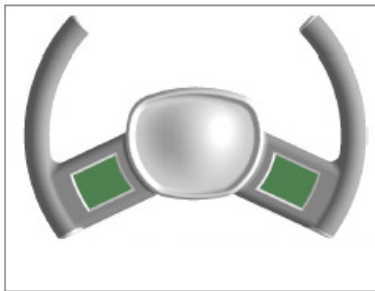
16. Dos três modelos apresentados qual o que mais te agrada? *
Marcar apenas uma oval.



Volante Clássico



Volante Esportivo



Volante Futurista

Fonte: A autora

Figura 41 – Folha de especificação – volante esportivo – *Sprint 1*

Folha de Especificação do Produto



Características do Produto		Especificação do Produto
Tipo do Volante		Esportivo
Nome Comercial		A definir (pesquisa)
Cor do Volante		Preto
Cor da parte central		Bicolor (Azul e Prata)
Materiais	Aro	Polipropileno de Alta Performance c/ ranhuras antideslizantes
	Centro	Alumínio
Controles no Volante	Som	Não
	Comp. De Bordo	Não
	Retrovisores	Não
Regulagens	Altura	Sim
	Profundidade	Sim
Air Bag Embutido		Não
Dimensões	Diâmetro	36 cm
	Espessura	7 cm
	Profundidade	12 cm

Fonte: A autora.

Figura 42 – Folha de especificação – volante clássico – *Sprint 1*

Folha de Especificação do Produto

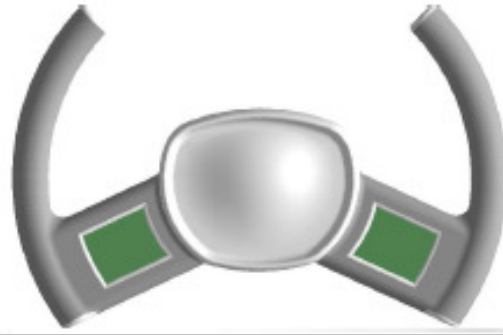


Características do Produto		Especificação do Produto
Tipo do Volante		Clássico
Nome Comercial		A definir (pesquisa)
Cor do Volante		Preto
Cor da parte central		Vermelho e prata
Materiais	Aro	Revestimento emborrachado c/ ranhuras antideslizantes
	Centro	Polipropileno expandido e Alumínio
Controles no Volante	Som	Sim
	Comp. De Bordo	Não
	Retrovisores	Não
Regulagens	Altura	Sim
	Profundidade	Sim
Air Bag Embutido		Sim
Dimensões	Diâmetro	40 cm
	Espessura	7 cm
	Profundidade	12 cm

Fonte: A autora

Figura 43 – Folha de especificação – volante futurista – *Sprint 1*

Folha de Especificação do Produto



Características do Produto		Especificação do Produto
Tipo do Volante		Futurista
Nome Comercial		A definir (pesquisa)
Cor do Volante		Da Cor do veículo (a imagem é apenas ilustrativa)
Cor da parte central		Da Cor do veículo (a imagem é apenas ilustrativa)
Materiais	Aro	Couro Ecológico c/ ranhuras antideslizantes
	Centro	Aço Inox
Controles no Volante	Som	Sim (c/ touch screen)
	Comp. De Bordo	Sim (c/ touch screen)
	Retrovisores	Sim (c/ touch screen)
Regulagens	Altura	Sim
	Profundidade	Sim
Air Bag Embutido		Sim
Dimensões	Diâmetro	37 cm
	Espessura	8 cm
	Profundidade	10 cm

Fonte: A autora.

Os formulários foram distribuídos para, aproximadamente, 500 pessoas e ficou disponível por sete dias para as pessoas responderem. Nesta etapa obteve-se 147 formulários respondidos. As respostas foram tratadas e tabuladas.

Os resultados desta etapa resultaram em alterações dos requisitos do produto e a folha de especificação foi revisada (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) onde os itens marcados em amarelo foram aqueles modificados de acordo com os resultados da pesquisa com os clientes.

Figura 44 – Folha de especificação revisada – *Sprint 1*

Folha de Especificação do Produto



- ①- Vira à esquerda (seta)
- ②- Vira à direita (seta)
- ③- Baixar o volume do rádio
- ④- Desligar o som do rádio (mudo)
- ⑤- Atender o telefone
- ⑥- Desligar o telefone
- ⑦- Desligar o som do microfone (mudo)
- ⑧- Aumentar o volume do rádio
- ⑨- Buzina
- ⑩- Air Bag

Características do Produto		Especificação do Produto
Tipo do Volante		Esportivo
Nome Comercial		Sport SS
Cor do Volante		Preto
Cor da parte central		Preto
Materiais	Aro	Revestimento Emborrachado ou Couro Ecológico
	Centro	Polipropileno expandido e aço inox
Controles no Volante	Som	Sim
	Comp. De Bordo	Não
	Retrovisores	Não
	Limp. Parabrisa	Sim
	Seta	Sim
Tipo de Controle		Automático (por botões)

Regulagens	Altura	Sim
	Profundidade	Sim
Air Bag Embutido		Sim
Buzina Embutida		Sim
Dimensões	Diâmetro	37 cm
	Espessura	7 cm
	Profundidade	12 cm

Fonte: A autora

No *Sprint 2* o volante foi consolidado e os requisitos da direção foram analisados conforme descrito na próxima seção.

4.4.3 Demonstração do Segundo *Sprint* de Desenvolvimento (*Sprint 2* – direção)

O segundo *Sprint* seguiu o mesmo roteiro do primeiro, os requisitos de produto da fase preliminar foram utilizados como entrada para a casa da qualidade, os requisitos do cliente foram traduzidos em requisitos de produto, foram elaborados os *mock-ups* digitais, as folhas de especificação foram elaboradas, os formulários de pesquisa foram desenvolvidos e distribuídos.

No segundo *Sprint* foi consolidado o projeto do volante e foi analisada a coluna de direção quanto ao tipo e material de fabricação. Foram obtidas neste *Sprint* 117 formulários respondidos.

O projeto do volante foi apresentado outra vez para os clientes para a sua consolidação. Nesta etapa algumas modificações foram realizadas no projeto, a saber: os botões de seta foram retirados do volante e foi acrescentada uma alavanca externa ao volante. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a seguir apresenta o projeto do volante após o final do segundo *Sprint*.

Figura 45 – Volante consolidado – *Sprint 2*



- ①– Atender o telefone
- ②– Desligar o telefone
- ③– Baixar o volume do rádio
- ④– Aumentar o volume do rádio
- ⑤– Desligar o som do rádio (mudo)
- ⑥– Desligar o som do microfone (mudo)
- ⑦– Air Bag
- ⑧– Buzina

Obs: Os controles das setas foram retirados do volante e serão realizados por alavancas, que não aparecem nesta imagem.

Fonte: A autora.

Ainda em relação ao volante os parâmetros de diâmetro e espessura foram questionados no primeiro *Sprint*, mas percebeu-se que as pessoas responderam sem ter a certeza do que se tratava. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta de forma simplificada o que foi fornecido aos usuários para responder esta questão.

Figura 46 – Parâmetros de diâmetro e espessura do aro do volante – *Sprint 2*



Fonte: A autora.

Para obter um resultado mais confiável em relação aos parâmetros citados obteve-se uma impressão em prototipagem rápida (3D) do aro do volante (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e esta foi apresentada a alguns respondentes, em torno de 30, para verificar se as respostas dadas via formulário online estavam coerentes com as repostas da pesquisa presencial com um objeto em 3D.

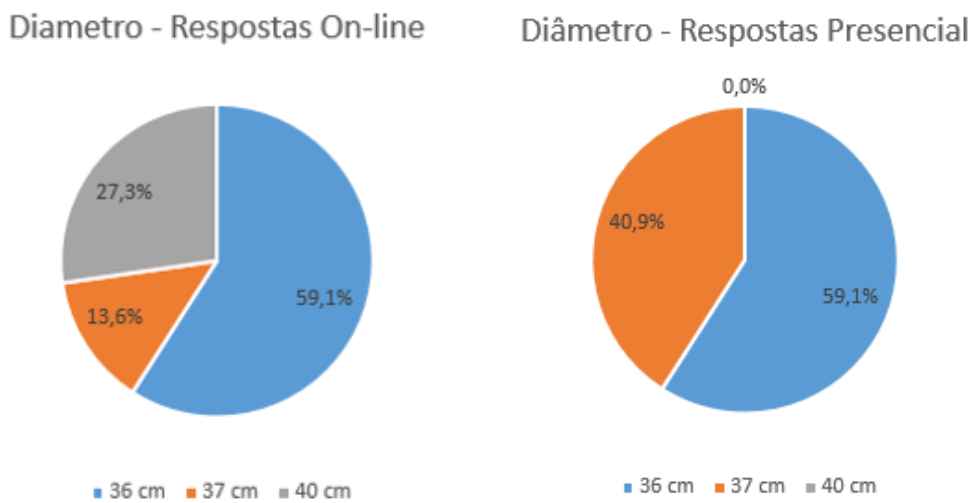
Figura 47 – Aro do volante impresso em 3D – *Sprint 2*



Fonte: A autora.

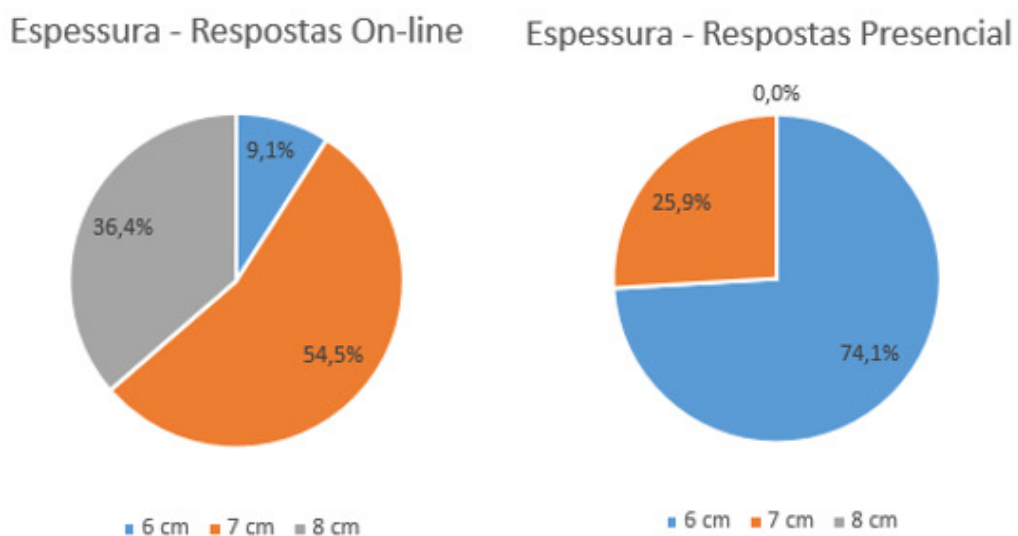
As respostas da pesquisa presencial foram parecidas com a pesquisa online, mantendo o diâmetro do volante (37 cm) e reduzindo a espessura de 7 cm (dimensão da impressão) para 6 cm (valor questionado no formulário online e no presencial). O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a comparação entre as respostas do diâmetro para as pesquisas online e presencial e o **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a comparação das respostas da espessura.

Gráfico 1 – Comparação dos resultados do diâmetro do aro do volante – *Sprint 2*



Fonte: A autora

Gráfico 2 – Comparação dos resultados da espessura do aro do volante – *Sprint 2*




Fonte: A autora.

Para os demais parâmetros analisados nesse *Sprint*, houve algumas diferenças no projeto dos *mock-ups*, pois devido a maior complexidade dos requisitos foram elaborados quadros

explicativos e comparativos para viabilizar a escolha do requisito pelo cliente. O Quadro 7 apresenta a comparação dos tipos da coluna de direção e o Quadro 8 mostra um comparativo das opções dos materiais de fabricação da mesma.

Quadro 7 – Quadro comparativo dos tipos da coluna de direção – *Sprint 2*

TIPO	DESENHO	FUNCIONAMENTO	CARACTERÍSTICAS	CUSTO
1		Ao receber um forte impacto a coluna de direção quebra em uma de suas juntas universais	Como a coluna quebra durante o impacto é necessária a sua troca após uma colisão	Inicial: \$ (baixo) Manut.: \$\$ (médio) (troca)
2		A parte inferior da coluna desengata-se da superior ao absorver o coque de uma colisão	Após uma colisão é necessária a troca apenas da junta.	Inicial: \$\$ (médio) Manut.: \$ (baixo)
3		A coluna sofre uma retração e comprime sua parte sanfonada, diminuindo o impacto	A junta sanfonada volta a condição normal após uma colisão	Inicial: \$\$ (médio) Manut.: 0

Fonte: A autora.

Quadro 8 – Quadro comparativo dos materiais da coluna de direção – *Sprint 2*

Material de Fabricação	Peso Específico médio (Mg/m ³)	Resistência a Compressão média (MPa)	Vantagens	Desvantagens
Liga de Aço	7,8	700	Boa Resistência mecânica e baixo custo	baixa resistência a corrosão (necessária proteção e maior peso)
Liga de Alumínio	2,8	300	resistência mecânica média, boa resistência a corrosão e custo médio	Mais leve que o aço e que o titânio
Liga de Titânio	4,4	1000	Excelente resistência mecânica e a corrosão	Mais leve que o aço e alto custo

Fonte: A autora.

O formulário foi enviado para o mesmo público e retornaram 117 formulários respondidos. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta um exemplo de uma pergunta deste formulário (o formulário completo está no Apêndice C).

Figura 48 – Formulário – exemplo de pergunta –*Sprint 2*

24. A coluna de direção deve ser fabricada com um material que tenha uma boa resistência mecânica (caso de colisão e para execução de curvas) . Os materiais considerados para este projeto estão listados no quadro a seguir. Com base nestes dados qual o material você escolheria? *

Material de Fabricação	Peso Específico médio (Mg/m ³)	Resistência a Compressão média (MPa)	Vantagens	Desvantagens
Liga de Aço	7,8	700	Boa Resistência mecânica e baixo custo	baixa resistência a corrosão (necessária proteção e maior peso)
Liga de Alumínio	2,8	300	resistência mecânica média, boa resistência a corrosão e custo médio	Mais leve que o aço e que o titânio
Liga de Titânio	4,4	1000	Excelente resistência mecânica e a corrosão	Mais leve que o aço e alto custo

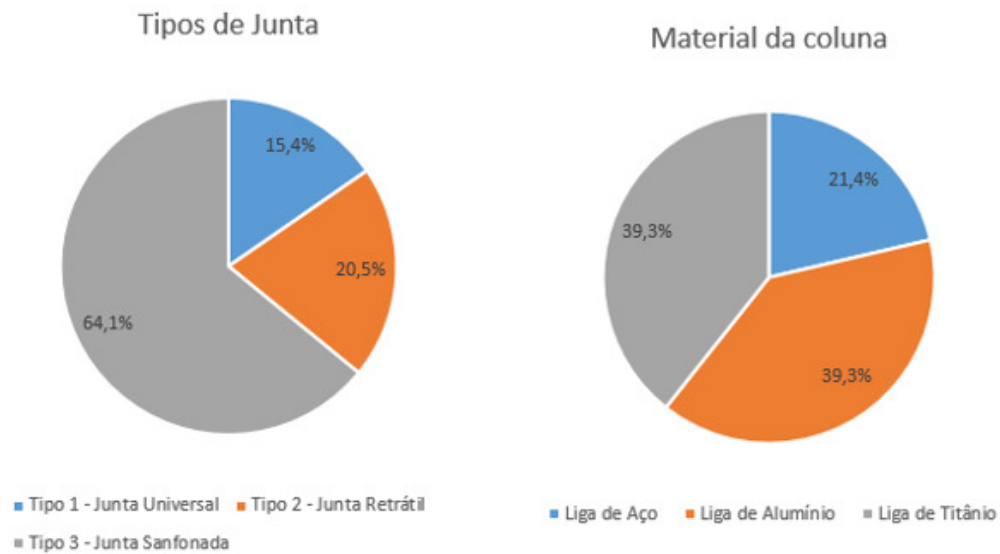
Marcar apenas uma oval.

- Liga de Aço
- Liga de Alumínio
- Liga de Titânio

Fonte: A autora

As respostas foram compiladas e os clientes escolheram a coluna de direção do tipo articulada (tipo 3 do Quadro 7) e o material, nesta etapa, obteve empate técnico entre a liga de alumínio e a liga de titânio, que foi questionado outra vez no *Sprint 4*, para eliminar a dúvida. O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra os resultados destes dois requisitos.

Gráfico 3 – Resultados da pesquisa sobre a coluna de direção – *Sprint 2*



Fonte: A autora.

No *Sprint* seguinte, *Sprint 3*, foram avaliadas questões relativas a dirigibilidade e serão apresentadas na próxima seção.

4.4.4 Demonstração do Terceiro *Sprint* de Desenvolvimento (*Sprint 3* – dirigibilidade)

Os requisitos do terceiro *Sprint* foram ainda mais complexos que os do segundo *Sprint* exigindo, além da elaboração de quadros comparativos, a apresentação de desenhos explicativos para ter uma ideia melhor do requisito a ser analisado.

Neste *Sprint* foram analisados o auxílio à direção, o auxílio ao condutor e o tipo de barramento da direção para a realização de curvas. Foram obtidas 108 respostas neste *Sprint*.

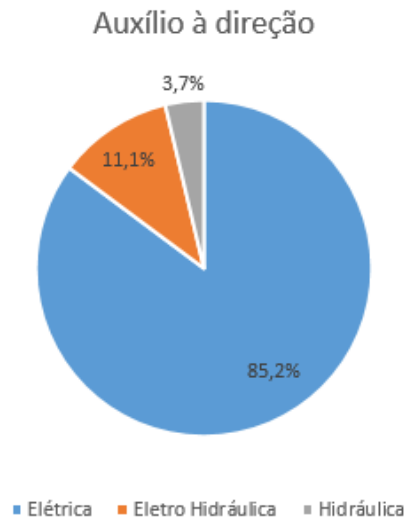
Para a análise do auxílio à direção foi elaborado um quadro comparativo contendo os três tipos de auxílio à direção sugeridos para este projeto, a saber, direção hidráulica, direção eletro hidráulica e direção elétrica (Quadro 9).

Quadro 9 – Quadro comparativo do auxílio à direção – *Sprint 3*

Tipo	Funcionamento	Manutenção	Economia de Combustível	Custo
Hidráulica	Uma bomba de óleo, movida pelo motor do veículo, faz circular o óleo pela caixa de direção, tornando a mesma mais leve.	Periódica a cada 50 mil km. Cuidado com vazamentos.	Não gera economia	Custo do sistema baixo e de manutenção médio
Eletro Hidráulica	Uma bomba de óleo, movida por um motor elétrico, faz circular o óleo pela caixa de direção, tornando a mesma mais leve.	Periódica a cada 50 mil km. Cuidado com vazamentos.	Gera alguma economia devido ao motor ser elétrico	Custo do sistema médio e de manutenção médio
Elétrica	Não há óleo no sistema de direção. Um motor elétrico é fixado a caixa de direção que auxilia os braços de direção a ficarem mais leves.	Não necessita de manutenção periódica pois o sistema não tem óleo, bomba, mangueiras.	Gera uma maior economia pois além do motor elétrico há redução no peso do veículo	Custo do sistema alto e de manutenção baixo

Fonte: A autora.

O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** foi apresentado aos clientes e a direção elétrica foi a mais bem votada conforme o **Erro! Fonte de referência não encontrada.**




Gráfico 4 – Resultados da pesquisa sobre o auxílio à direção – *Sprint 3*

Fonte: A autora.

Outra característica analisada nesta etapa foi o auxílio ao condutor. Segundo o SAE (*Society of American Engineers*) existem seis níveis de auxílio a condutor, sendo o nível 0 sem automação e o nível 5 totalmente automatizado. O nível 1 permite manter a velocidade de cruzeiro e possui alerta de ultrapassagem de faixas. O nível 2 é um pouco mais avançado que o primeiro, possui sensores e radares no veículo e é capaz de realizar algumas funções do veículo por conta própria. O nível 3 consiste em veículos que podem se movimentar por

conta própria. No nível 4 o veículo já está em modo autônomo dependendo apenas da supervisão do motorista. O nível 5 é o mais autônomo e nele o veículo faz tudo, basicamente sozinho e o piloto pode até dormir durante o trajeto. Para este projeto, foram considerados os níveis 1 a 3 conforme mostrado no Quadro 10.

Quadro 10 – Quadro comparativo do auxílio ao condutor – *Sprint 3*

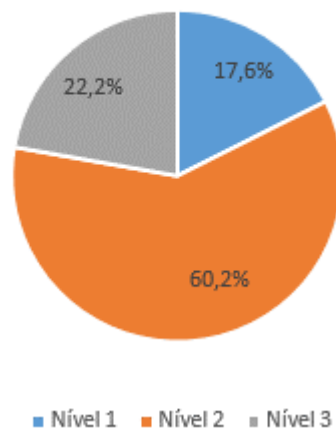
Nível de Automação	Aplicação / Exemplo	Descrição	Tecnologia	Custo
Nível 1		O sistema consegue ajudar o condutor com algumas atividades simples, como alerta em ultrapassagem e controle da velocidade.	Cruise-Control NÃO adaptativo (Piloto Semi-Automático)	Baixo
Nível 2		O sistema é capaz de efetuar por conta própria algumas funções do veículo, como acelerar e frear de acordo com o limite estipulado pelo condutor. (Existe atualmente em veículos de luxo)	Cruise-Control adaptativo (Piloto Automático) + conjunto de sensores e radares	Médio
Nível 3		Esperado em modelos que sairão dentro de 5 anos, o nível 3 já consiste em veículos que podem se movimentar por conta própria tanto na parte de aceleração e direção quanto no monitoramento ativo do ambiente.	Conjunto mais robusto de sensores, como scanners a laser, sensores ultrassônicos e sistemas de radar	Alto

Fonte: A autora.

Este quadro foi apresentado para a análise dos clientes e o Nível 2 foi o mais bem votado pelos usuários conforme mostrado no **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a seguir.

Gráfico 5 – Resultado da análise de auxílio ao condutor - *Sprint 3*

Auxílio ao Condutor

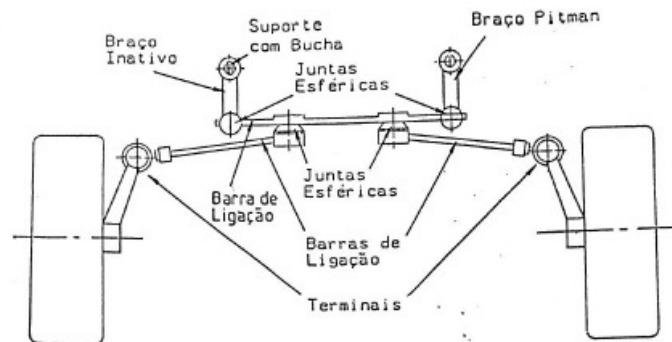


Fonte: A autora.

Outra característica analisada neste *Sprint* foi o tipo de barramento da direção para a execução das curvas conforme o princípio de Ackerman.

Foram apresentados para os clientes três tipos de barramento contendo o desenho e uma explicação sobre cada tipo, conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a seguir.

Figura 49 – Barramento – *Sprint 3*

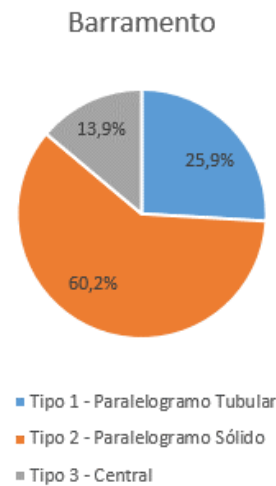


Tipo de Barramento	Funcionamento	Vantagens	Desvantagens
Paralelogramo Sólido	As três barras de ligação permitem movimento independente. É possível ajustar a direção através de buchas e parafusos presos a carroceria.	Relação geométrica precisa. A barra central livra as interferências entre o barramento e o chassis.	Alto Custo pois as barras são de metal sólido.

Fonte: A autora.

Os outros dois tipos de barramento foram o tipo paralelogramo tubular e o tipo central. O tipo paralelogramo sólido foi o escolhido por 60,2% dos respondentes como mostra o **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Gráfico 6 – Resultado do tipo de barramento – *Sprint 3*



Fonte: A autora.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta um exemplo de uma pergunta do formulário do *Sprint 3* e o formulário completo está no Apêndice D.

Figura 50 – Formulário – exemplo de pergunta – *Sprint 3*

22. Existe uma escala criada pela SAE (Sociedade dos Engenheiros Automotivos) que separa a autonomia veicular em níveis distintos, com base em quão independente o sistema é. Existem 6 níveis (0 a 5). Neste projeto estão sendo levados em conta apenas os níveis 1, 2 e 3 conforme mostrado na planilha abaixo. Com base nos dados apresentados, qual nível de autonomia você gostaria que o seu veículo possuísse? *

Nível de Automação	Aplicação / Exemplo	Descrição	Tecnologia	Custo
Nível 1		O sistema consegue ajudar o condutor com algumas atividades simples, como alerta em ultrapassagem e controle da velocidade.	Cruise-Control NÃO adaptativo (Piloto Semi-Automático)	Baixo
Nível 2		O sistema é capaz de efetuar por conta própria algumas funções do veículo, como acelerar e frear de acordo com o limite estipulado pelo condutor. (Existe atualmente em veículos de luxo)	Cruise-Control adaptativo (Piloto Automático) + conjunto de sensores e radares	Médio
Nível 3		Esperado em modelos que sairão dentro de 5 anos, o nível 3 já consiste em veículos que podem se movimentar por conta própria tanto na parte de aceleração e direção quanto no monitoramento ativo do ambiente.	Conjunto mais robusto de sensores, como scanners a laser, sensores ultrassônicos e sistemas de radar	Alto

Marcar apenas uma oval.

- Nível 1
 Nível 2
 Nível 3

Fonte: A autora.

O quarto e último *Sprint* foi utilizado para a consolidação final do projeto e para a avaliação dos usuários quanto a participação na pesquisa e quanto a facilidade de decisão utilizando os *mock-ups* apresentados.

4.4.5 Demonstração do *Sprint* Final – Consolidação e Avaliação – *Sprint* 4

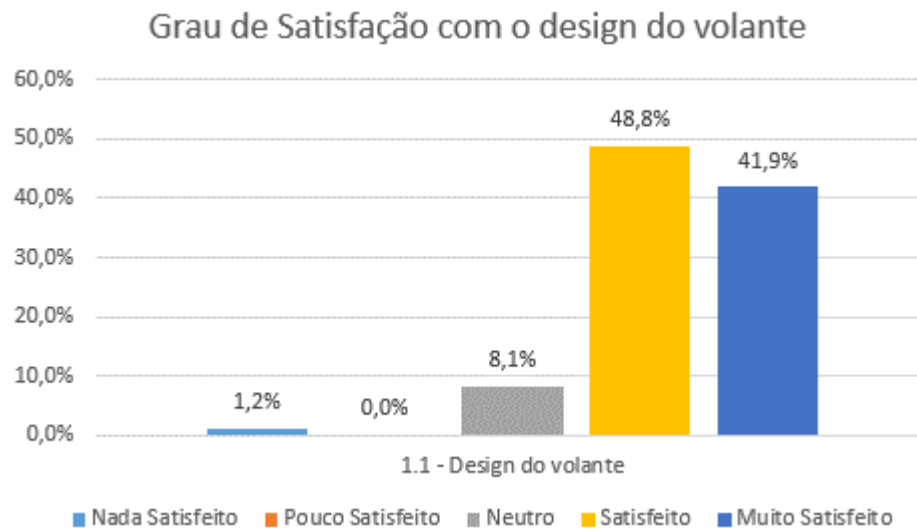
No quarto e último *Sprint* o projeto foi consolidado de forma a garantir que os parâmetros definidos nos *Sprints* de desenvolvimento (1 a 3) fossem incorporados ao produto final. Nesta etapa foram obtidos 86 formulários respondidos

A apresentação da consolidação deu-se na mesma sequência dos *Sprints* de desenvolvimento. O primeiro a ser consolidado foi o volante, onde foi apresentado o projeto final do volante e questionado a concordância com o mesmo. **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** a seguir apresenta o volante consolidado e na sequência o **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra o resultado da consolidação onde mais de 80% dos respondentes ficaram satisfeitos ou muito satisfeitos com o produto.

Figura 51 – Volante consolidado – *Sprint* 4






Fonte: A autora.

Gráfico 7 – Resultado da consolidação do volante – *Sprint 4*

Fonte: A autora.

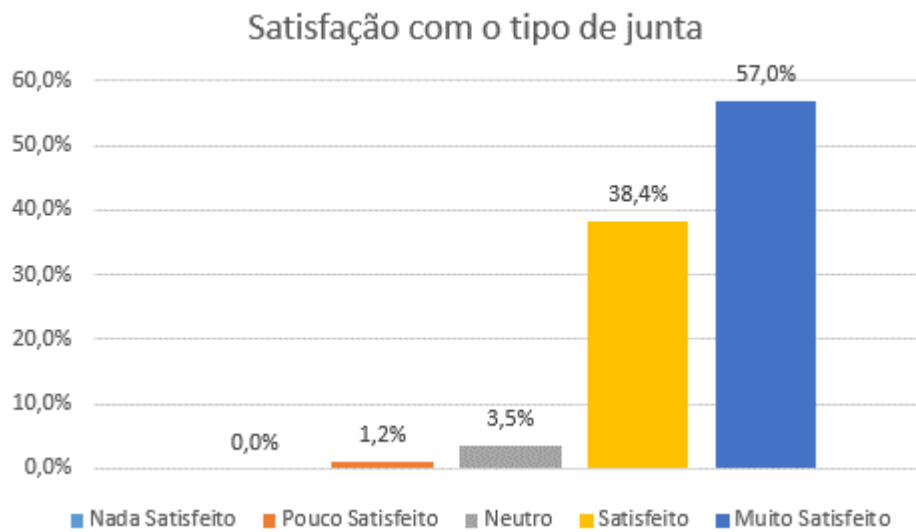
O próximo item consolidado foi o tipo de articulação da coluna de direção. Foi apresentado o quadro com o tipo escolhido no *Sprint 2* (Quadro 11) e o **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta os resultados da consolidação, onde mais de 90% dos respondentes ficaram satisfeitos ou muito satisfeitos com o produto final.

Quadro 11 – Consolidação do tipo de junta da coluna de direção – *Sprint 4*

TIPO	DESENHO	FUNCIONAMENTO	CARACTERÍSTICAS	CUSTO
1		Ao receber um forte impacto a coluna de direção quebra em uma de suas juntas universais	Como a coluna quebra durante o impacto é necessária a sua troca após uma colisão	Inicial: \$ (baixo) Manut.: \$\$ (médio) (troca)
2		A parte inferior da coluna desengata-se da superior ao absorver o coque de uma colisão	Após uma colisão é necessária a troca apenas da junta.	Inicial: \$\$ (médio) Manut.: \$ (baixo)
3		A coluna sofre uma retração e comprime sua parte sanfonada, diminuindo o impacto	A junta sanfonada volta a condição normal após uma colisão	Inicial: \$\$ (médio) Manut.: 0

Fonte: A autora.

Gráfico 8 – Resultado da consolidação do tipo de junta da coluna de direção – *Sprint 4*

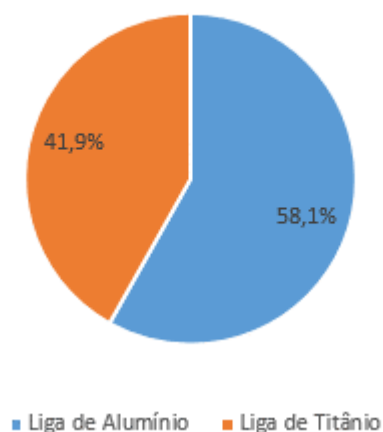


Fonte: A autora.

Na sequência, foi consolidado o tipo do material da coluna, cujo resultado anterior tinha empatado em 39,3% para liga de alumínio e liga de titânio. Na consolidação aconteceu o desempate e a liga de alumínio foi a escolhida com 58,1% de respostas positivas como mostra o **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Gráfico 9 – Resultado da consolidação do material da coluna de direção – *Sprint 4*

Material de fabricação da coluna de direção



Fonte: A autora.

O auxílio à direção foi o próximo item a ser consolidado nesta etapa. Nela, foi apresentado o quadro com o destaque para o tipo de auxílio escolhido no terceiro *Sprint* (Quadro

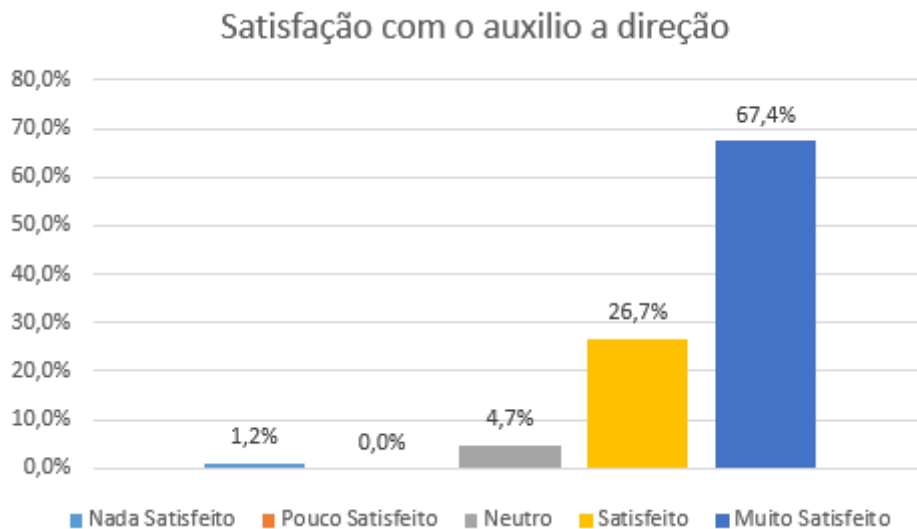
12) e questionado o grau de satisfação com este resultado. O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra que mais de 90 % dos respondentes ficaram satisfeitos ou muito satisfeitos com a escolha da direção elétrica.

Quadro 12 – Consolidação do auxílio à direção – *Sprint 4*

Tipo	Funcionamento	Manutenção	Economia de Combustível	Custo
Hidráulica	Uma bomba de óleo, movida pelo motor do veículo, faz circular o óleo pela caixa de direção, tornando a mesma mais leve.	Periódica a cada 50 mil km. Cuidado com vazamentos.	Não gera economia	Custo do sistema baixo e de manutenção médio
Eletro Hidráulica	Uma bomba de óleo, movida por um motor elétrico, faz circular o óleo pela caixa de direção, tornando a mesma mais leve.	Periódica a cada 50 mil km. Cuidado com vazamentos.	Gera alguma economia devido ao motor ser elétrico	Custo do sistema médio e de manutenção médio
Elétrica	Não há óleo no sistema de direção. Um motor elétrico é fixado a caixa de direção que auxilia os braços de direção a ficarem mais leves.	Não necessita de manutenção periódica pois o sistema não tem óleo, bomba, mangueiras.	Gera uma maior economia pois além do motor elétrico há redução no peso do veículo	Custo do sistema alto e de manutenção baixo

Fonte: A autora.

Gráfico 10 – Resultado da consolidação do auxílio à direção – *Sprint 4*

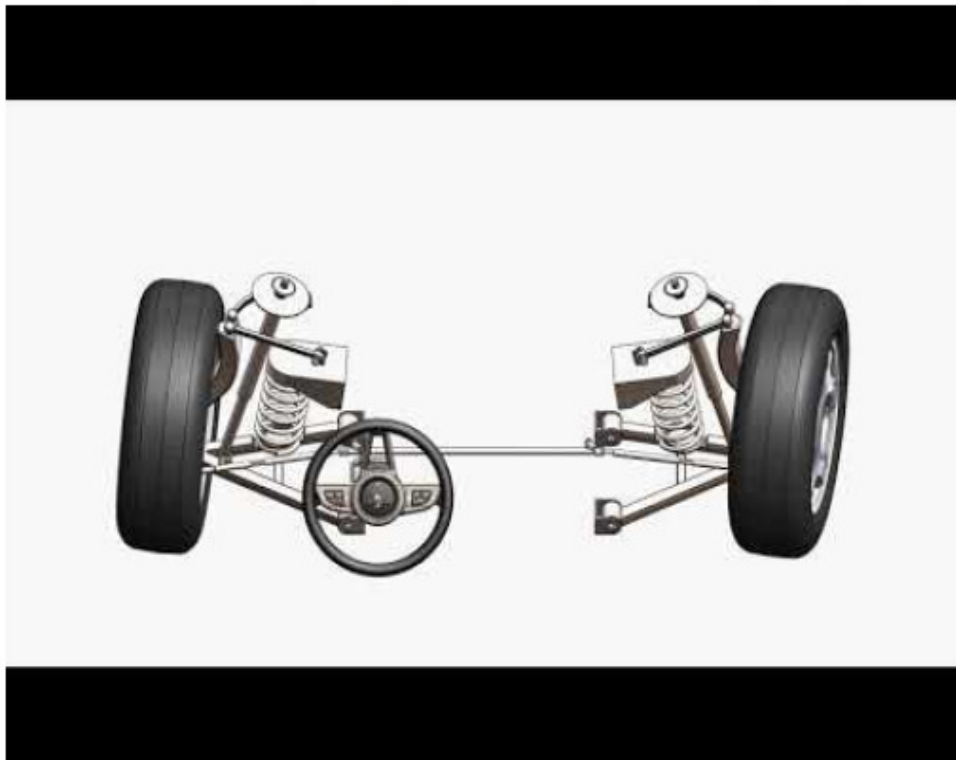


Fonte: A autora.

Para a análise da capacidade da direção de executar curvas, foi desenvolvido um vídeo de simulação do movimento do volante em relação ao movimento das rodas da direção, executado no *Solidworks*, (COSTA, 2018) e anexado ao formulário para o melhor entendimento deste parâmetro que está relacionado ao tipo de barramento e a quantidade de voltas do volante a cada volta completa da direção. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra como

o vídeo apareceu no formulário e na sequência o **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra o resultado da consulta sobre o número de voltas do volante (1,5 voltas) ser suficiente ou não para a execução das curvas. Nota-se que 79,1 % das respostas foram que 1,5 voltas no volante são suficientes para realizar as curvas.

Figura 52 – Vídeo de simulação das curvas da direção – *Sprint 4*

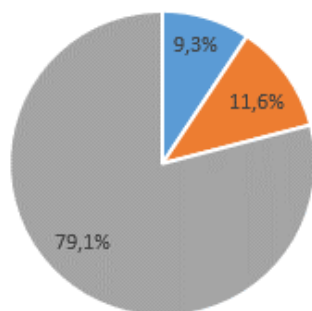


http://youtube.com/watch?v=hTYJmW1_0tk

Fonte: A autora.

Gráfico 11 – Resultado da consolidação da capacidade de realizar curvas – *Sprint 4*

Numero de voltas do volante






■ Poucas Voltas ■ Muitas Voltas ■ Suficiente

Fonte: A autora.

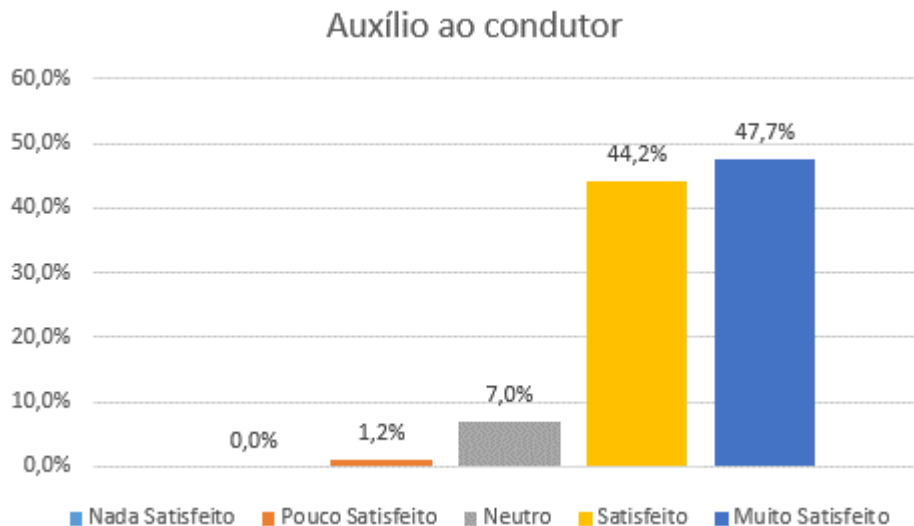
Para finalizar a consolidação, foi disponibilizado no formulário do *Sprint 4*, o quadro do auxílio ao condutor destacando o nível 2, escolhido como o preferido do público no *Sprint 3* (Quadro 13). O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra que mais de 80 % dos respondentes ficaram satisfeitos ou muito satisfeitos com o resultado prévio (Nível 2).

Quadro 13 – Consolidação do auxílio ao condutor – *Sprint 4*

Nível de Automação	Aplicação / Exemplo	Descrição	Tecnologia	Custo
Nível 1		O sistema consegue ajudar o condutor com algumas atividades simples, como alerta em ultrapassagem e controle da velocidade.	Cruise-Control NÃO adaptativo (Piloto Semi-Automático)	Baixo
Nível 2		O sistema é capaz de efetuar por conta própria algumas funções do veículo, como acelerar e frear de acordo com o limite estipulado pelo condutor. (Existe atualmente em veículos de luxo)	Cruise-Control adaptativo (Piloto Automático) + conjunto de sensores e radares	Médio
Nível 3		Esperado em modelos que sairão dentro de 5 anos, o nível 3 já consiste em veículos que podem se movimentar por conta própria tanto na parte de aceleração e direção quanto no monitoramento ativo do ambiente.	Conjunto mais robusto de sensores, como scanners a laser, sensores ultrassônicos e sistemas de radar	Alto

Fonte: A autora.

Gráfico 12 – Resultado da consolidação do auxílio ao condutor – *Sprint 4*



Fonte: A autora

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra um exemplo de pergunta realizada no formulário do *Sprint 4*, que está mostrado de forma completa no Apêndice E.

Figura 53 – Formulário – exemplo de pergunta –*Sprint 4*

2.3 - Material de Fabricação - A coluna de direção deve ser fabricada com um material que tenha uma boa resistência mecânica (caso de colisão e para execução de curvas). Nesta pesquisa ficou empatado o uso da Liga de Alumínio e Liga de Titânio conforme tabela abaixo. Das duas ligas citadas qual a melhor na sua opinião? *

Material de Fabricação	Peso Específico médio (Mg/m ³)	Resistência a Compressão média (MPa)	Vantagens	Desvantagens
Liga de Alumínio	2,8	300	resistência mecânica média, boa resistência a corrosão e custo médio	Mais leve que o aço e que o titânio
Liga de Titânio	4,4	1000	Excelente resistência mecânica e a corrosão	Mais leve que o aço e alto custo

Marcar apenas uma oval.

- Liga de Alumínio
- Liga de Titânio

Fonte: A autora

Após a consolidação, uma folha de especificação completa foi elaborada para, hipoteticamente, servir como base para um futuro projeto detalhado, já que a prova de conceito realizada nesta pesquisa diz respeito a um projeto conceitual de uma direção veicular. **A Erro! Fonte de referência não encontrada.e a Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostram as duas partes da folha de especificação final.

Figura 54 – Folha de especificação do produto final (Parte 1)

Folha de Especificação do Produto Final



Características do Produto		Especificação do Produto	Características do Produto		Especificação do Produto
VOLANTE					
Tipo do Volante		Esportivo	Tipo de Controle		Automático (por botões)
Nome Comercial		Sport SS	Air Bag Embutido		Sim
Cor do Volante		Preto	Regulagens	Altura	Sim
Cor da parte central		Preto		Profundidade	Sim
Materiais	Aro	Revestimento Emborrachado ou Couro Ecológico	Buzina Embutida		Sim
	Centro	Polipropileno expandido e aço inox	Dimensões	Diâmetro	37 cm
Controles no Volante	Som	Sim		Espessura	6 cm
	Comp. De Bordo	Não		Profundidade	12 cm
	Retrovisores	Não			
	Seta	Não			

Fonte: A autora

Figura 55 – Folha de especificação do produto final (Parte 2)

Folha de Especificação do Produto Final



Características do Produto		Especificação do Produto	Características do Produto		Especificação do Produto
DIREÇÃO					
Segurança	Tipo	Bipartida – Junta sanfonada	Conforto	Regulagem de altura	Sim – Eletronicamente por botões
	Proteção a corrosão	Pintura Epóxi – Preto		Regulagem de profundidade	Sim – Eletronicamente por botões
	Evitar Vibração e deslizamento	Acoplamento por engrenagem	Dimensões da Coluna	Diâmetro	7/8 polegada
Resistência	Material	Liga de Alumínio		Comprimento	1.000 mm
	Compressão	Sim		Altura	700 mm
	Torção	Sim	Tipo de Barramento	Paralelogramo sólido	
Tipo de Auxílio à direção		Direção Elétrica	Tipo de auxílio ao condutor		Nível 2 – Piloto automático + sensores e radares
Número de voltas do volante a cada curva completa		1,5 voltas			

Fonte: A autora

No quarto *Sprint*, além da consolidação, foi realizada uma avaliação sobre a pesquisa em si.

4.5 AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO

A avaliação realizada no quarto e último *Sprint* teve o objetivo de avaliar a participação das pessoas na pesquisa, bem como, a qualidade dos *mock-ups* digitais apresentados com o intuito de avaliar apenas essas questões. Já a avaliação dos especialistas teve o objetivo de avaliar o método proposto quanto a usabilidade, estrutura do método e qualidade do uso. As subseções seguintes apresentam os detalhes de ambas avaliações.

4.5.1 Avaliação dos Respondentes – *Sprint 4*

A avaliação dos respondentes quanto a participação na pesquisa ocorreu, de forma recorrente, nos quatro *Sprints*.

No primeiro *Sprint* foram realizadas duas perguntas: 1) Você acha importante ouvir a voz do cliente no desenvolvimento do produto?; 2) Como você se sentiu respondendo a pesquisa? A primeira pergunta foi do tipo múltipla escolha tendo como opções de respostas sim, não e não sei opinar, já a segunda pergunta foi do tipo escala Likert e as opções foram: muito bem, bem, neutro, mal e muito mal. A primeira pergunta obteve 95,9% das respostas sim e a segunda pergunta obteve 80,2% das respostas muito bem e bem.

No segundo, terceiro e quarto *Sprint* a segunda pergunta citada acima foi repetida e como respostas foram obtidas 82,9% das respostas muito bem e bem no segundo *Sprint*, 87,1% no terceiro *Sprint* e 95,3% no quarto *Sprint* o que mostra o crescimento do bem-estar dos participantes à medida que a pesquisa foi evoluindo.

Na avaliação realizada no quarto *Sprint* foram questionados se os recursos de *mock-ups* digitais apresentados foram suficientes para a análise das perguntas de cada *Sprint*. Para todos os *Sprint* as respostas apresentadas foram maiores que 90% para o sim conforme mostrado na Tabela 2. Observa-se na tabela que para o primeiro *Sprint* os recursos apresentados foram mais bem compreendidos que os das demais etapas.

Tabela 2 – Resultado da pergunta quanto aos recursos apresentados

Sprint	Respostas	
	Sim	Não
Sprint 1	96,80%	3,20%
Sprint 2	93,80%	6,20%
Sprint 3	90,90%	9,10%
Sprint 4	91,90%	8,10%

Fonte: A autora

Em todos os *Sprints* foram levantados os dados dos respondentes quanto ao gênero, faixa etária, frequência com que dirige e a posse de veículo conforme descrito no Quadro 14. A última linha do quadro apresenta a média simples para cada parâmetro e nota-se que 78% foram do sexo masculino, faixa etária de 18 a 39 anos (66,6%), 72,8% possuem carro e 56,2% dirigem diariamente.

Quadro 14 – Perfil dos Respondentes

Sprints	Gênero		Faixa Etária (anos)		Frequência que dirige			Possui Carro	
	Masculino	Feminino	18 a 39	Acima de 40	Todos os dias	1 a 2 x/semana	Raramente	Sim	Não
1	76,90%	23,10%	72,80%	27,20%	50,30%	23,10%	26,60%	71,40%	28,60%
2	76,90%	23,10%	65,80%	34,20%	56,40%	19,70%	23,90%	71,10%	29,90%
3	82,40%	17,60%	63,00%	37,00%	56,40%	19,70%	23,90%	77,80%	22,20%
4	75,60%	24,40%	64,60%	35,40%	61,60%	12,80%	25,60%	70,90%	29,10%
MÉDIA	78,0%	22,1%	66,6%	33,5%	56,2%	18,8%	25,0%	72,8%	27,5%

Fonte: A autora.

Na próxima subseção será apresentada a avaliação realizada com especialistas em desenvolvimento de produtos.

4.5.2 Avaliação dos Especialistas

Para a realização da avaliação com os especialistas, foi escolhido o método Delphi e selecionados profissionais para responder a avaliação. A avaliação foi realizada em duas etapas, chamadas de rodadas. O objetivo do método é que os especialistas cheguem a um consenso quanto as respostas. Para a aplicação do método algumas etapas foram realizadas conforme descrito a seguir.

A primeira etapa foi a seleção de especialistas que contribuirão para a chegada ao desejado consenso. Segundo Wright e Giovinazzo (2000) o anonimato entre os especialistas tem a vantagem de reduzir a influência hierárquica entre os participantes, e nenhum participante deve estar ciente da participação dos demais. Nesta pesquisa foram escolhidos 17 especialistas em desenvolvimento de produto da área automotiva, da área de linha branca e da área de saúde. Dos 17 selecionados foram obtidas respostas de 9 deles.

A segunda etapa foi a elaboração do questionário a ser aplicado na primeira rodada. O questionário foi elaborado utilizando a plataforma *Google Forms*. Inicialmente, foi elaborado um resumo do artefato proposto e apresentado no início do questionário para servir como base para a análise dos especialistas. Na sequência foram elaboradas questões relativas aos temas que se desejava avaliar. Não há um consenso sobre qual a quantidade ideal de questões a serem aplicadas, segundo Cutrim e Tristão (2010) a maioria dos autores recomendam um máximo de

quinze questões e um espaço para comentários livres dos respondentes. Para esta pesquisa, foram elaboradas oito questões divididas em três temas conforme mostrado no Quadro 15.

Quadro 15 – Questões de avaliação aplicadas através do método Delphi

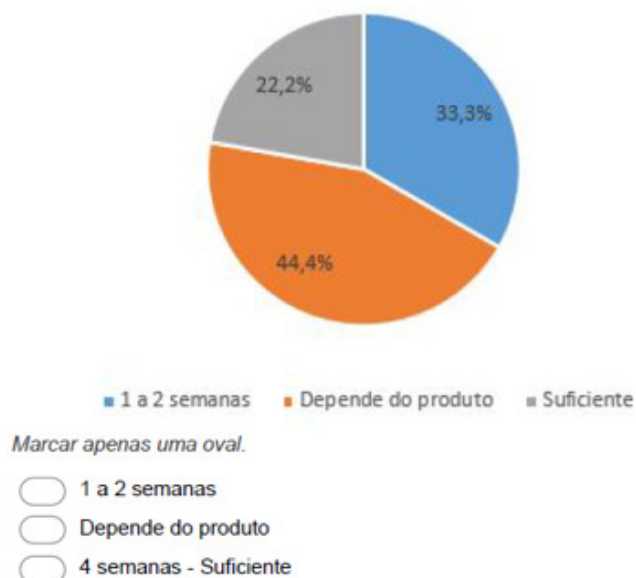
1 – Usabilidade
1.1 - Este método pode ser usado com facilidade no contexto da Empresa onde você trabalha?
1.2 - Na sua opinião qual o tipo de produto que pode ser desenvolvido com o uso do método proposto?
1.3 - O método apresentado está facilmente compreensível (clareza)?
2 – Estrutura do método
2.1 - Na sua opinião o tempo (quatro semanas por sprint) entre cada fase do desenvolvimento de um produto físico é suficiente?
2.2 - Na sua opinião o número de rodadas (quatro sprints) é suficiente para o desenvolvimento de um produto?
2.3 - Na sua opinião método para executar cada sprint é viável?
3 – Qualidade de uso
3.1 - O método proposto é capaz de satisfazer os clientes quanto ao atendimento das necessidades dos mesmos?
3.2 - O método proposto é capaz de atender ao que se propõe?

Fonte: A autora.

Na sequência o questionário foi aplicado de forma online e as respostas foram tabuladas. Na segunda rodada foram apresentadas as mesmas questões acrescidas dos resultados da rodada 1. A Figura 56 apresenta um exemplo de uma das questões que foi apresentada na segunda rodada. Os questionários completos das Rodadas 1 e 2 estão nos Apêndices F e G respectivamente.

Figura 56 – Exemplo de pergunta do questionário da segunda rodada do Delphi

2.1 - Na sua opinião o tempo (quatro semanas por sprint) entre cada fase do desenvolvimento de um produto físico é suficiente? O Gráfico a seguir apresenta os resultados das repostas da Rodada 1 sendo que 33,3% disseram que o tempo ideal seriam 1 a 2 semanas, 44,4% disseram que depende do produto e 22,2% disseram que 4 semanas seria suficiente. Com qual das repostas você mais se identifica? *

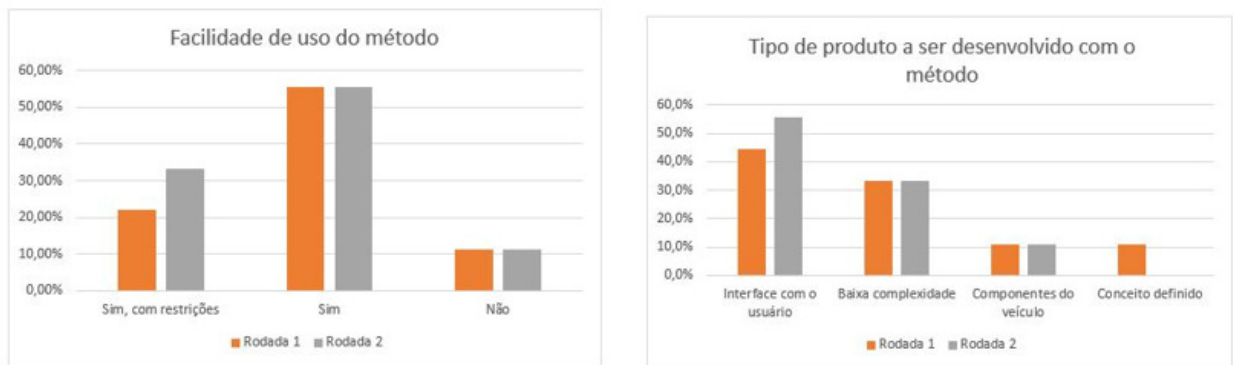


Fonte: A autora

A segunda rodada também foi realizada de forma online e as respostas de ambas as rodadas foram tabuladas e apresentadas em gráficos de múltiplas barras para a observância do consenso, objetivo do método. Os gráficos (Gráfico 13, Gráfico 14, Gráfico 15 e Gráfico 16) apresentam esses resultados

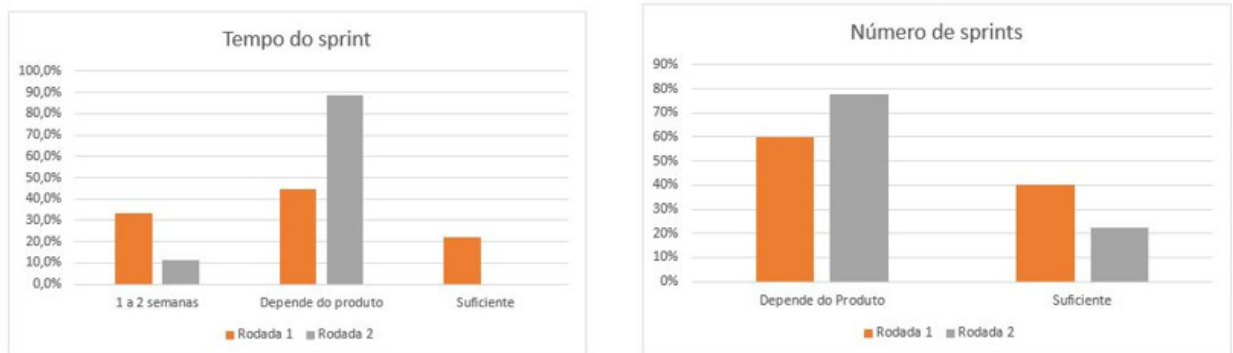
O gráfico referente a pergunta 1.3 (o método apresentado está facilmente compreensível?) não foi apresentado por que em ambas as rodadas as respostas foram todas 100%, ou seja, a compreensão do método foi total por todos os especialistas.

Gráfico 13 – Resultado final das perguntas 1.1 e 1.2



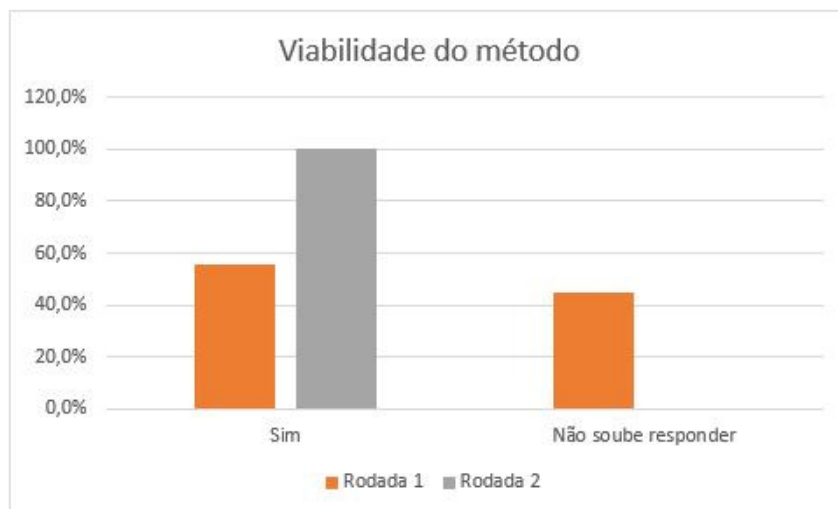
Fonte: A autora

Gráfico 14 – Resultado final das perguntas 2.1 e 2.2

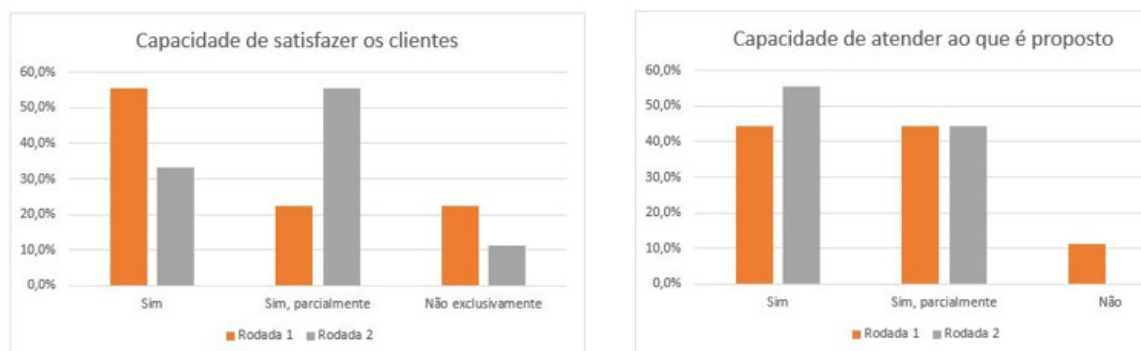


Fonte: A autora

Gráfico 15 – Resultado final da pergunta 2.3



Fonte: A autora.

Gráfico 16 – Resultado final das perguntas 3.1 e 3.2

Fonte: A autora.

Na próxima seção serão apresentadas as análises dos resultados da avaliação do artefato.

4.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O artefato foi analisado quanto a três características; i) Usabilidade; ii) Estrutura do método e iii) Qualidade de uso. Foi utilizado o método Delphi para a avaliação.

Quanto a usabilidade os especialistas chegaram a um consenso que o método está claramente explicado, é fácil de utilizar, porém, segundo os avaliadores, é mais aplicável a produtos que possuam interface com o usuário. Na demonstração da pesquisa a parte da direção que possui essa característica é o volante.

Quanto a estrutura do método os especialistas concordaram que o mesmo é viável e que o número de *Sprint* e o tempo de cada um deles depende do tipo de produto a ser desenvolvido. Finalmente, quanto a qualidade de uso os especialistas chegaram próximos de um consenso que a capacidade de satisfazer os clientes e de atender ao que é proposto têm outros pontos que devem ser considerados. O Quadro 16 apresenta alguns comentários finais dos avaliadores.

Quadro 16 – Comentários dos avaliadores

“Agradar ao cliente pode não agradar aos custos de desenvolvimento e custo de produto final.”

“De forma superficial o método estabelece um fluxo para desenvolvimento de um produto, porém não há como esquecer que cada área tem suas particularidades, as quais acabam acrescentando outras etapas no fluxo.”

“O método é muito interessante e tem sim aplicação prática.”

Fonte: A autora.

5. CONCLUSÃO

O método híbrido de desenvolvimento de um produto físico, utilizando *mock-up* digital e a voz do cliente, objetivo deste trabalho, foi elaborado seguindo a abordagem metodológica DSR e foi aplicada a um projeto de uma direção veicular na forma de prova de conceito.

Para a sua criação, utilizou-se das melhores práticas do gerenciamento de projetos tradicional com as do Gerenciamento Ágil. O artefato criado considerou o desenvolvimento conceitual de um produto (fase inicial do Gerenciamento tradicional) de forma iterativa (*Sprints* – Gerenciamento Ágil) e com a participação do cliente.

Após a criação, o método foi demonstrado através de uma prova de conceito de um projeto de uma direção veicular, para um público de, aproximadamente, 500 pessoas, representando os possíveis clientes. A aplicação foi realizada em cinco etapas, sendo, a primeira, uma etapa preliminar, responsável por fazer o levantamento dos requisitos e, quatro etapas subsequentes, com duração de quatro semanas cada, onde, três delas foram voltadas para o desenvolvimento do projeto do produto e a última fase foi responsável pela consolidação e avaliação do projeto.

Para verificar se o método criado estava bem estruturado, se tinha uma boa usabilidade e a sua qualidade de uso, foi realizada uma avaliação utilizando-se a técnica Delphi para um grupo de nove especialistas. Nesta avaliação chegou-se à conclusão que, quanto ao uso o método estava compreensível, é de fácil uso, porém seu uso é mais apropriado para produtos que tenham uma maior interface com o cliente. Para produtos com requisitos muito complexos tecnicamente, fica difícil para os clientes interagirem com o projeto. Quanto a estrutura de quatro fases iterativas com duração de quatro semanas cada concluiu-se que o número de fases e suas durações dependem do tipo do projeto e do produto. Quanto à qualidade foi questionado se a aplicação do método tem a capacidade de satisfazer os clientes e se o mesmo atende ao que é proposto. Como resultado concluiu-se que o método atende parcialmente a esses dois critérios.

A aplicação do método foi voltada a um produto da indústria automotiva, mas devido às suas características, o mesmo pode ser aplicado ao desenvolvimento conceitual de qualquer produto que possua uma boa interface entre os seus usuários, como por exemplo, eletrodomésticos (máquina de lavar roupa, fogão, máquina de lavar pratos, micro-ondas, etc), alguns projetos da indústria automotiva como, por exemplo, pequenas mudanças na aparência dos veículos (*face lift*) e nacionalização de projetos (adaptações de projetos oriundos de um país e adaptados para as leis e condições de outro país).

O método híbrido de gerenciamento de projetos com aplicação de *mock-up* digital e participação da voz do cliente se mostra pertinente pois permite a participação do mesmo durante todo o processo de desenvolvimento do produto, reduzindo assim as incertezas quanto a aceitação do produto no mercado. Dessa forma, o método também possibilita reduzir o custo com alterações no final do projeto, já que a participação ocorre de maneira iterativa durante todo o PDP, reduzindo as incertezas iniciais, possibilitando o aumento da satisfação do usuário final.

Um dos maiores desafios encontrados nesta pesquisa foi o desenvolvimento dos *mock-ups* digitais que foram elaborados através do software *Solidworks*. Como a pesquisadora não possuía um conhecimento profundo, foi necessária a utilização da ajuda de um especialista no programa de computador.

A realização desta pesquisa foi importante para mostrar a importância da participação dos clientes no desenvolvimento de um novo produto e como o uso de uma representação do produto pode ajudar no entendimento (dos clientes) do que está sendo proposto para um determinado produto.

Como trabalho futuro pretende-se melhorar a experiência dos clientes com o desenvolvimento de protótipos virtuais que possam simular, não somente, a aparência do produto, mas a sua funcionalidade como, por exemplo, a força que uma pessoa faz para acionar a abertura da porta de um micro-ondas.

REFERÊNCIAS

AHIMBISIBWE, Arthur; CAVANA, Robert Y.; DAELLENBACH, Urs. A contingency fit model of critical success factors for software development projects: A comparison of agile and traditional plan-based methodologies. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 28, n. 1, p. 7-33, 2015.

ALMEIDA, Maurício Barcellos. **Inter-operabilidade entre fontes heterogêneas: um meta-modelo baseado em ontologias**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2003. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/LHLS-6AZQHU>> Acesso em 14 de Set. 2017

BACK, N. et al. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. [S.l.]: Editora Manole, 2008.

BENASSI, J. L. G.; AMARAL, D. C. Gerenciamento ágil de projetos aplicado ao desenvolvimento de produto físico. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**. 2007.

BHARADWAJ, Neeraj et al.. Explicating hearing the voice of the customer as a manifestation of customer focus and assessing its consequences. **Journal of product innovation management**, v. 29, n. 6, p. 1012-1030, 2012.

BONAT, Debora. **Metodologia da pesquisa**. IESDE BRASIL SA, 2009.

CALMON, Fernando. **Carro Autônomo é Destino Inevitável da Indústria**; Resta Saber Como. (02/08/2017). Disponível em: <<https://carros.uol.com.br/colunas/alta-rodas/2017/08/02/carro-autonomo-e-destino-inevitavel-da-industria-resta-saber-como-fazer.htm>> Acesso em 20 de Setembro de 2018

CAMPBELL, R. I. et al.. Design evolution through customer interaction with functional prototypes. **Journal of Engineering Design**, v. 18, n. 6, p. 617-635, 2007.

CARULLI, Marina; BORDEGONI, Monica; CUGINI, Umberto. An approach for capturing the voice of the customer based on virtual prototyping. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 24, n. 5, p. 887-903, 2013.

CHANDRASEGARAN, Senthil K. et al. The evolution, challenges, and future of knowledge representation in product design systems. **Computer-aided design**, v. 45, n. 2, p. 204-228, 2013.

CHENG, L.C.; MELO FILHO, L.D.R. **Desdobramento da Função Qualidade na Gestão do Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo, Editora Blücher, 2010.

CHRYSLER, FORD, GM. **Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan**, Reference Manual, 2nd edition, 2008.

CONFORTO, Edivandro C. et al.. Can agile project management be adopted by industries other than software development?. **Project Management Journal**, v. 45, n. 3, p. 21-34, 2014.

CONFORTO, Edivandro C.; AMARAL, Daniel C. Agile project management and stage-gate model—A hybrid framework for technology-based companies. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 40, p. 1-14, 2016.

COOPER, Robert G. Stage-gate systems: a new tool for managing new products. **Business horizons**, v. 33, n. 3, p. 44-54, 1990.

COOPER, Robert G.; EDGETT, Scott J.; KLEINSCHMIDT, Elko J. Optimizing the stage-gate process: what best-practice companies do—I. **Research-Technology Management**, v. 45, n. 5, p. 21-27, 2002.

COOPER, Robert G. New Products - What Separates the Winners from the Losers and What Drives Success,” in the **PDMA Handbook of New Product Development**, E. 3, Ch 1, edited by K.B. Kahn, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc. 2013.

_____. What's Next?: After Stage-Gate. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 1, p. 20-31, 2014.

_____. Agile-Stage-Gate: New idea-to-launch method for manufactured new products is faster, more responsive. **Industrial Marketing Management**, v. 59, p. 167-180, 2016.

COOPER, Robert G.; SOMMER, Anita F. The Agile–Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity. **Journal of Product Innovation Management**, 2016.

COSTA, Ana R. Villela. Esterçamento Rápido - Video. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hTYJmW1_0tk> Acesso em 09 de Julho de 2018

CUTRIM, Sérgio Sampaio; TRISTÃO, José Américo Martelli; TRISTÃO, Virgínia Talaveira Valentini. Aplicação do método Delphi para identificação e avaliação dos fatores restritivos à

realização de Parcerias Público-Privadas (PPP). **Anais do XXIV Encontro da ANPAD**. Rio de Janeiro/RJ, v. 25, 2010.

DIÁRIO NFL. Disponível em: < <https://diarionfl.com/2012/11/02/semana-10-do-futebol-americano-universitario/>> Acesso em 03 de Outubro de 2018

DIAS, Tarcísio. **Entendendo os Diversos Tipos de Direção Veicular** (25/08/2014). Disponível em: <<https://blogdocaminhoneiro.com/2014/08/coluna-mecanica-online-entendendo-os-diversos-tipos-de-direcao-veicular/>>. Acesso em 20 de Abril de 2018

DRESCH, A.; LACERDA, D.P.; ANTUNES JÚNIOR, J.A.V. **Design Science Research: a Method for Science and Technology Advancement**. New York: Springer, 2015.

DRURY-GROGAN, M. L. Performance on agile teams: Relating iteration objectives and critical decisions to project management success factors. **Information and Software Technology**, v. 56, n. 5, p. 506-515, 2014.

EKLUND, Ulrik; BOSCH, Jan. Applying agile development in mass-produced embedded systems. In: **International Conference on Agile Software Development**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 31-46, 2012.

ENSSLIN, Leonardo et al.. ProKnow-C, knowledge development process-constructivist. **Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil**, v. 10, n. 4, p. 2015, 2010.

ESPOSITO NETO, Domingos. **Curso Automotivo Para Engenheiros: Chassis e Suspensão**. IECAT, 2000.

FOWLER, Martin; HIGHSMITH, Jim. The agile manifesto. **Software Development**, v. 9, n. 8, p. 28-35, 2001.

GABRIEL, J.; CARVALHO, G.; CAMEIRA, R. F. O desenvolvimento de protótipos nas indústrias: uma visão geral e perspectivas. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais**. P.10, João Pessoa-PB, 2016

GASKIN, P. Steven; et. Al. The voice of the customer. **Wiley International Encyclopedia of Marketing**, , 2010.

GHERGHINA, George; TUTUNEA, Dragos; POPA, Dragos. ABOUT DIGITAL MOCK-UP FOR MECHANICAL PRODUCTS. **Journal of Industrial Design & Engineering Graphics**, v. 10, 2015.

GRIFFIN, Abbie; HAUSER, John R. The voice of the customer. **Marketing science**, v. 12, n. 1, p. 1-27, 1993.

HADAR, Irit et al.. Less is more: Architecture documentation for agile development. In: **Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE), 2013 6th International Workshop on**. IEEE, p. 121-124, 2013.

HELDMAN, Kim. **Gerência de Projetos-Fundamentos**: um guia prático para quem quer certificação em gerência de projetos. Tradução: Luciana do Amaral Teixeira. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

HEVNER, Alan R. et al. Design science in information systems research. **MIS quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

JHA, Madan Mohan; VILARDELL, Rosa Maria Ferrer; NARAYAN, Jai. Scaling Agile Scrum Software Development: Providing Agility and Quality to Platform Development by Reducing Time to Market. In: **Global Software Engineering (ICGSE), 2016 IEEE 11th International Conference on**. IEEE, p. 84-88, 2016.

KIND, Luciana. Notas para o trabalho com a técnica de grupos focais/Notes for the work with focus group technique. **Psicologia em revista**, v. 10, n. 15, p. 124-138, 2008.

LEI, H. et al.. A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 43, n., p. 59-67, 2017.

MANIFESTO FOR AGILE SOFTWARE DEVELOPMENT. Disponível em: <<http://agilemanifesto.org/>>. Acesso em 03 de Outubro de 2018

MANUAL GLOBO DO AUTOMÓVEL: **Sistemas do Carro e Serviços de Engenharia**. Editora Rio Gráfica, Rio de Janeiro, 1988

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F. Design and natural science research on information technology. **Decision support systems**, v. 15, n. 4, p. 251-266, 1995.

MOE, N. B.; AURUM, A.; DYBÅ, T. Challenges of shared decision-making: A multiple case study of agile software development. **Information and Software Technology**, v. 54, n. 8, p. 853-865, 2012.

MUNARETTO, L., CORRÊA, Luiz H., CUNHA J A. C da.. Um estudo sobre as características do método Delphi e de grupo focal, como técnicas na obtenção de dados em pesquisas exploratórias. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, 6 (1), 9-24, 2013.

NGMTI. **Strategic Investment Plan for the Model-Based Enterprise**. Next Generation Manufacturing Technologies Initiative. 2005.

PAHL, G. et al. **Projeto na Engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. Tradução: Hans Andreas Werner. São Paulo: Blucher, 2005.

PEFFERS, K. et al.. A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico -2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®)**. 5ª ed. Project Management Institute, 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®)**. 6ª ed. Project Management Institute, 2017.

ROCHA, Juliana Rossi Pereira et al. O papel do APQP–Advanced Planning for Product Quality no desenvolvimento de produtos: análise de casos na relação montadora-autopeças. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 21, n. 2, p. 231-243, 2014.

ROOKS, B. A shorter product development time with digital mock-up. **Assembly Automation**, v. 18, n. 1, p. 34-38, 1998.

ROZENFELD, H. et al.. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. Editora Saraiva, 2006.

SACHAMANOROM, Weekij; SENOO, Dai. Voice of the Customer through Customer Cocreation: the Case of Fuji Xerox Japan. In: **PACIS**. 2016. p. 147.

SCRUM, Alliance. What is Scrum?. **We've been covering Scrum in such detail it makes you sick. And now**, 2013.

SIMON, Herbert A. **The sciences of the artificial** (3rd Ed.) MIT Press: Cambridge, MA, USA 1996.

SOMMER, Anita Friis et al.. Scrum integration in stage-gate models for collaborative product development—A case study of three industrial manufacturers. In: **Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2013 IEEE International Conference on**. IEEE, p. 1278-1282, 2013.

SOMMER, Anita Friis et al.. Improved product development performance through agile/stage-gate hybrids: The next-generation stage-gate process? **Research Technology Management**, v. 58, n. 1, p. 34-44, 2015.

ŠPUNDAK, Mario. Mixed agile/traditional project management methodology—reality or illusion?. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 119, p. 939-948, 2014.

SUNGKUR,K,R.; RAMASAWMY, M. Knowledge4Scrum, a novel knowledge management tool for agile distributed teams. **VINE**, v. 44, n. 3, p. 394-419, 2014.

TERRIBILI FILHO, Armando. **PMBOK: a Bíblia do Gerenciamento de Projetos**. Publicado na Revista Qualimetria FAAP – edição jun.2011 p. 78-79. Disponível em <<http://www.impariamo.com.br/base-de-conhecimento/artigos/gerenciamento-de-projetos/pmbok/item/259-pmbok-a-biblia-do-gerenciamento-de-projetos>> Acesso em 15 set. 2017.

THISSE, Lawrence C. Advanced quality planning: A guide for any organization. *Quality Progress*, v. 31, n. 2, p. 73-77, 1998.

VIETNAM World Class Manufacturing. Disponível em: <<https://vietnamwcm.files.wordpress.com/2008/09/qfd-process.jpg>>. Acesso em 03 de Outubro de 2018.

WRIGTH, James Terence Coulter; GIOVINAZZO, Renata Alves. Delphi – uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 12, p. 54-65, 2000.

ZIERIS, F.; SALINGER, S.; IEEE. Doing Scrum Rather Than Being Agile: A Case Study on Actual Nearshoring Practices. **2013 Ieee 8th International Conference on Global Software Engineering (Icgse 2013)**, v., n., p. 144-153, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E SISTÊMICA

Este apêndice apresenta a revisão da literatura que foi realizada previamente a este projeto. O procedimento adotado é a pesquisa bibliográfica e escolheu-se o *Knowledge Development Process-Constructivist (Proknow-C)* como ferramenta de pesquisa. O ProKnow-C tem o objetivo de identificar artigos acadêmicos com forte relevância à pesquisa. Esse método é composto basicamente de três passos: seleção do portfólio, análise bibliométrica e análise sistêmica do portfólio (ENSSLIN et. al, 2010).

Inicialmente foi realizada a etapa de seleção do portfólio bibliográfico representativo do tema de pesquisa. Nesta etapa foram definidos os eixos de pesquisa, as palavras-chave, assim como foram realizadas buscas em bases de dados e filtragens de artigos. Desta forma, foi construído um portfólio bibliográfico composto de 39 artigos alinhados ao tema de pesquisa. Através do resultado desta busca, inicia-se a etapa de análise bibliométrica, na qual são definidos os autores, os periódicos e as palavras-chave mais relevantes, assim como a evolução do tema de pesquisa. Estas etapas estão detalhadas a seguir

A1. Seleção do Portfólio Bibliográfico

Para a seleção do Portfólio Bibliográfico, inicialmente foi realizada a seleção da base de artigos brutos e na sequência, esta base foi filtrada com base em alguns parâmetros predefinidos.

A1.1 Seleção da base de artigos brutos

Para a seleção dos artigos brutos as seguintes etapas foram seguidas: *i)* Definição dos eixos e palavras-chave; *ii)* Seleção da base de artigos; *iii)* Busca nas bases de artigos; *iv)* Definição dos filtros do portfólio e *v)* Formação do banco de artigos bruto. As etapas serão detalhadas a seguir.

Definição dos eixos e palavras-chave

Os eixos de pesquisa foram definidos de acordo com o objetivo do presente trabalho, sendo estes: *i)* *Agile Product Management* e *ii)* *New Product Development*. As palavras-chave foram definidas, após a leitura de alguns artigos mais recentes acerca do assunto tratado. Como a grande parte dos artigos publicados estão na língua inglesa optou-se pelo uso de palavras-chave em inglês. Na Tabela 3 estão os eixos e as respectivas palavras-chave utilizadas.

Tabela 3 – Eixos de pesquisa e palavras-chave

Eixos	Palavras Chaves
<i>New Product Development</i>	<i>New Product Development</i> <i>NPD</i> <i>Product Development</i> <i>Product Development Process</i>
<i>Agile Product Management</i>	<i>Agile Development</i> <i>scrum</i> <i>Burndown charts</i> <i>Project Management</i> <i>Accelerated development</i> <i>Adaptive development</i>

Fonte: A autora

Seleção das Bases de Artigos

As bases de artigos foram selecionadas de acordo com as áreas de interesse no Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Assim, as bases escolhidas foram: *i*) Emerald; *ii*) Engineering Village (COMPEDEX); *iii*) IEEE; *iv*) Wiley; *v*) ProQuest; *vi*) Scopus; *vii*) Science Direct; *viii*) Springer Link; *ix*) Web of Science (SciELO) e *x*) Web of Science. Quanto à representatividade das mesmas, ficou definido que se a base retornasse pelo menos um artigo, esta seria mantida. Dessa maneira, todas as bases foram mantidas no processo.

Busca nas Bases de Artigos

Após a definição das bases, realizou-se a busca em cada uma delas utilizando os operadores booleanos “AND” e “OR”, sendo o operador “AND” empregado para unir os eixos e o “OR” para unir as palavras-chave. Assim, as buscas foram realizadas com o seguinte truncamento de palavras: (“*New Product Development*” OR “*NPD*” OR “*Product Development*” OR “*Product Development Process*”) AND (“*Agile Development*” OR “*scrum*” OR “*Burndown charts*” OR “*Project Management*” OR “*Accelerated development*” OR “*Adaptive development*”).

Definição dos Filtros do Portfólio

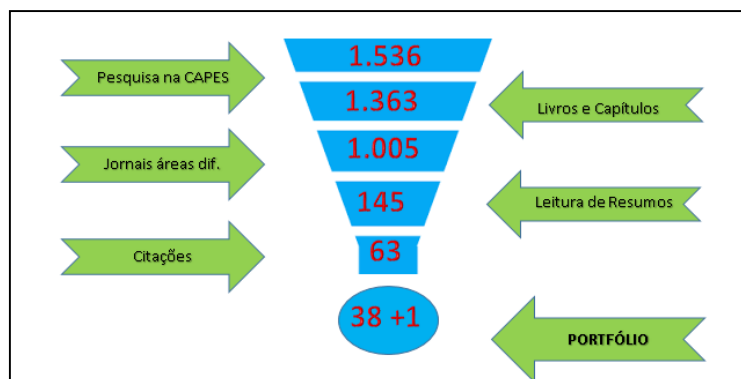
Para aplicar um filtro nas bases de dados foram considerados apenas artigos de periódicos e de congressos, no período entre 2012 e 2017.

A.1.2 Filtragem do Banco de Artigos

Todas as referências do banco de artigos bruto foram exportadas para o *Software* de gerenciamento bibliográfico *EndNote*, no qual realizou-se as etapas de filtragem. Inicialmente, foram eliminados os artigos em duplicidade e os artigos de capítulos e revistas, restando assim 1.363 artigos. Na sequência, foram excluídos 358 artigos, por estarem atrelados a outras áreas de conhecimento, apesar do filtro da seleção. Nos 1005 artigos restantes, foi realizada a leitura dos títulos a fim de verificar a aderência com o tema. Desta maneira, identificou-se que 145 artigos estavam aderentes ao tema de pesquisa. A seguir, foram lidos os resumos desses 145 artigos e apenas 63 foram considerados alinhados com o tema da pesquisa.

Na etapa subsequente, os artigos foram analisados quanto ao reconhecimento científico através da busca de citações de cada um no *Google Scholar*. O critério de relevância adotado foi a existência de pelo menos uma citação em cada artigo. Os artigos sem citação foram retirados do portfólio principal para serem analisados posteriormente e o portfólio provisório ficou composto por 38 artigos.

Na sequência, foram identificados os principais autores do tema da pesquisa com o objetivo de resgatar artigos que foram eliminados, mas que poderiam ser relevantes por serem escritos por estes autores. Desta maneira, retornou-se ao portfólio de artigos com títulos alinhados para identificar artigos escritos pelos autores principais, porém nenhum artigo foi encontrado nessa nova avaliação. Por fim, os artigos que não possuíam pelo menos uma citação foram reavaliados. Um destes artigos, publicado no ano de 2016, foi realocado ao portfólio provisório. Assim, o portfólio bibliográfico final, representativo do tema de pesquisa abordado, passou a ser composto por 39 artigos. A definição do portfólio final ocorreu em 18 de Abril de 2017. A Figura 57 ilustra o procedimento detalhado nesta seção.

Figura 57 – Seleção do portfólio bibliométrico

Fonte: A autora

A.2 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO PORTFÓLIO

A análise bibliométrica tem o objetivo de avaliar e interpretar o portfólio bibliográfico. Com a realização desta análise, pode-se identificar os autores que mais se destacam na área de pesquisa, o ano de publicação dos artigos, as palavras-chave encontradas no portfólio, bem como a relevância dos periódicos e congressos acerca do tema de pesquisa.

A primeira análise realizada é relacionada aos autores. Os 39 artigos, que compõem o portfólio bibliográfico, foram desenvolvidos por um total de 106 autores. Destes autores, identifica-se a presença de alguns pesquisadores brasileiros, os quais possuem mais de um artigo publicado (E.C. Conforto e D.C. Amaral - ambos com dois artigos publicados cada). A autora A. F. Sommer publicou a maior quantidade de artigos relativos ao tema, com cinco publicações. O autor R. G. Cooper publicou três artigos, já o autor I. Dukovska-Popovska publicou dois. Os demais autores publicaram apenas um artigo cada.

A segunda análise está relacionada ao ano de publicação dos artigos. Observou-se que a maioria dos artigos foram publicados em 2012 e em 2016, sendo que um artigo de 2017 aparece no portfólio (Gráfico 17).

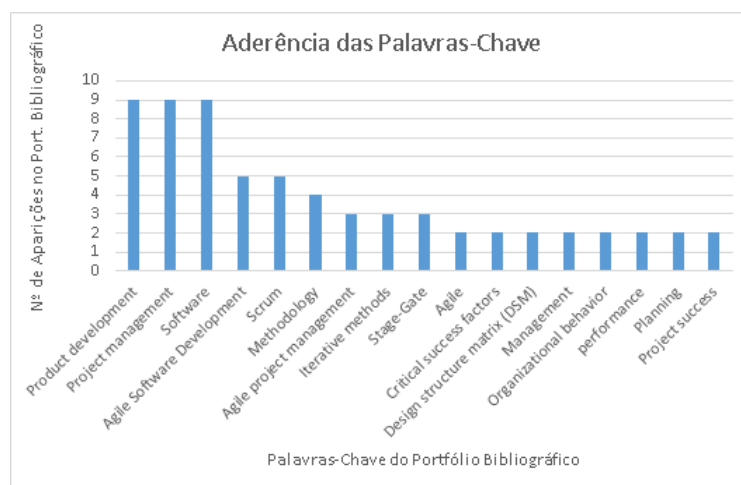
Gráfico 17 – Aderência das palavras-chave

Fonte: A autora.

Em uma terceira análise, foram verificadas as palavras-chave encontradas nos artigos do portfólio. Fez-se o agrupamento dos termos semelhantes, resultando num total de 189 palavras. Pode-se perceber que 123 palavras apareceram apenas uma vez nos artigos. O Gráfico 19 apresenta as palavras-chave mais utilizadas no portfólio bibliográfico, na qual destacam-se as palavras *Product Development*, *Project Management* e *Software* foram identificadas em 9 artigos do portfólio bibliográfico. As palavras-chave *Agile Software Development* e *Scrum* apareceram em 5 artigos. Entende-se, assim, que as palavras definidas no início desta pesquisa estavam alinhadas aos resultados encontrados.

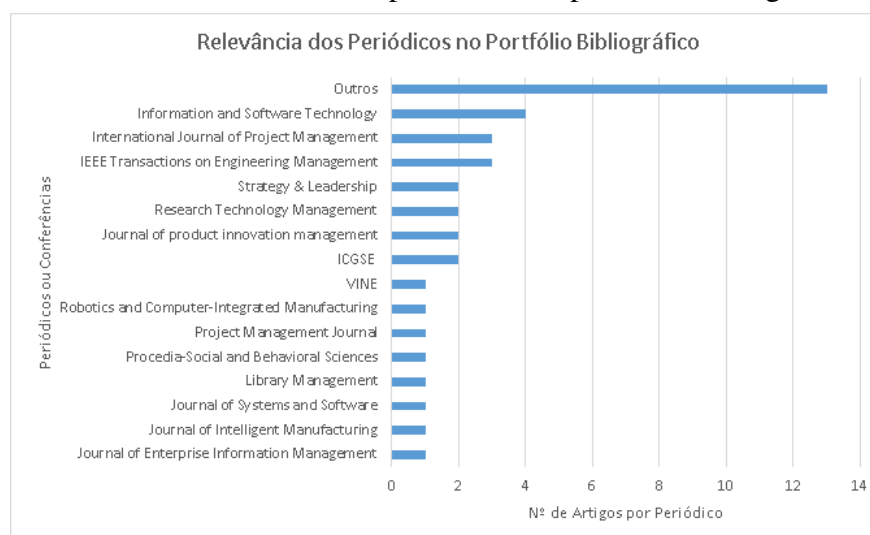
Gráfico 18 – Artigos publicados por ano

Fonte: A autora

Gráfico 19 – Aderência das palavras-chave

Fonte: A autora

Em uma quarta e última análise, os periódicos do portfólio bibliográfico foram organizados por grau de relevância. Pode-se verificar, que o periódico *Information and Software Technology* é o mais representativo no portfólio, seguido respectivamente do *International Journal of Project Management* e *IEEE Transactions on Engineering Management* (Gráfico 20).

Gráfico 20 – Relevância dos periódicos do portfólio bibliográfico

Fonte: A autora

Após a etapa de análise bibliométrica, partiu-se para o desenvolvimento da análise sistêmica, a qual será apresentada na etapa seguinte.

A.3 ANÁLISE SISTÊMICA

A análise sistêmica tem o objetivo de analisar uma amostra representativa de um dado assunto do portfólio bibliográfico (ENSSLIN et al., 2010). Para a realização desta análise todos os artigos do portfólio foram lidos na íntegra e alguns aspectos foram tabulados para ser possível identificar as oportunidades e tendências almejadas. Os seguintes aspectos foram tabulados: i) Objetivos; ii) Tipo de Artigo; iii) Unidade de Análise; iv) Metodologia; v) Resultados; vi) Recomendações Futuras e vii) Oportunidades. Assim foram identificadas as oportunidades de pesquisa dentre as quais pode-se destacar: i) estudo comparativo entre equipes colocalizadas e à distância; ii) aplicação do modelo híbrido num projeto piloto; iii) investigar o principal fator de sucesso do Gerenciamento Ágil aplicado a um modelo híbrido e iv) participação ativa do cliente durante os “*sprints*” identificando os requisitos do produto.

APÊNDICE B – FORMULÁRIO DO *SPRINT* 1**Pesquisa - 1º Sprint - Desenvolvimento de Produto - Volante Automotivo**

Olá! Esta pesquisa tem o objetivo de ouvir a voz do cliente no desenvolvimento de produto e faz parte do meu projeto de mestrado em Manufatura Inteligente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Campus Curitiba). A pesquisa completa terá quatro fases, sendo esta a primeira delas. Tempo aproximado de resposta apenas 2 a 3 minutos! As respostas serão tratadas com sigilo, destinando-se apenas para a análise da pesquisadora, sem identificação dos respondentes nos resultados de pesquisa.

Agradeço desde já a sua participação!

Ana Rita Villela Costa

*Obrigatório

Perfil do Respondente

A seguir algumas perguntas para te conhecer melhor!

1. Qual o seu nome? *

Seu nome será mantido em sigilo

2. Qual o seu gênero? *

Marcar apenas uma oval.

Masculino

Feminino

3. Qual a sua profissão? *

4. Qual a sua faixa etária? *

Marcar apenas uma oval.

18 a 25 anos

26 a 30 anos

31 a 39 anos

40 a 49 anos

50 a 59 anos

60 anos ou acima

5. Você possui CNH (Carteira Nacional de Habilitação)? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

6. Você costuma dirigir regularmente? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não *Após a última pergunta desta seção, interromper o preenchimento deste formulário.*

7. Com que frequência você costuma dirigir? *

Marcar apenas uma oval.

- Uma vez por mês
- Duas a Três vezes por mês
- uma vez por semana
- duas a três vezes por semana
- todos os dias
- Outro: _____

8. Você possui carro? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Após a última pergunta desta seção, ir para a pergunta 10.*
- Não

9. Se você não tem carro, pretende comprar um nos próximos 12 meses? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Talvez
- Já tenho carro e não pretendo comprar outro nos próximos 12 meses
- Já tenho carro e pretendo comprar outro nos próximos 12 meses

Opinião sobre Volante Automotivo

Nesta seção serão apresentadas três opções de projeto de volante automotivo e gostaria de saber sua opinião sobre cada um deles

10. Este é um volante do tipo "clássico". Em relação ao design, qual a sua opinião? *



Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Não gostei nada

Gostei muito

11. Qual nome comercial você escolheria para o volante denominado "clássico" *

Marcar apenas uma oval.

Retro Classic

Vintage

Elegance

Outro: _____

12. Este é um volante do tipo "esportivo". Em relação ao design, qual a sua opinião? *



Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

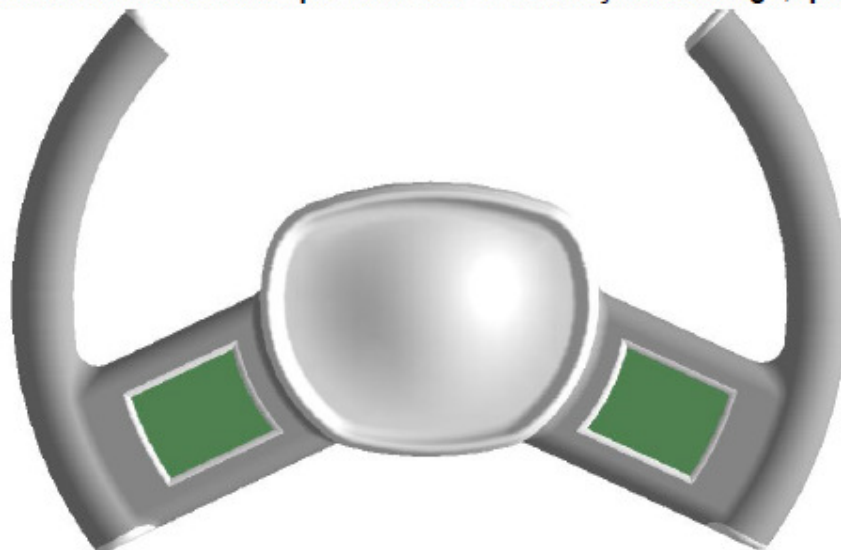
Não gostei nada Gostei muito

13. Qual nome comercial você escolheria para o volante denominado "esportivo" *

Marcar apenas uma oval.

- Super Sport
- Total Sport
- Sport SS
- Outro: _____

14. Este é um volante do tipo "futurista". Em relação ao design, qual a sua opinião? *



Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Não gostei nada Gostei muito

15. Qual nome comercial você escolheria para o volante denominado "futurista" *

Marcar apenas uma oval.

- Go To the Future
- Future and Now
- Total Future
- Outro: _____

16. Dos três modelos apresentados qual o que mais te agrada? *

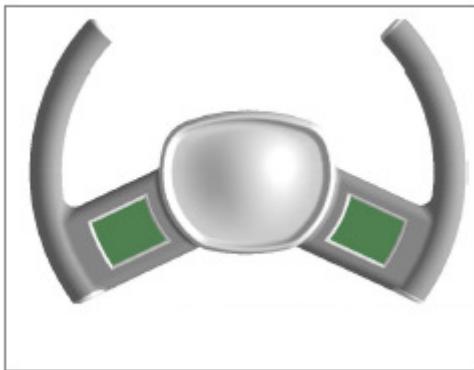
Marcar apenas uma oval.



Volante Clássico



Volante Esportivo



Volante Futurista

17. O que mais te agradou no volante selecionado?

Mencione os fatores que te influenciaram na sua escolha.

18. Qual o diâmetro ideal de um volante? *



Marcar apenas uma oval.

- 36 cm (Tamanho mínimo de acordo com a legislação)
- 37 cm
- 40 cm
- Maior que 40 cm

19. Qual a espessura ideal de um volante? *



Marcar apenas uma oval.

- 6 cm
- 7 cm (tamanho padrão)
- 8 cm
- Maior que 8 cm

20. Quais dos acessórios abaixo você acha importante que um volante possua? *

Pode escolher mais de uma opção

Marque todas que se aplicam.

- Air Bag embutido
- Buzina integrada
- Controle de som
- Controle de computador de bordo
- Controle de retrovisores
- Controle dos limpadores de parabrisa
- Controle das setas "pisca-pisca"
- Regulagem de altura do volante
- Regulagem da profundidade do volante
- Outro: _____

21. Como você gostaria que as regulagens (som, altura, limpadores, etc.) fossem feitas? *

Marcar apenas uma oval.

- Manual (alavancas)
- Eletrônica (botões)
- Eletrônica (telas de computador sensíveis ao toque)
- Outro: _____

22. Com relação ao material de fabricação do aro dos volantes, o que você acha mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- Ser barato
- Ser resistente
- Ser atêrmico (não sofre influência da temperatura externa)
- Ser bonito
- Ser nobre
- Ser Funcional
- Outro: _____

23. Qual material você escolheria para o aro do volante? *

Marcar apenas uma oval.

- Couro Natural
- Couro Ecológico
- Madeira
- Revestimento Emborrachado
- Polipropileno de Alta Performance
- Outro: _____

24. Qual a sua cor preferida para o aro do volante? *

Marcar apenas uma oval.

- Preto
- Prata
- Da cor do veículo
- Cor de Madeira
- Outro: _____

25. Com relação ao material de fabricação do centro dos volantes, o que você acha mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- Ser barato
- Ser resistente
- Ser atômico (não sofre influência da temperatura externa)
- Ser bonito
- Ser nobre
- Ser Funcional
- Outro: _____

26. **Qual material você escolheria para o centro do volante? ***

Marcar apenas uma oval.

- Aço Inox
- Alumínio
- Polipropileno Expandido
- Polipropileno Expandido e Alumínio
- Polipropileno Expandido e Aço Inox
- Outro: _____

27. **Qual a sua cor preferida para o centro do volante? ***

Marcar apenas uma oval.

- Preto
- Prata
- Da cor do veículo
- Cor de Madeira
- Bicolor
- Tricolor
- Outro: _____

28. **Você acha importante ouvir a opinião do usuário antes de lançar um produto no mercado? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Não tenho opinião formada sobre o assunto

29. **Como você se sente em relação a "fazer parte" do desenvolvimento de um produto? ***

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito mal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito bem

30. **Esta pesquisa terá mais três fases. Você tem interesse em participar das demais fases? ***

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não *Após a última pergunta desta seção, interromper o preenchimento deste formulário.*

31. **Favor informar seu e-mail para participação na próxima fase da pesquisa! ***

Obrigada pela participação e até a próxima fase!

_____ x _____

APÊNDICE C – FORMULÁRIO DO *SPRINT 2*

Pesquisa - 2º Sprint - Desenvolvimento de Produto - Direção

Olá! Esta pesquisa tem o objetivo de ouvir a voz do cliente no desenvolvimento de produto e faz parte do meu projeto de mestrado em Manufatura Inteligente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Campus Curitiba). A pesquisa completa terá quatro fases, sendo esta a segunda delas.

(A participação em cada fase é independente, então, se não participou da primeira e deseja participar desta, pode participar!)

Tempo aproximado de resposta apenas 2 a 3 minutos!

As respostas serão tratadas com sigilo, destinando-se apenas para a análise da pesquisadora, sem identificação dos respondentes nos resultados de pesquisa.

A pesquisa estará disponível de 09/05/2018 a 18/05/2018 (PRAZO ADIADO)

Agradeço desde já a sua participação!

Ana Rita Villela Costa
PPGEM – Engenharia de Manufatura
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

***Obrigatório**

1. Você participou da primeira etapa da pesquisa? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Ir para a pergunta 2.*
- Não *Ir para a pergunta 4.*

Dados Pessoais

Se você participou da primeira etapa, por favor informe seu nome e e-mail para que eu possa fazer uma conexão entre as fases.

2. Qual o seu nome? *

Informe seu nome para que eu possa te localizar na fase anterior da pesquisa

3. Qual o seu e-mail? *

Informe seu e-mail para que eu possa te localizar na fase anterior da pesquisa

Ir para a pergunta 13.

Perfil do Respondente (primeira participação)

4. Qual o seu nome? *

Seu nome será mantido em sigilo

5. Qual o seu gênero? *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
 Feminino

6. Qual a sua profissão? *

7. Qual a sua faixa etária? *

Marcar apenas uma oval.

- 18 a 25 anos
 26 a 30 anos
 31 a 39 anos
 40 a 49 anos
 50 a 59 anos
 60 anos ou acima

8. Você possui CNH (Carteira Nacional de Habilitação)? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

9. Você costuma dirigir regularmente? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

Após a última pergunta desta seção, interromper o preenchimento deste formulário.

10. Com que frequência você costuma dirigir? *

Marcar apenas uma oval.

- Uma vez por mês
 Duas a Três vezes por mês
 uma vez por semana
 duas a três vezes por semana
 todos os dias
 Outro: _____

11. Você possui carro? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Após a última pergunta desta seção, ir para a pergunta 13.*
- Não

12. Se você não tem carro, pretende comprar um nos próximos 12 meses? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Talvez
- Já tenho carro e não pretendo comprar outro nos próximos 12 meses
- Já tenho carro e pretendo comprar outro nos próximos 12 meses

Consolidação do Projeto do Volante

Na primeira etapa da pesquisa foram apresentadas três opções de volantes

Estes foram os volantes propostos na primeira etapa. Na imagem a seguir, o volante do meio foi o mais bem votado, porém com algumas melhorias no seu design. As próximas perguntas são para a consolidação deste projeto.



13. O design final do volante levou em conta a opinião dos usuários e foi modificado, ficando conforme a imagem abaixo. Qual a sua opinião sobre o mesmo? *



- ①- Vira à esquerda (seta)
- ②- Vira à direita (seta)
- ③- Baixar o volume do rádio
- ④- Desligar o som do rádio (mudo)
- ⑤- Atender o telefone
- ⑥- Desligar o telefone
- ⑦- Desligar o som do microfone (mudo)
- ⑧- Aumentar o volume do rádio
- ⑨- Buzina
- ⑩- Air Bag

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Não gostei nada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Gostei Muito

14. O que você mais gostou no novo design? *

15. O que você menos gostou no novo design? *

16. O que você mudaria no novo design? *

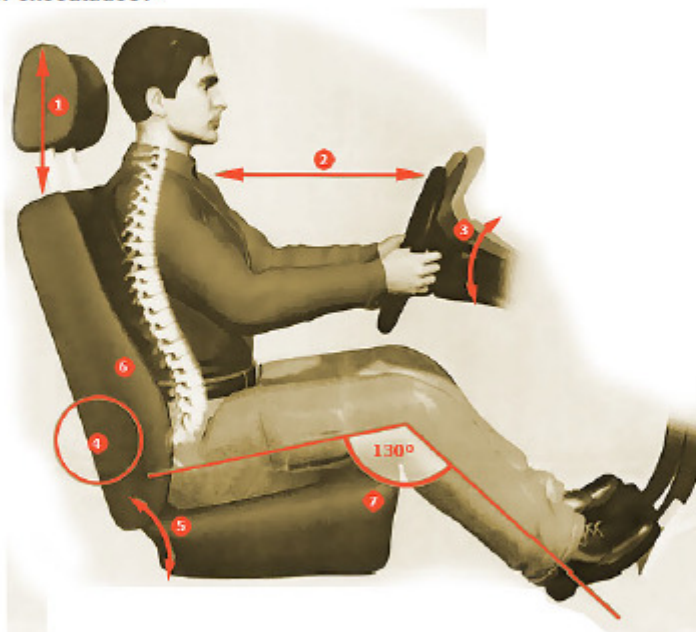
Opinião sobre a direção

Nesta etapa da pesquisa, gostaria de saber a sua opinião quanto a itens como conforto, segurança e materiais de fabricação relativos à direção veicular.

1 - Conforto veicular

As perguntas a seguir dizem respeito ao conforto na direção

17. O conforto do motorista está diretamente ligado a postura na direção. Um dos aspectos deste conforto é a distancia entre o motorista e o volante (2) e a altura do volante (3). Como nem todas as pessoas têm as mesmas dimensões estas posições devem ser ajustáveis ao motorista. Neste projeto estes ajustes são feitos na coluna de direção através da regulagem de altura e profundidade. Na sua opinião como estes ajustes devem ser executados? *



Marcar apenas uma oval.

- Manualmente através de alavancas
 Eletronicamente através de botoes
 Automaticamente através de sensores
 Outro: _____

18. Qual a razão da sua escolha?

Esta pergunta não é obrigatória mas eu gostaria de saber a sua opinião!

2 - Segurança veicular

As perguntas a seguir dizem respeito a segurança na direção

19. No caso de uma colisão frontal, a coluna de direção pode causar ferimentos graves no condutor do veículo. Para minimizar os danos, as colunas são projetadas com dispositivos de proteção. Neste projeto são propostas três opções de dispositivo de segurança conforme mostrado no quadro a seguir. De acordo com o que está apresentado qual o tipo de dispositivo de proteção você escolheria? *

TIPO	DESENHO	FUNCIONAMENTO	CARACTERÍSTICAS	CUSTO
1		Ao receber um forte impacto a coluna de direção quebra em uma de suas juntas universais	Como a coluna quebra durante o impacto é necessária a sua troca após uma colisão	Inicial: \$ (baixo) Manut.: \$\$ (médio) (troca)
2		A parte inferior da coluna desengata-se da superior ao absorver o coque de uma colisão	Após uma colisão é necessária a troca apenas da junta.	Inicial: \$\$ (médio) Manut.: \$ (baixo)
3		A coluna sofre uma retração e comprime sua parte sanfonada, diminuindo o impacto	A junta sanfonada volta a condição normal após uma colisão	Inicial: \$\$ (médio) Manut.: 0

Marcar apenas uma oval.

- Tipo 1 - Junta Universal
 Tipo 2 - Junta Retrátil
 Tipo 3 - Junta Sanfonada

20. Qual a influência do custo inicial na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Pequena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Grande

21. Qual a influência do custo de manutenção na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Pequena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Grande

22. Qual a influência do tipo de funcionamento na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Pequena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Grande

23. Dentre as características apresentadas, qual a que mais influenciou na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

- Custo Inicial
 Custo de Manutenção
 Tipo do Funcionamento
 Outro: _____

3 - Material de Fabricação

As perguntas a seguir dizem respeito aos materiais de fabricação da coluna de direção

24. A coluna de direção deve ser fabricada com um material que tenha uma boa resistência mecânica (caso de colisão e para execução de curvas) . Os materiais considerados para este projeto estão listados no quadro a seguir. Com base nestes dados qual o material você escolheria? *

Material de Fabricação	Peso Especifico médio (Mg/m ³)	Resistência a Compressão média (MPa)	Vantagens	Desvantagens
Liga de Aço	7,8	700	Boa Resistência mecânica e baixo custo	baixa resistência a corrosão (necessária proteção e maior peso)
Liga de Alumínio	2,8	300	resistência mecânica média, boa resistência a corrosão e custo médio	Mais leve que o aço e que o titânio
Liga de Titânio	4,4	1000	Excelente resistência mecânica e a corrosão	Mais leve que o aço e alto custo

Marcar apenas uma oval.

- Liga de Aço
 Liga de Alumínio
 Liga de Titânio

25. Qual a influência do peso específico na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Muito Pequena Muito Grande

26. Qual a influência da resistência mecânica na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Pequena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Grande

27. Qual a influência do custo na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Pequena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Grande

28. Dentre as características apresentadas, qual a que mais influenciou na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

- Peso Específico
- Resistência Mecânica
- Custo
- Outro: _____

Participação

29. Como você se sente em relação a "fazer parte" do desenvolvimento de um produto? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito mal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito bem

30. Esta pesquisa terá mais duas fases. Você tem interesse em participar das demais fases? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não Pare de preencher este formulário.

Informe seu e-mail caso tenha interesse em participar das próximas fases

31. Favor informar seu e-mail para participação na próxima fase da pesquisa! *

Obrigada pela participação e até a próxima fase!

_____ X _____

APÊNDICE D – FORMULÁRIO DO *SPRINT* 3

Pesquisa - 3º Sprint - Desenvolvimento de Produto - Dirigibilidade

Olá! Esta pesquisa tem o objetivo de ouvir a voz do cliente no desenvolvimento de produto e faz parte do meu projeto de mestrado em Manufatura Inteligente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Campus Curitiba). A pesquisa completa terá quatro fases, sendo esta a terceira delas.

(A participação em cada fase é independente, então, se não participou da primeira e/ou da segunda e deseja participar desta, pode participar!)

Tempo aproximado de resposta apenas 2 a 3 minutos!

As respostas serão tratadas com sigilo, destinando-se apenas para a análise da pesquisadora, sem identificação dos respondentes nos resultados de pesquisa.

A pesquisa estará disponível de 08/06/2018 a 17/06/2018 (DATA PRORROGADA)

Agradeço desde já a sua participação!

Ana Rita Villela Costa
PPGEM – Engenharia de Manufatura
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

***Obrigatório**

1. Você participou da primeira e/ou da segunda etapa da pesquisa? *

Marcar apenas uma oval.

Sim *Ir para a pergunta 2.*

Não *Ir para a pergunta 4.*

Dados Pessoais

Se você participou da primeira e/ou da segunda etapa, por favor informe seu nome e e-mail para que eu possa fazer uma conexão entre as fases.

2. Qual o seu nome? *

Informe seu nome para que eu possa te localizar nas fases anteriores da pesquisa

3. Qual o seu e-mail? *

Informe seu e-mail para que eu possa te localizar nas fases anteriores da pesquisa

Ir para a pergunta 13.

Perfil do Respondente (primeira participação)

4. Qual o seu nome? *

Seu nome será mantido em sigilo

5. Qual o seu gênero? *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
 Feminino

6. Qual a sua profissão? *

7. Qual a sua faixa etária? *

Marcar apenas uma oval.

- 18 a 25 anos
 26 a 30 anos
 31 a 39 anos
 40 a 49 anos
 50 a 59 anos
 60 anos ou acima

8. Você possui CNH (Carteira Nacional de Habilitação)? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

9. Você costuma dirigir regularmente? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

Após a última pergunta desta seção, interromper o preenchimento deste formulário.

10. Com que frequência você costuma dirigir? *

Marcar apenas uma oval.

- Uma vez por mês
 Duas a Três vezes por mês
 uma vez por semana
 duas a três vezes por semana
 todos os dias
 Outro: _____

11. **Você possui carro? ***

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

12. **Se você não tem carro, pretende comprar um nos próximos 12 meses? ***

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Talvez

Já tenho carro e não pretendo comprar outro nos próximos 12 meses

Já tenho carro e pretendo comprar outro nos próximos 12 meses

Opinião sobre a dirigibilidade do veículo

Nesta seção gostaria de saber a sua opinião quanto a dirigibilidade do veículo

1 - Auxílio à direção

As perguntas a seguir dizem respeito ao tipo de auxílio à direção para torná-la mais leve

13. O sistema de direção é composto basicamente por: volante, barra de direção, caixa de direção, barramento e tirantes da direção. Quando o condutor gira o volante, o esforço é transmitido para a caixa que faz mover os barramentos e tirantes que transmitem o movimento às rodas, permitindo a realização de curvas. Para que a direção fique mais leve a força exercida pelo condutor ao volante deve ser reduzida. Para isto existem sistemas auxiliares (listados na tabela abaixo). Dos sistemas apresentados qual o que você escolheria? *

Tipo	Funcionamento	Manutenção	Economia de Combustível	Custo
Hidráulica	Uma bomba de óleo, movida pelo motor do veículo, faz circular o óleo pela caixa de direção, tornando a mesma mais leve.	Periódica a cada 50 mil km. Cuidado com vazamentos.	Não gera economia	Custo do sistema baixo e de manutenção médio
Eletro Hidráulica	Uma bomba de óleo, movida por um motor elétrico, faz circular o óleo pela caixa de direção, tornando a mesma mais leve.	Periódica a cada 50 mil km. Cuidado com vazamentos.	Gera alguma economia devido ao motor ser elétrico	Custo do sistema médio e de manutenção médio
Elétrica	Não há óleo no sistema de direção. Um motor elétrico é fixado a caixa de direção que auxilia os braços de direção a ficarem mais leves.	Não necessita de manutenção periódica pois o sistema não tem óleo, bomba, mangueiras.	Gera uma maior economia pois além do motor elétrico há redução no peso do veículo	Custo do sistema alto e de manutenção baixo

Marcar apenas uma oval.

Hidráulica

Eletro Hidráulica

Elétrica

14. Qual a razão da sua escolha?

Esta pergunta não é obrigatória mas eu gostaria de saber a sua opinião! Responda em poucas palavras

15. Qual a influência do funcionamento na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Pequena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Grande

16. Qual a influência da manutenção na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Pequena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Grande

17. Qual a influência da economia de combustível na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Pequena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Grande

18. Qual a influência do custo na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Pequena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Grande

19. Dentre as características apresentadas, qual a que mais influenciou na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

- Funcionamento
- Manutenção
- Economia de combustível
- Custo
- Outro: _____

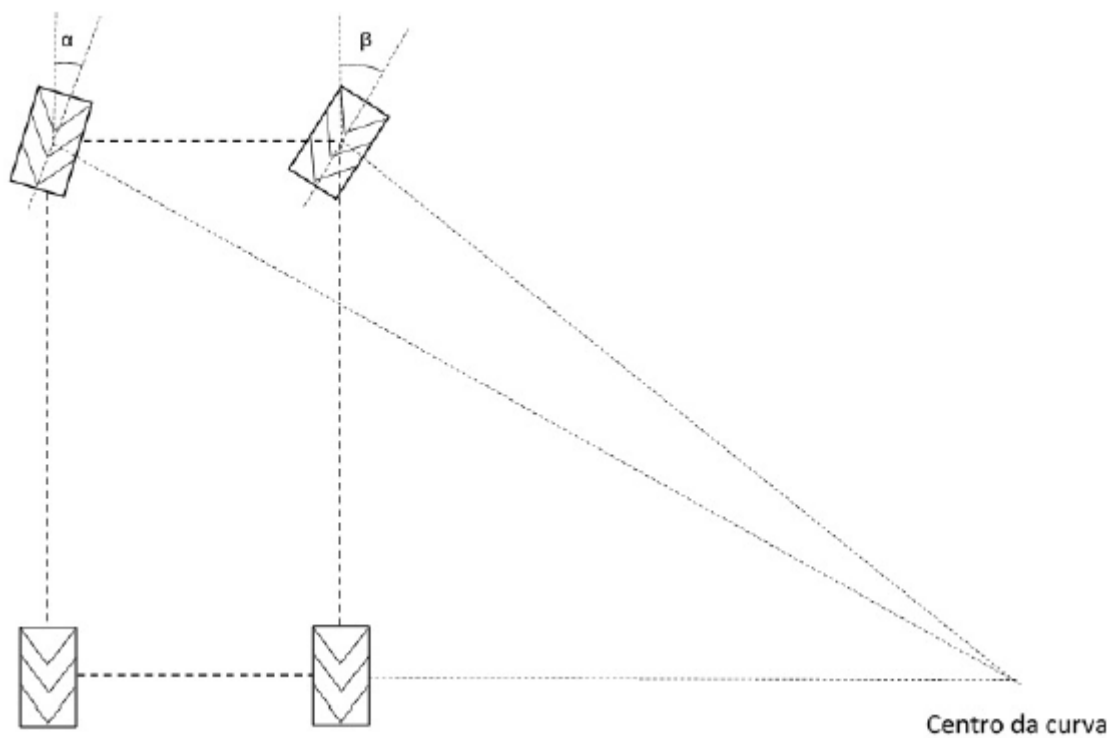
2 - Facilidade de Esterçamento (fazer curvas)

As perguntas a seguir dizem respeito a facilidade de executar curvas

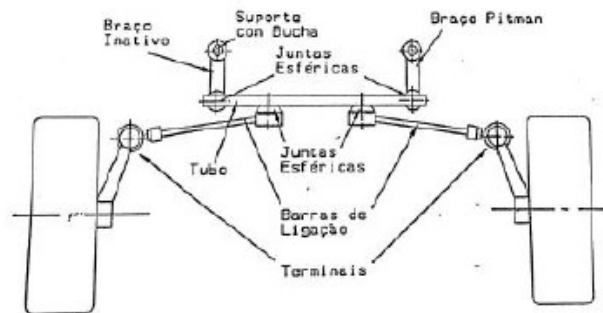
Geometria de Ackermann

"A geometria de Ackermann é o nome dado para o arranjo geométrico de ligações nos braços da direção de um veículo, com o intuito de resolver o problema dos ângulos das rodas durante uma curva" (CARVALHO, A., 2015)

Geometria de Ackermann (Imagem)

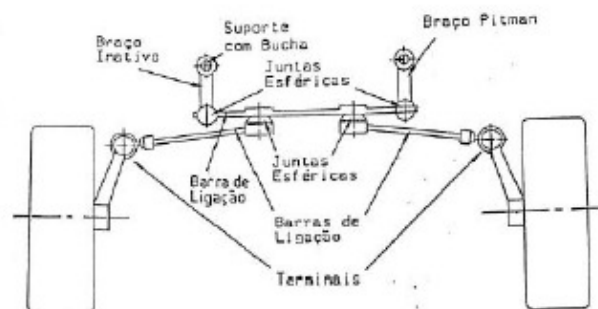


Para que o veículo possa atender à Geometria de Ackermann, os barramentos devem possuir determinadas características. As 3 figuras a seguir apresentam os tipos considerados neste projeto. Tipo 1 - Paralelogramo Tubular



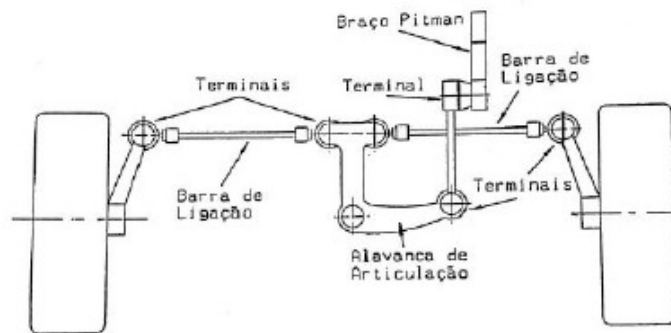
Tipo de Barramento	Funcionamento	Vantagens	Desvantagens
Paralelogramo Tubular	As três barras de ligação permitem movimento independente. É possível ajustar a direção através de buchas e parafusos presos a carroceria.	Relação geométrica precisa. A barra central livra as interferências entre o barramento e o chassis. São mais econômicas.	Problemas de folgas indesejáveis.

Tipo 2 - Paralelogramo Sólido



Tipo de Barramento	Funcionamento	Vantagens	Desvantagens
Paralelogramo Sólido	As três barras de ligação permitem movimento independente. É possível ajustar a direção através de buchas e parafusos presos a carroceria.	Relação geométrica precisa. A barra central livra as interferências entre o barramento e o chassis.	Alto Custo pois as barras são de metal sólido.

Tipo 3 - Central



Tipo de Barramento	Funcionamento	Vantagens	Desvantagens
Central	As barras de ligação são movimentadas através de uma alavanca em formato de "L", proporcionando o direcionamento das rodas.	Livrar folgas e fácil mudanças de reduções.	Custo alto e possíveis folgas nos pinos.

20. Levando em consideração as características apresentadas para cada tipo, qual o tipo de sua preferência? *

Marcar apenas uma oval.

- Tipo 1 - Paralelogramo Tubular
- Tipo 2 - Paralelogramo Sólido
- Tipo 3 - Central


21. Qual o principal motivo da sua escolha? *

Responda em poucas palavras

3 - Auxílio ao Condutor

As perguntas a seguir dizem respeito ao nível de automação veicular para auxílio ao condutor.

22. Existe uma escala criada pela SAE (Sociedade dos Engenheiros Automotivos) que separa a autonomia veicular em níveis distintos, com base em quão independente o sistema é. Existem 6 níveis (0 a 5). Neste projeto estão sendo levados em conta apenas os níveis 1, 2 e 3 conforme mostrado na planilha abaixo. Com base nos dados apresentados, qual nível de autonomia você gostaria que o seu veículo possuísse? *

Nível de Automação	Aplicação / Exemplo	Descrição	Tecnologia	Custo
Nível 1		O sistema consegue ajudar o condutor com algumas atividades simples, como alerta em ultrapassagem e controle da velocidade.	Cruise-Control NÃO adaptativo (Piloto Semi-Automático)	Baixo
Nível 2		O sistema é capaz de efetuar por conta própria algumas funções do veículo, como acelerar e frear de acordo com o limite estipulado pelo condutor. (Existe atualmente em veículos de luxo)	Cruise-Control adaptativo (Piloto Automático) + conjunto de sensores e radares	Médio
Nível 3		Esperado em modelos que sairão dentro de 5 anos, o nível 3 já consiste em veículos que podem se movimentar por conta própria tanto na parte de aceleração e direção quanto no monitoramento ativo do ambiente.	Conjunto mais robusto de sensores, como scanners a laser, sensores ultrassônicos e sistemas de radar	Alto

Marcar apenas uma oval.

- Nível 1
- Nível 2
- Nível 3

23. Qual o principal motivo da sua escolha? *

Responda em poucas palavras

24. Qual a influência da tecnologia na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Muito Pequena Muito Grande

25. Qual a influência do custo na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Muito Pequena Muito Grande

26. Dentre as características apresentadas, qual a que mais influenciou na sua escolha? *

Marcar apenas uma oval.

- Tecnologia
- Custo
- Autonomia, propriamente dita
- Outro: _____

27. Como você se sente em relação a "fazer parte" do desenvolvimento de um produto? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito mal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito bem

28. Esta pesquisa terá mais uma fase. Você tem interesse em participar da mesma? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não *Pare de preencher este formulário.*

Informe seu e-mail caso tenha interesse em participar da próxima fase

29. Favor informar seu e-mail para participação na próxima fase da pesquisa! *

Obrigada pela participação e até a próxima fase!

_____ x _____

APÊNDICE E – FORMULÁRIO DO *SPRINT* 4

Pesquisa - 4º Sprint - Desenvolvimento de Produto - Consolidação e Avaliação

Olá! Esta pesquisa tem o objetivo de ouvir a voz do cliente no desenvolvimento de produto e faz parte do meu projeto de mestrado em Manufatura Inteligente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Campus Curitiba). A pesquisa completa terá quatro fases, sendo esta a quarta e última fase!

(A participação em cada fase é independente, então, se não participou da primeira, segunda e/ou da terceira, e deseja participar desta, pode participar!)

Tempo aproximado de resposta apenas 5 a 10 minutos!

As respostas serão tratadas com sigilo, destinando-se apenas para a análise da pesquisadora, sem identificação dos respondentes nos resultados de pesquisa.

A pesquisa estará disponível de 13/07/2018 a 22/07/2018 (PRAZO ADIADO)

Agradeço desde já a sua participação!

Ana Rita Villela Costa
PPGEM – Engenharia de Manufatura
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

*Obrigatório

Dados Pessoais

Se você participou de algumas das fase anteriores, por favor informe seu nome e e-mail para que eu possa fazer uma conexão entre as fases.

2. Qual o seu nome? *

Informe seu nome para que eu possa te localizar nas fases anteriores da pesquisa

3. Qual o seu e-mail? *

Informe seu e-mail para que eu possa te localizar nas fases anteriores da pesquisa

Ir para a pergunta 13.

Perfil do Respondente (primeira participação)

4. Qual o seu nome? *

Seu nome será mantido em sigilo

5. Qual o seu gênero? *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
 Feminino

6. Qual a sua profissão? *

7. Qual a sua faixa etária? *

Marcar apenas uma oval.

- 18 a 25 anos
 26 a 30 anos
 31 a 39 anos
 40 a 49 anos
 50 a 59 anos
 60 anos ou acima

8. Você possui CNH (Carteira Nacional de Habilitação)? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

9. Você costuma dirigir regularmente? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não *Após a última pergunta desta seção, interromper o preenchimento deste formulário.*

10. Com que frequência você costuma dirigir? *

Marcar apenas uma oval.

- Uma vez por mês
 Duas a Três vezes por mês
 uma vez por semana
 duas a três vezes por semana
 todos os dias
 Outro: _____

11. Você possui carro? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

12. Se você não tem carro, pretende comprar um nos próximos 12 meses? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Talvez
- Já tenho carro e não pretendo comprar outro nos próximos 12 meses
- Já tenho carro e pretendo comprar outro nos próximos 12 meses

Consolidação do Projeto

Nesta seção serão realizadas perguntas a respeito da consolidação do Projeto, dividido entre o projeto do volante, o projeto da direção e o projeto de dirigibilidade.

1 - Projeto do Volante

As perguntas a seguir dizem respeito a consolidação do projeto do volante

13. 1.1 - Design do volante - Na primeira fase da pesquisa foram apresentadas três opções de design do volante sendo que o "volante esportivo" foi o selecionado pela maioria dos respondentes. Na segunda fase foram questionados alguns detalhes do volante escolhido e algumas alterações fizeram-se necessárias. A figura a seguir mostra a situação proposta na fase 2 e as alterações finais. Qual o seu grau de satisfação com o resultado final? *



- ① - Atender o telefone
- ② - Desligar o telefone
- ③ - Baixar o volume do rádio
- ④ - Aumentar o volume do rádio
- ⑤ - Desligar o som do rádio (mudo)
- ⑥ - Desligar o som do microfone (mudo)
- ⑦ - Air Bag
- ⑧ - Buzina

Obs: Os controles das setas foram retirados do volante e serão realizados por alavancas, que não aparecem nesta imagem.

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada Satisfeito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Satisfeito

14. Deixe aqui sua opinião

Este item não é obrigatório mas eu gostaria de saber a sua opinião! Responda em poucas palavras

1.2 - Volante Impresso em 3D - Para a consolidação do diâmetro e espessura do aro do volante, o mesmo foi impresso em 3D para avaliação presencial. Pela avaliação on-line ficou definido o diâmetro em 37 cm e a espessura em 7 cm. A avaliação presencial reduziu o diâmetro para 36 cm e a espessura foi mantida em 7 cm.



15. Qual o seu grau de satisfação com o valor do diâmetro escolhido na avaliação on-line (37 cm)? *



Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Nada Satisfeito Muito Satisfeito

16. Caso não tenha ficado satisfeito, qual valor do diâmetro seria o ideal, na sua opinião?

Pergunta não obrigatória (só responder caso não tenha ficado satisfeito com o valor escolhido)

17. Qual o seu grau de satisfação com o valor da espessura escolhido na avaliação on-line (7 cm)? *



Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Nada Satisfeito Muito Satisfeito

18. Caso não tenha ficado satisfeito, qual valor da espessura seria o ideal, na sua opinião?

Pergunta não obrigatória (só responder caso não tenha ficado satisfeito com o valor escolhido)

2 - Projeto da Direção

As perguntas a seguir dizem respeito a consolidação do projeto da direção

19. 2.1 - Conforto Veicular - O conforto do motorista está diretamente ligado a postura na direção. Um dos aspectos deste conforto é a distancia entre o motorista e o volante (2) e a altura do volante (3). Como nem todas as pessoas têm as mesmas dimensões estas posições devem ser ajustáveis ao motorista. Na pesquisa ficou definido que os ajustes serão executados eletronicamente através de botões. Qual seu nível de satisfação em relação a esta decisão? *



Marcar apenas uma oval.




1 2 3 4 5

Nada Satisfeito Muito Satisfeito

20. Deixe aqui sua opinião

Este item não é obrigatório mas eu gostaria de saber a sua opinião! Responda em poucas palavras

21. 2.2 - Segurança Veicular - No caso de uma colisão frontal, a coluna de direção pode causar ferimentos graves no condutor do veículo. Para minimizar os danos, as colunas são projetadas com dispositivos de proteção. Na pesquisa foi definida que a coluna de direção deveria ser a com junta sanfonada (tipo 3). Qual seu nível de satisfação em relação a esta decisão? *

TIPO	DESENHO	FUNCIONAMENTO	CARACTERÍSTICAS	CUSTO
1		Ao receber um forte impacto a coluna de direção quebra em uma de suas juntas universais	Como a coluna quebra durante o impacto é necessária a sua troca após uma colisão	Inicial: \$ (baixo) Manut.: \$\$ (médio) (troca)
2		A parte inferior da coluna desengata-se da superior ao absorver o coque de uma colisão	Após uma colisão é necessária a troca apenas da junta.	Inicial: \$\$ (médio) Manut.: \$ (baixo)
3		A coluna sofre uma retração e comprime sua parte sanfonada, diminuindo o impacto	A junta sanfonada volta a condição normal após uma colisão	Inicial: \$\$ (médio) Manut.: 0

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Nada Satisfeito Muito Satisfeito

22. Deixe aqui sua opinião

Este item não é obrigatório mas eu gostaria de saber a sua opinião! Responda em poucas palavras

23. **2.3 - Material de Fabricação - A coluna de direção deve ser fabricada com um material que tenha uma boa resistência mecânica (caso de colisão e para execução de curvas). Nesta pesquisa ficou empatado o uso da Liga de Alumínio e Liga de Titânio conforme tabela abaixo. Das duas ligas citadas qual a melhor na sua opinião? ***

Material de Fabricação	Peso Específico médio (Mg/m ³)	Resistência a Compressão média (MPa)	Vantagens	Desvantagens
Liga de Alumínio	2,8	300	resistência mecânica média, boa resistência a corrosão e custo médio	Mais leve que o aço e que o titânio
Liga de Titânio	4,4	1000	Excelente resistência mecânica e a corrosão	Mais leve que o aço e alto custo

Marcar apenas uma oval.

- Liga de Alumínio
- Liga de Titânio

24. Deixe aqui sua opinião

Este item não é obrigatório mas eu gostaria de saber a sua opinião! Responda em poucas palavras

3 - Projeto de Dirigibilidade

As perguntas a seguir dizem respeito a consolidação do projeto da dirigibilidade

25. 3.1 - Auxílio à Direção - O sistema de direção é composto basicamente por: volante, barra de direção, caixa de direção, barramento e tirantes da direção. Quando o condutor gira o volante, o esforço é transmitido para a caixa que faz mover os barramentos e tirantes que transmitem o movimento às rodas, permitindo a realização de curvas. Para que a direção fique mais leve a força exercida pelo condutor ao volante deve ser reduzida. Foram fornecidas três opções, a saber: Direção hidráulica, Eletro Hidráulica e Elétrica, sendo que esta última foi a escolhida. Qual a seu nível de satisfação em relação a esta escolha? *

Tipo	Funcionamento	Manutenção	Economia de Combustível	Custo
Hidráulica	Uma bomba de óleo, movida pelo motor do veículo, faz circular o óleo pela caixa de direção, tornando a mesma mais leve.	Periódica a cada 50 mil km. Cuidado com vazamentos.	Não gera economia	Custo do sistema baixo e de manutenção médio
Eletro Hidráulica	Uma bomba de óleo, movida por um motor elétrico, faz circular o óleo pela caixa de direção, tornando a mesma mais leve.	Periódica a cada 50 mil km. Cuidado com vazamentos.	Gera alguma economia devido ao motor ser elétrico	Custo do sistema médio e de manutenção médio
Elétrica	Não há óleo no sistema de direção. Um motor elétrico é fixado a caixa de direção que auxilia os braços de direção a ficarem mais leves.	Não necessita de manutenção periódica pois o sistema não tem óleo, bomba, mangueiras.	Gera uma maior economia pois além do motor elétrico há redução no peso do veículo	Custo do sistema alto e de manutenção baixo

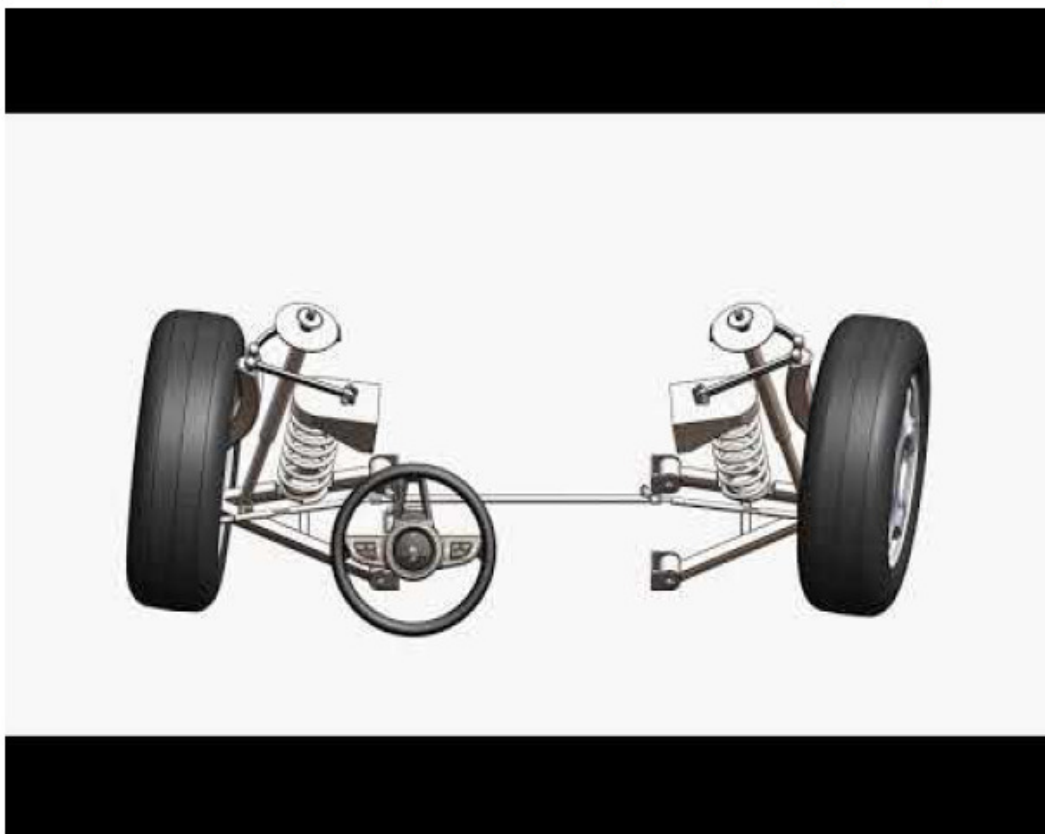
Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada Satisfeito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Satisfeito

26. Deixe aqui sua opinião

Este item não é obrigatório mas eu gostaria de saber a sua opinião! Responda em poucas palavras

3.2 - Geometria de Ackermann - Simulação de esterçamento da direção - Clique para iniciar o video



http://youtube.com/watch?v=hTYJmW1_0tk

27. 3.2 - Geometria de Ackermann - O video acima apresenta uma simulação do movimento da direção em relação ao movimento do volante, totalizando uma volta e meia do volante para o giro completo das rodas. Quanto a essa relação qual a sua opinião quanto ao número de voltas do volante? *




Marcar apenas uma oval.

- Poucas Voltas
- Muitas Voltas
- Suficiente

28. **Deixe aqui sua opinião**

Este item não é obrigatório mas eu gostaria de saber a sua opinião! Responda em poucas palavras

29. 3.3 - Auxílio ao Condutor - Existe uma escala criada pela SAE (Sociedade dos Engenheiros Automotivos) que separa a autonomia veicular em níveis distintos, com base em quão independente o sistema é. Existem 6 níveis (0 a 5). Neste projeto estão sendo levados em conta apenas os níveis 1, 2 e 3 conforme mostrado na planilha abaixo. Com base nos dados apresentados, foi selecionado o nível 2. Qual a seu nível de satisfação em relação a esta escolha? *

Nível de Automação	Aplicação / Exemplo	Descrição	Tecnologia	Custo
Nível 1		O sistema consegue ajudar o condutor com algumas atividades simples, como alerta em ultrapassagem e controle da velocidade.	Cruise-Control NÃO adaptativo (Piloto Semi-Automático)	Baixo
Nível 2		O sistema é capaz de efetuar por conta própria algumas funções do veículo, como acelerar e frear de acordo com o limite estipulado pelo condutor. (Existe atualmente em veículos de luxo)	Cruise-Control adaptativo (Piloto Automático) + conjunto de sensores e radares	Médio
Nível 3		Esperado em modelos que sairão dentro de 5 anos, o nível 3 já consiste em veículos que podem se movimentar por conta própria tanto na parte de aceleração e direção quanto no monitoramento ativo do ambiente.	Conjunto mais robusto de sensores, como scanners a laser, sensores ultrassônicos e sistemas de radar	Alto

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Nada Satisfeito Muito Satisfeito

30. Deixe aqui sua opinião

Este item não é obrigatório mas eu gostaria de saber a sua opinião! Responda em poucas palavras

Final da Consolidação

As próximas seções são para a avaliação da pesquisa como um todo

Avaliação da Pesquisa

Nas seções seguintes gostaria de avaliar a forma como a pesquisa foi realizada e sua opinião é muito importante!

31. Qual(is) fase(s) da Pesquisa você participou? *

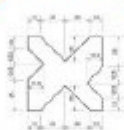



Marque as fases que você participou
 Marque todas que se aplicam.

- Fase 1 - Volante
- Fase 2 - Direção
- Fase 3 - Dirigibilidade
- Fase 4 - Consolidação

Mock-up Digital

Um produto pode ser representado de diversas formas. Nesta pesquisa algumas delas foram utilizadas e serão avaliadas nas seções subsequentes. Para conhecimento, a seguir, uma tabela mostra resumidamente alguns tipos de representação do produto.

Representação do Produto

Tipo de Representação	Exemplo	Descrição	Utilidade	Tecnologia	Tempo de Execução	Custo
Desenho 2D		Desenho em duas dimensões	Verificação das dimensões gerais do produto	Software de desenho 2D	Baixo	Baixo
Modelo 3D		Modelo digital em três dimensões	Visualização do produto no meio digital	Software de desenho 3D	Baixo	Baixo
Protótipo Rápido (impressão em 3D)		Modelo físico impresso em 3D com material plástico	Verificação do design e ergonomia do produto	Software de desenho 3D + Impressora 3D	Médio	Médio
Realidade Virtual		Simulação do produto num cenário virtual	Verificação da usabilidade do produto	Softwares específicos de RV + óculos e headset	Médio a Alto	Alto
Protótipo físico		Modelo padrão do produto final	Modelo para futura produção do produto	Ferramental e Mão de Obra	Alto	Alto

Participação na Fase 1 - Volante

32. Você participou da fase 1 (1o Sprint) - Volante? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Ir para a pergunta 33.*
- Não *Ir para a pergunta 35.*

Avaliação da Fase 1 - Volante

33. Na primeira fase (1o Sprint) foram apresentadas três opções de projeto do volante do veículo e para isto foram utilizados desenhos em 2D e modelos 3D. Na sua opinião o que foi apresentado foi suficiente para basear as suas escolhas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Ir para a pergunta 35.*
 Não *Ir para a pergunta 34.*

Recursos

34. Na sua opinião, quais recursos a mais você usaria para embasar as suas escolhas? *

Marque todas que se aplicam.

- Prototipagem rápida (Impressão em 3D)
 Modelo em realidade virtual
 Protótipo físico
 Outro: _____

Participação da pesquisa presencial do volante impresso em 3D

35. Você participou da avaliação presencial - Volante em 3D? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Ir para a pergunta 36.*
 Não *Ir para a pergunta 38.*

Recursos

37. Na sua opinião, quais recursos a mais você usaria para embasar as suas escolhas? *

Marque todas que se aplicam.

- Prototipagem rápida (Impressão em 3D do volante completo)
 Modelo em realidade virtual
 Protótipo físico
 Outro: _____

Participação na Fase 2 - Direção

38. Você participou da fase 2 (2o Sprint) - Direção? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Ir para a pergunta 39.*
- Não *Ir para a pergunta 41.*

Avaliação da Fase 2 - Direção

39. Na segunda fase (2o Sprint) foram avaliados o conforto, a segurança e os materiais de fabricação relativos a coluna de direção e para isto foram utilizados desenhos em 2D, modelos 3D e tabelas comparativas. Na sua opinião o que foi apresentado foi suficiente para basear as suas escolhas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Ir para a pergunta 41.*
- Não *Ir para a pergunta 40.*

Recursos

40. Na sua opinião, quais recursos a mais você usaria para embasar as suas escolhas? *

Marque todas que se aplicam.

- Prototipagem rápida (Impressão em 3D)
- Modelo em realidade virtual
- Protótipo físico
- Outro: _____

Participação na Fase 3 - Dirigibilidade

41. Você participou da fase 3 - Dirigibilidade? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Ir para a pergunta 42.*
- Não *Ir para a pergunta 44.*

Avaliação da Fase 3 - Dirigibilidade

42. Na terceira fase (3o Sprint) foram avaliados o auxílio a direção, auxílio ao condutor e a geometria de Ackermann e para isto foram utilizados desenhos em 2D e tabelas comparativas. Na sua opinião o que foi apresentado foi suficiente para basear as suas escolhas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Ir para a pergunta 44.*
- Não *Ir para a pergunta 43.*

Recursos

43. Na sua opinião, quais recursos a mais você usaria para embasar as suas escolhas? *

Marque todas que se aplicam.

- Modelo em 3D
- Prototipagem rápida (Impressão em 3D)
- Modelo em realidade virtual
- Protótipo físico
- Outro: _____

Avaliação da fase 4 - Consolidação

44. Na quarta fase (4o Sprint) foram consolidados os projetos das três fase anteriores e para isto foram utilizados desenhos em 2D, modelos 3D, simulação em video e tabelas comparativas. Na sua opinião o que foi apresentado foi suficiente para basear as suas escolhas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim Ir para a pergunta 46.
 Não Ir para a pergunta 45.

Recursos

45. Na sua opinião, quais recursos a mais você usaria para embasar as suas escolhas? *

Marque todas que se aplicam.

- Prototipagem rápida (Impressão em 3D)
 Modelo em realidade virtual
 Protótipo físico
 Outro: _____

Opinião sobre a Pesquisa

46. Como você se sentiu em relação a "fazer parte" do desenvolvimento de um produto? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito mal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito bem

47. Você acha importante a participação do cliente no desenvolvimento do produto? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

48. Na sua opinião qual o grau de importância da participação do cliente no desenvolvimento do produto? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito importante

49. Este espaço é para você dar a sua opinião sobre a pesquisa realizada.

Este item não é obrigatório, mas gostaria de saber a sua opinião

Esta foi a última fase da pesquisa e agradeço a você que participou em uma, duas, três ou todas as fases! Obrigada!

_____ x _____

APÊNDICE F – FORMULÁRIO DA RODADA 1 DA AVALIAÇÃO

Rodada 1 - Avaliação do Método de Desenvolvimento de Produto utilizando Mock-up Digital.

Olá! Este questionário tem o objetivo de avaliar o método criado na dissertação de mestrado cujo tema é "modelo híbrido de desenvolvimento de produto com utilização de mock-up digital". e faz parte do meu mestrado em Manufatura Inteligente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Campus Curitiba).

Tempo aproximado de resposta apenas 15 a 20 minutos!

As respostas serão tratadas com sigilo, destinando-se apenas para a análise da pesquisadora, sem identificação dos respondentes nos resultados de pesquisa.

Prazo para respostas: 03/08/2018 a 10/08/2018

Agradeço desde já a sua participação!

Ana Rita Villela Costa
PPGEM – Engenharia de Manufatura
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

*Obrigatório

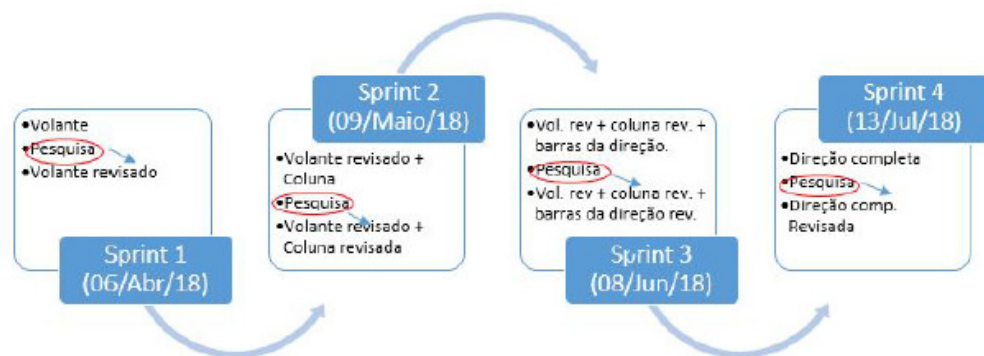
Descrição do Método Proposto

A seguir uma breve apresentação do método proposto

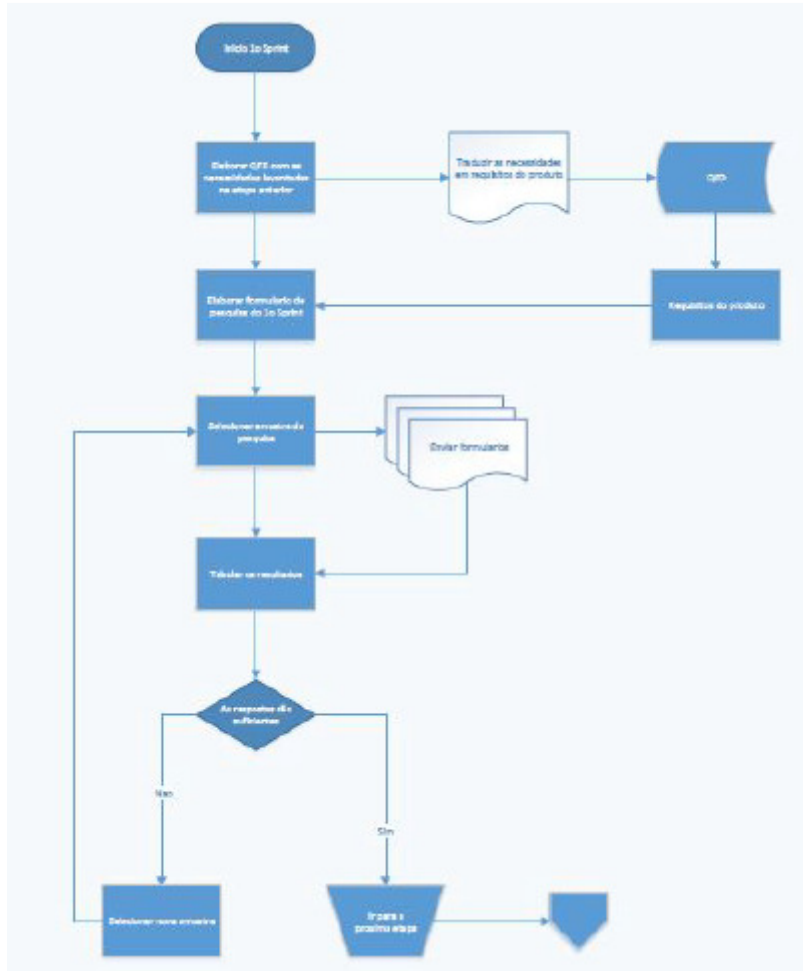
O método consiste em consultar a opinião do cliente, utilizando técnicas do gerenciamento ágil de produtos, durante o desenvolvimento de um produto físico. Esta consulta foi realizada em algumas fases chamadas de "sprints". A cada sprint os usuários foram consultados sobre os requisitos do produto através de questionários contendo representações virtuais do produto (desenhos em 2D, desenhos em 3D, simulações, etc - A tabela abaixo mostra resumidamente alguns tipos de representação do produto)

Tipo de Representação	Exemplo	Descrição	Utilidade	Tecnologia	Tempo de Execução	Custo
Desenho 2D		Desenho em duas dimensões	Verificação das dimensões gerais do produto	Software de desenho 2D	Baixo	Baixo
Modelo 3D		Modelo digital em três dimensões	Visualização do produto no meio digital	Software de desenho 3D	Baixo	Baixo
Protótipo Rápido (impressão em 3D)		Modelo físico impresso em 3D com material plástico	Verificação do design e ergonomia do produto	Software de desenho 3D + Impressora 3D	Médio	Médio
Realidade Virtual		Simulação do produto num cenário virtual	Verificação da usabilidade do produto	Softwares específicos de RV + óculos e headset	Médio a Alto	Alto
Protótipo Físico		Modelo padrão do produto final	Modelo para futura produção do produto	Ferramental e Mão de Obra	Alto	Alto

As respostas foram verificadas e novos sprints foram criados. Nesta pesquisa foram utilizados quatro sprints com intervalo médio de quatro semanas entre eles conforme mostrado resumidamente na figura a seguir. O produto utilizado foi o de uma direção veicular.



A cada sprint, as necessidades dos clientes, que foram levantadas na fase preliminar, são traduzidas em requisitos de produto utilizando o QFD e então são preparados questionários e aplicados aos usuários, então as respostas são tabuladas, o projeto é revisado e um novo sprint tem início de forma iterativa.



Aplicação do Método proposto

No vídeo a seguir a aplicação do método está mais detalhada para melhor compreensão

O vídeo a seguir apresenta o detalhamento da aplicação do método.

Fase 1 – Spint 1 - Volante

UTPR

<http://youtube.com/watch?v=u4Pgkua1FS8>

Dados Pessoais

1. Qual o seu nome? *

2. Qual o seu e-mail? *

3. Qual a Empresa que você trabalha? *

4. Qual a sua função na Empresa? *

5. Qual o seu nível de experiência com desenvolvimento de produto? *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

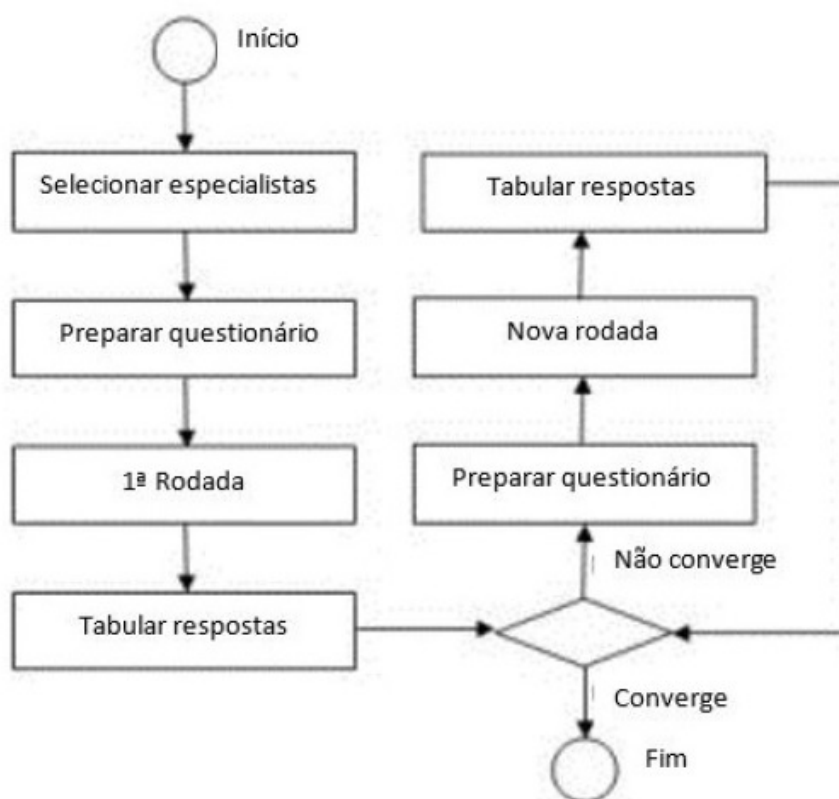
Nenhuma experiência

Muita experiência

Avaliação do Método

Esta avaliação está baseada nas técnicas Delphi onde esta é a primeira rodada e é composta por questões abertas. Fique à vontade para emitir a sua opinião pessoal em cada uma delas.

Fluxograma - Técnica Delphi



Opção de respostas por áudio

Caso deseje enviar sua resposta por áudio, siga este roteiro:

1 – Adicione meu whatsapp aos seus contatos



2 – Escreva “Áudio” nas perguntas do formulário que forem enviadas desta forma;

3 – Envie seu nome e empresa onde trabalha (via áudio ou texto) na primeira mensagem de whatsapp;

4 – Ao enviar suas resposta informe o número da pergunta, exemplo: “Pergunta 1.1: Minha resposta é...” ou apenas “1.1: Minha opinião é...”

1 - Usabilidade

Questões relacionadas a clareza e reuso do método

6. 1.1 - Este método pode ser usado com facilidade no contexto da Empresa onde você trabalha? Justifique sua resposta *

7. 1.2 - Na sua opinião qual o tipo de produto que pode ser desenvolvido com o uso do método proposto? Justifique sua resposta *

8. 1.3 - O método apresentado está facilmente compreensível (clareza)? Justifique sua resposta *

2 - Estrutura do Método

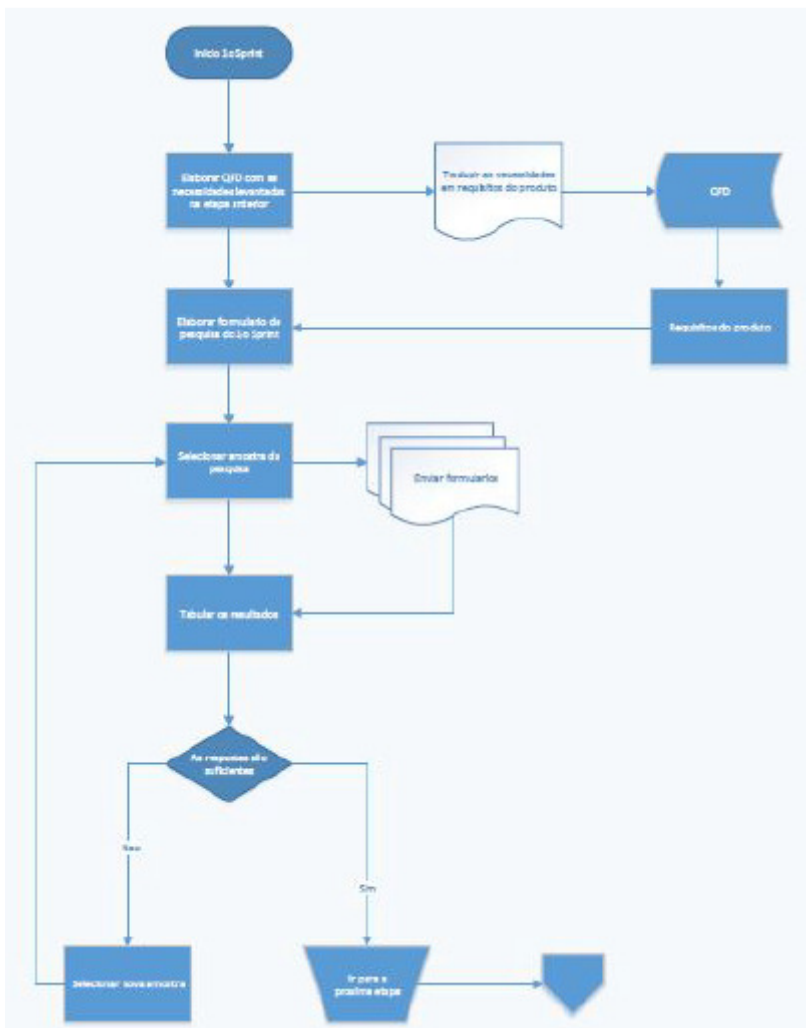
Questões relacionadas a estrutura do método

9. 2.1 - Na sua opinião o tempo (quatro semanas por sprint) entre cada fase do desenvolvimento de um produto físico é suficiente? Qual seria o tempo ideal? *

10. 2.2 - Na sua opinião o número de rodadas (quatro sprints) é suficiente para o desenvolvimento de um produto? Qual seria o número ideal? *



11. 2.3 - Na sua opinião método para executar cada sprint é viável? Justifique sua resposta *



3 - Qualidade de Uso

Questões relativas a satisfação do usuário e efetividade

12. 3.1 - O método proposto é capaz de satisfazer os clientes quanto ao atendimento das necessidades dos mesmos? Justifique sua resposta *

13. 3.2 - O método proposto é capaz de atender ao que se propõe? Justifique sua resposta *

14. 4 - Deixe aqui sua opinião

Esta pergunta é de resposta livre e não é obrigatória!

APÊNDICE G – FORMULÁRIO DA RODADA 2 DA AVALIAÇÃO

Rodada 2 - Avaliação do Método de Desenvolvimento de Produto utilizando Mock-up Digital.

Olá! Este questionário tem o objetivo de avaliar o método criado na dissertação de mestrado cujo tema é "modelo híbrido de desenvolvimento de produto com utilização de mock-up digital". e faz parte do meu mestrado em Manufatura Inteligente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Campus Curitiba).

Tempo aproximado de resposta apenas 5 a 10 minutos!

As respostas serão tratadas com sigilo, destinando-se apenas para a análise da pesquisadora, sem identificação dos respondentes nos resultados de pesquisa.

Prazo para respostas: 15/08/2018 a 22/08/2018

Agradeço desde já a sua participação!

Ana Rita Villela Costa
PPGEM – Engenharia de Manufatura
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

*Obrigatório

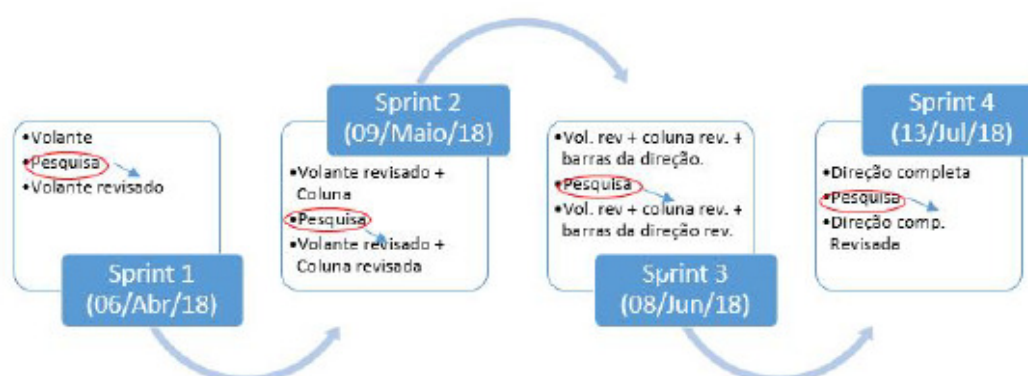
Descrição do Método Proposto

A seguir uma breve apresentação do método proposto (Esta descrição já foi apresentada na Rodada 1, caso deseje passe diretamente para a próxima seção)

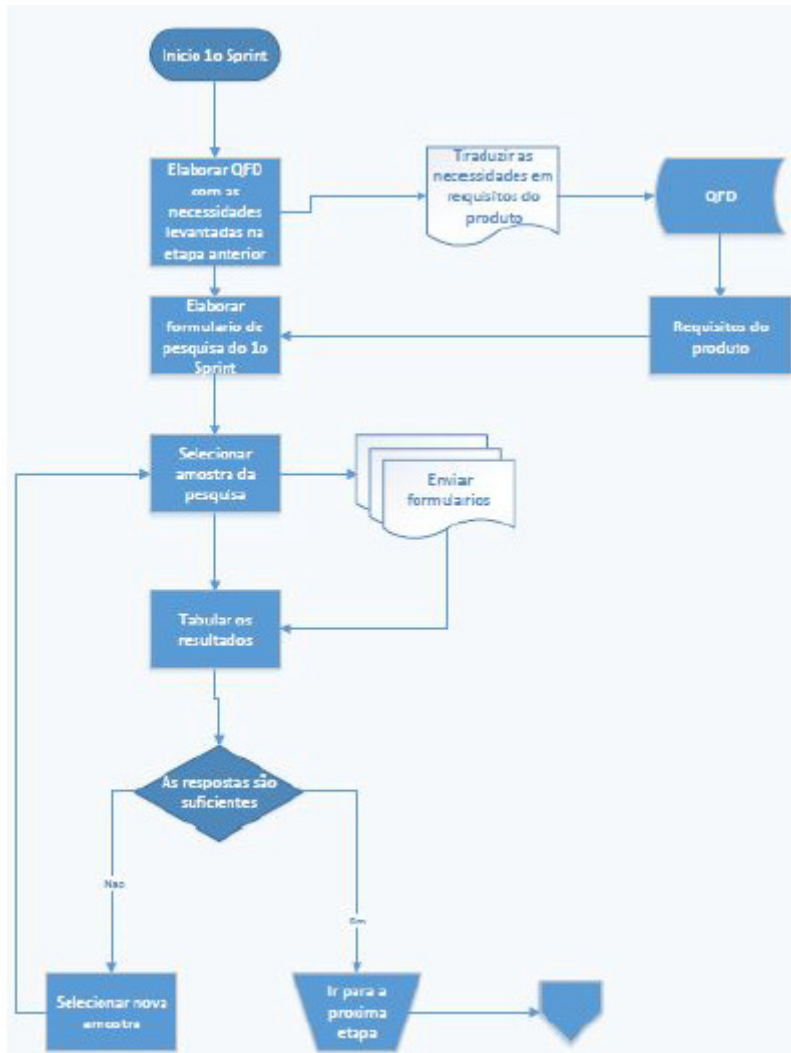
O método consiste em consultar a opinião do cliente, utilizando técnicas do gerenciamento ágil de produtos, durante o desenvolvimento de um produto físico. Esta consulta foi realizada em algumas fases chamadas de "sprints". A cada sprint os usuários foram consultados sobre os requisitos do produto através de questionários contendo representações virtuais do produto (desenhos em 2D, desenhos em 3D, simulações, etc - A tabela abaixo mostra resumidamente alguns tipos de representação do produto)

Tipo de Representação	Exemplo	Descrição	Utilidade	Tecnologia	Tempo de Execução	Custo
Desenho 2D		Desenho em duas dimensões	Verificação das dimensões gerais do produto	Software de desenho 2D	Baixo	Baixo
Modelo 3D		Modelo digital em três dimensões	Visualização do produto no meio digital	Software de desenho 3D	Baixo	Baixo
Protótipo Rápido (impressão em 3D)		Modelo físico impresso em 3D com material plástico	Verificação do design e ergonomia do produto	Software de desenho 3D + Impressora 3D	Médio	Médio
Realidade Virtual		Simulação do produto num cenário virtual	Verificação da usabilidade do produto	Softwares específicos de RV + óculos e headset	Médio a Alto	Alto
Protótipo Físico		Modelo padrão do produto final	Modelo para futura produção do produto	Ferramental e Mão de Obra	Alto	Alto

As respostas foram verificadas e novos sprints foram criados. Nesta pesquisa foram utilizados quatro sprints com intervalo médio de quatro semanas entre eles conforme mostrado resumidamente na figura a seguir. O produto utilizado foi o de uma direção veicular.



A cada sprint, as necessidades dos clientes, que foram levantadas na fase preliminar, são traduzidas em requisitos de produto utilizando o QFD e então são preparados questionários e aplicados aos usuários, então as respostas são tabuladas, o projeto é revisado e um novo sprint tem início de forma iterativa.



O vídeo a seguir apresenta o detalhamento da aplicação do método.

Fase 1 – Spint 1 - Volante

<http://youtube.com/watch?v=u4Pqkua1FS8>

Dados Pessoais

Informe seu nome e seu e-mail para que eu possa te localizar, já que a rodada 1 já foi respondida

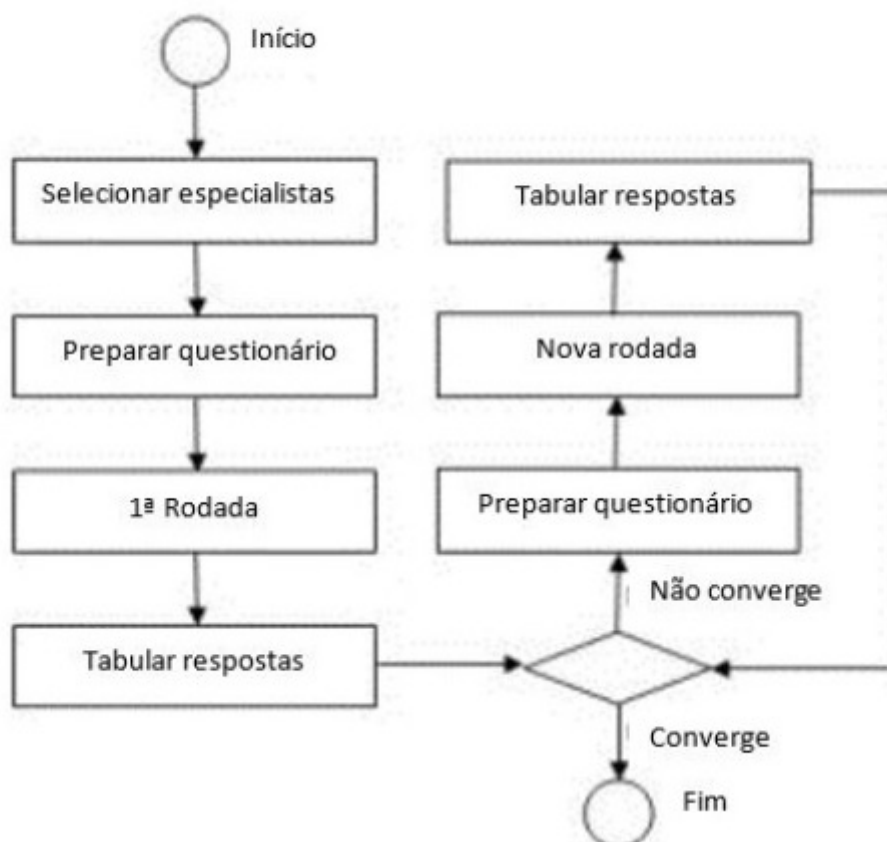
1. Qual o seu nome? *

2. Qual o seu e-mail? *

Avaliação do Método

Esta avaliação está baseada nas técnicas Delphi onde esta é a segunda rodada e é composta por questões tipo lista suspensa, cujo objetivo é chegar a um consenso entre os respondentes.

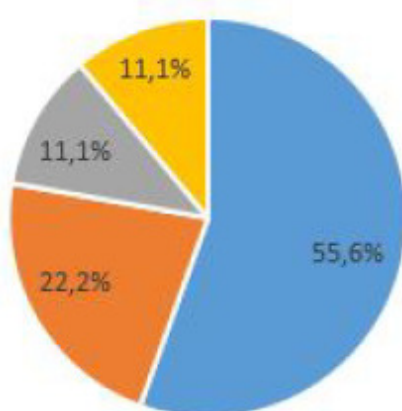
Fluxograma - Técnica Delphi



1 - Usabilidade

Questões relacionadas a clareza e reuso do método

3. 1.1 - Este método pode ser usado com facilidade no contexto da Empresa onde você trabalha? O Gráfico a seguir apresenta os resultados das repostas da Rodada 1 sendo que 55,6% responderam sim, 22,2% responderam sim, com restrições , 11,1% responderam não e 11,1% não souberam responder. Com qual das repostas você mais se identifica? *

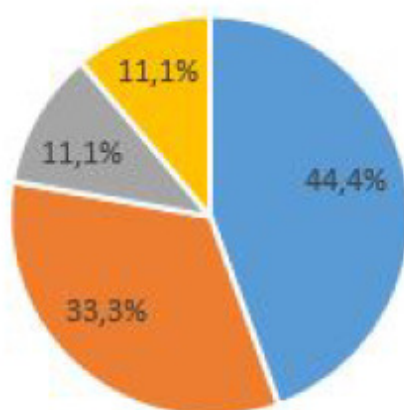


■ Sim ■ Sim, com restrições ■ Não ■ Não sabe dizer

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Sim, com restrições
- Não
- Não sabe responder

4. 1.2 - Na sua opinião qual o tipo de produto que pode ser desenvolvido com o uso do método proposto? O Gráfico a seguir apresenta os resultados das repostas da Rodada 1 sendo que 44,4% responderam que seriam aqueles produtos que possuem interface com o usuário, 33,3% responderam que seriam produtos de baixa complexidade, 11,1% responderem que seriam os componentes do veículo e 11,1% responderam que seriam produtos com conceito já definido. Com qual das respostas você mais se identifica? *



- Interface com o usuário ■ Baixa complexidade
- Componentes do veículo ■ Conceito definido

Marcar apenas uma oval.

- Interface com o usuário
- Baixa complexidade
- Componentes do veículo
- Conceito já definido

5. 1.3 - O método apresentado está facilmente compreensível (clareza)? Nesta pergunta 100% dos respondentes disseram que sim. Você concorda? *

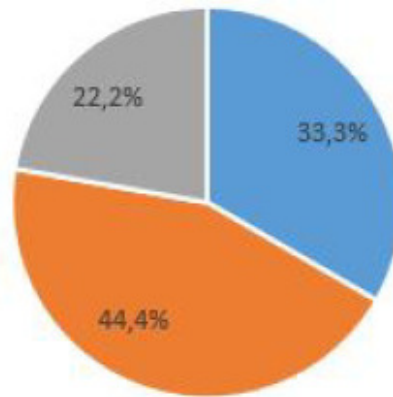
Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Outro: _____

2 - Estrutura do Método

Questões relacionadas a estrutura do método

6. 2.1 - Na sua opinião o tempo (quatro semanas por sprint) entre cada fase do desenvolvimento de um produto físico é suficiente? O Gráfico a seguir apresenta os resultados das repostas da Rodada 1 sendo que 33,3% disseram que o tempo ideal seriam 1 a 2 semanas, 44,4% disseram que depende do produto e 22,2% disseram que 4 semanas seria suficiente. Com qual das respostas você mais se identifica? *

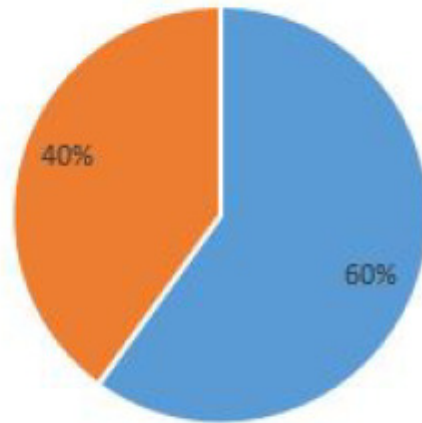


■ 1 a 2 semanas ■ Depende do produto ■ Suficiente

Marcar apenas uma oval.

- 1 a 2 semanas
- Depende do produto
- 4 semanas - Suficiente

7. 2.2 - Na sua opinião o número de rodadas (quatro sprints) é suficiente para o desenvolvimento de um produto? O Gráfico a seguir apresenta os resultados das repostas da Rodada 1 sendo que 60% responderam que depende do produto e 40% responderam que quatro sprints são suficientes. Com qual das respostas você mais se identifica? *

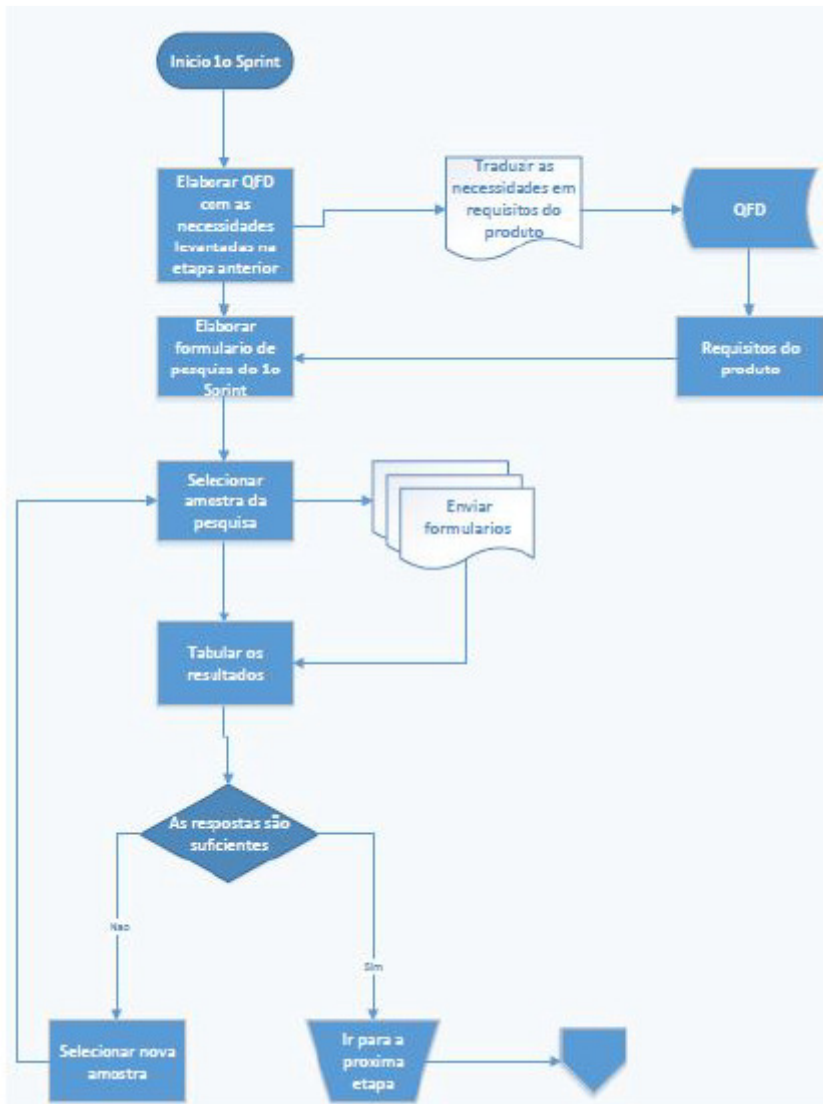


■ Depende do Produto ■ Suficiente

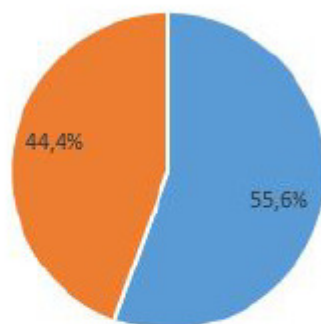
Marcar apenas uma oval.

- Depende do Produto
- Quatro Sprints são suficientes

2.3 - Na sua opinião o método para executar cada sprint é viável? Como a imagem do fluxograma não estava legível, segue uma nova versão do mesmo e na sequência a pergunta.



8. Na sua opinião o método para executar cada sprint é viável? O Gráfico a seguir apresenta os resultados das repostas da Rodada 1 sendo que 55,6% responderam que sim e 44,4% não souberam responder. Com qual das respostas você mais se identifica? *



■ Sim ■ Não soube responder

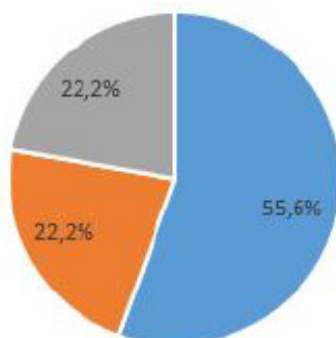
Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Não sei responder

3 - Qualidade de Uso

Questões relativas a satisfação do usuário e efetividade

9. 3.1 - O método proposto é capaz de satisfazer os clientes quanto ao atendimento das necessidades dos mesmos? O Gráfico a seguir apresenta os resultados das repostas da Rodada 1 sendo que 55,6% responderam que sim, 22,2% responderam que sim, parcialmente e 22,2% responderam que não exclusivamente. Com qual das repostas você mais se identifica? *

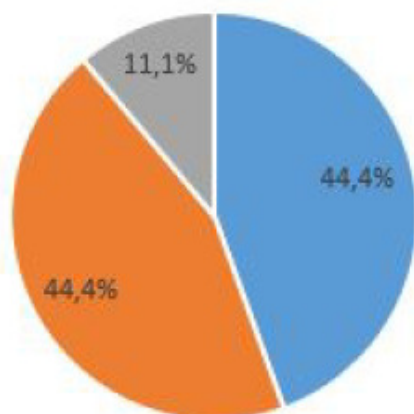


■ Sim ■ Sim, parcialmente ■ Não exclusivamente

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Sim parcialmente
- Não exclusivamente

10. 3.2 - O método proposto é capaz de atender ao que se propõe? O Gráfico a seguir apresenta os resultados das repostas da Rodada 1 sendo que 44,4% responderam que sim, 44,4% responderam que sim, parcialmente e 11,1% responderam que não. Com qual das respostas você mais se identifica? *



■ Sim ■ Sim, parcialmente ■ Não

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Sim, parcialmente
- Não

11. 4 - Deixe aqui sua opinião

Esta pergunta é de resposta livre e não é obrigatória!

_____ x _____