



Cristhian Allan Cansi

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA
MOVIMENTAÇÃO DE MOTOCICLETAS UTILIZANDO UMA
METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Horizontina

2016

Cristhian Allan Cansi

**DESENVOLVIMENTO DE UM DIPOSITIVO PARA
MOVIMENTAÇÃO DE MOTOCICLETAS UTILIZANDO UMA
METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Guilherme Beras, Mestre.

Horizontina

2016

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Desenvolvimento de um Dispositivo para Movimentação de Motocicletas Utilizando
uma Metodologia de Desenvolvimento de Produtos”**

Elaborada por:

Cristhian Allan Cansi

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 24/11/2016
Pela Comissão Examinadora

Mestre. Guilherme Jost Beras
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Mestre. Joao Batista Soares Coelho
FAHOR – Faculdade Horizontalina

Especialista. Jackson Luiz Bartz
FAHOR – Faculdade Horizontalina

**Horizontalina
2016**

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Eloi Cansi e Elaine Grings Cansi, e ao meu irmão Dener Gabriel Cansi, que sempre me apoiaram nesta caminhada, e que tanto se orgulham de min por mais esta conquista.

AGRADECIMENTO

Ao professor Orientador Guilherme Beras, pelo apoio e orientação do projeto, e pelo grande conhecimento e experiência repassado sobre Projeto de Produto.

Agradeço a todos os professores da FAHOR por todo o aprendizado e conhecimento transferido à nós alunos, pelo suporte e pela paciência nesta fase importante de nossas vidas.

Aos amigos e colegas desta caminhada, pela troca de informações, experiências e conhecimentos, pelo apoio nas horas difíceis, pelas risadas que nos fizeram muitas vezes espairecer e encarar as dificuldades com alegria e disposição, em especial, Diego Mayer, Marcos Lenz e Alexandro Carlin.

Sinto que nosso poço de criatividade está transbordando. Eu não acho que vá nos estigmatizar. Nada tem o poder de diminuir o amor que temos pelo que estamos fazendo neste momento.

Anthony Kiedis

RESUMO

A competitividade existente no mercado, faz com que empresas não meçam esforços para melhorarem seus produtos e serviços, inovarem e terem um nível cada vez maior de satisfação em seus clientes. É de fundamental importância que os produtos garantam a segurança humana, dessa forma, a preocupação com este aspecto tem motivado e exigido das empresas uma maior atenção em quesitos referenciados pelas normas regulamentadoras. O produto central do presente projeto é um dispositivo para movimentação de motocicletas em espaços reduzidos. Motocicleta, que é um veículo de duas rodas e tração traseira, é um meio de transporte cada vez mais comum, devido ao baixo custo para se manter a mesma. Com esse aumento, começam a surgir as oportunidades de melhorias. A proposta do presente projeto, foi desenvolver um produto por meio da metodologia de desenvolvimento de produtos, aplicando e desenvolvendo cada uma das fases do processo, consistindo no relatório de análises e resultados obtidos, tendo como objetivo o desenvolvimento das fases informacional, conceitual e detalhado, e para garantir segurança, o projeto será desenvolvido obedecendo a Norma Regulamentadora NR 17, e a fim de garantir a qualidade e confiabilidade do produto, foi explorada a análise estrutural do dispositivo por meio do programa SolidWorks. Os resultados obtidos foram muito satisfatórios, onde o modelo desenvolvido apresentou uma estrutura consistente, sem comprometer o peso final do conjunto, o qual ficou dentro da meta estipulada de 23kg, atendendo a norma regulamentadora.

Palavras-chave: Projeto de Produto. Segurança. Análise Estrutural.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Atividades genéricas das fases do processo de desenvolvimento de produtos | 7 |
| Figura 2 - Fatores de sucesso no desenvolvimento de novos produtos | 7 |
| Figura 3 - Ciclo de vida do produto | 9 |
| Figura 4 - Processo de desenvolvimento do produto | 15 |
| Figura 5 - Principais informações da fase de planejamento do projeto..... | 16 |
| Figura 6 - Etapas da fase de planejamento do projeto..... | 17 |
| Figura 7 - Principais informações da fase do projeto informacional..... | 18 |
| Figura 8 - Etapas da fase informacional do projeto..... | 19 |
| Figura 9 - Principais informações da fase de projeto conceitual..... | 20 |
| Figura 10 - Etapas da fase conceitual do projeto..... | 21 |
| Figura 11 - Principais informações da fase de projeto detalhado..... | 22 |
| Figura 12 - Etapas da fase detalhada do projeto..... | 23 |
| Figura 13 - Diagrama de Mudge | 29 |
| Figura 14 - Matriz QFD (Casa da Qualidade)..... | 30 |
| Figura 15 - Função global do dispositivo..... | 35 |
| Figura 16 - Funções específicas do dispositivo..... | 35 |
| Figura 17 - Organograma dos subsistemas e componentes do dispositivo de movimentação de motocicletas | 40 |
| Figura 18 - Apoio da roda traseira da motocicleta | 42 |
| Figura 19 - Detalhes dimensionais da base principal | 43 |
| Figura 20 - Apoio do "pé" da motocicleta..... | 43 |
| Figura 21 - Detalhes dimensionais da base secundária | 44 |
| Figura 22 - Detalhes técnicos do rodízio..... | 45 |
| Figura 23 - Parafuso escolhido para fixação | 45 |
| Figura 24 - Porca escolhida para fixação | 46 |
| Figura 25 - Arruela escolhida para fixação | 46 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Cronograma para execução..... | 25 |
| Quadro 2 - Requisitos dos clientes..... | 27 |
| Quadro 3 - Requisitos do projeto..... | 28 |
| Quadro 4 - Classificação dos requisitos dos clientes em ordem de importância..... | 29 |
| Quadro 5 - Classificação dos requisitos do projeto em ordem de importância..... | 31 |
| Quadro 6 - Terço superior..... | 32 |
| Quadro 7 - Terço médio..... | 32 |
| Quadro 8 - Terço inferior..... | 33 |
| Quadro 9 - Descrição das funções..... | 36 |
| Quadro 10 - Matriz morfologia do dispositivo..... | 36 |
| Quadro 11 - Concepção final do projeto..... | 38 |
| Quadro 12 - Peso dos componentes..... | 48 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 3 |
| 2 | REVISÃO DA LITERATURA | 6 |
| 2.1 | PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP)..... | 6 |
| 2.1.1 | PLANEJAMENTO DO PROJETO | 8 |
| 2.1.2 | PROJETO INFORMACIONAL | 8 |
| 2.1.3 | PROJETO CONCEITUAL | 10 |
| 2.1.4 | PROJETO DETALHADO | 11 |
| 2.2 | ANÁLISE ESTRUTURAL | 12 |
| 2.2.1 | <i>SOLID WORKS</i> ANÁLISE DE TENSÕES DE PEÇAS – <i>SIMULATIONXPRESS</i> | 13 |
| 2.3 | NORMA REGULAMENTADORA (NR17)..... | 14 |
| 3 | METODOLOGIA | 15 |
| 3.1 | MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS..... | 15 |
| 3.1.1 | PLANEJAMENTO DO PROJETO | 15 |
| 3.1.2 | PROJETO INFORMACIONAL | 17 |
| 3.1.3 | PROJETO CONCEITUAL | 19 |
| 3.1.4 | PROJETO DETALHADO | 21 |
| 4 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS | 24 |
| 4.1 | PLANEJAMENTO DO PROJETO | 24 |
| 4.1.1 | DEFINIR INTERESSADOS DO PROJETO | 24 |
| 4.1.2 | DECLARAÇÃO DO ESCOPO DO PRODUTO | 24 |
| 4.1.3 | DEFINIR ESCOPO DO PROJETO | 24 |
| 4.1.4 | ADAPTAR O MODELO DE REFERÊNCIA..... | 24 |
| 4.1.5 | ATIVIDADES E SUA DURAÇÃO..... | 25 |
| 4.1.6 | ANALISE DE RISCOS | 25 |
| 4.1.7 | AVALIAR FASE..... | 25 |
| 4.2 | PROJETO INFORMACIONAL..... | 26 |
| 4.2.1 | IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES DO PROJETO | 26 |
| 4.2.2 | ESTABELECIMENTO DOS REQUISITOS DOS CLIENTES | 27 |
| 4.2.3 | ESTABELECIMENTO DOS REQUISITOS DO PROJETO | 27 |
| 4.2.4 | HIERARQUIZAÇÃO DOS REQUISITOS DO PROJETO..... | 28 |
| 4.2.5 | ESTABELECIMENTO DAS ESPECIFICAÇÕES-METAS DO PROJETO..... | 31 |
| 4.2.6 | AVALIAR E APROVAR FASE | 33 |
| 4.3 | PROJETO CONCEITUAL | 34 |
| 4.3.1 | VERIFICAR O ESCOPO DO PROBLEMA | 34 |
| 4.3.2 | ESTABELECIMENTO DA ESTRUTURA FUNCIONAL | 35 |
| 4.3.3 | DESENVOLVIMENTO DE PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO PARA AS FUNÇÕES..... | 36 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.3.4 | COMBINAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO..... | 37 |
| 4.3.5 | EVOLUIR EM VARIANTES DE CONCEPÇÃO..... | 38 |
| 4.3.6 | DEFINIÇÃO DA ARQUITETURA..... | 38 |
| 4.3.7 | ANALISE DE SISTEMAS, SUBSISTEMAS E COMPONENTES (SSC)..... | 39 |
| 4.3.8 | DEFINIÇÃO ERGONÔMICA E ESTÉTICA DO PRODUTO..... | 39 |
| 4.3.9 | AVALIAR E APROVAR FASE..... | 40 |
| 4.4 | PROJETO DETALHADO..... | 40 |
| 4.4.1 | CRIAR E DETALHAR SSCs, DOCUMENTAÇÕES E CONFIGURAÇÃO..... | 40 |
| 4.4.1.1 | DETERMINAÇÃO DOS SISTEMAS, SUBSISTEMAS E COMPONENTES..... | 40 |
| 4.4.1.2 | LEIAUTE DETALHADO E DESENHO DE FORMA..... | 41 |
| 4.4.1.2.1 | CONJUNTO DE APOIO DA RODA TRASEIRA DA MOTOCICLETA..... | 41 |
| 4.4.1.2.2 | CONJUNTO DE APOIO DO “PÉ” DA MOTOCICLETA..... | 43 |
| 4.4.1.2.3 | RECURSO PARA MOVIMENTAÇÃO..... | 44 |
| 4.4.1.2.4 | RECURSO PARA FIXAÇÃO DOS RODÍZIOS..... | 45 |
| 4.4.2 | AVALIAR SSCs, CONFIGURAÇÕES E DOCUMENTAÇÃO DO PRODUTO..... | 46 |
| 4.4.2.1 | ANÁLISE DE ESFORÇOS DO MODELO..... | 46 |
| 4.4.2.2 | ESCOLHA DO MATERIAL..... | 47 |
| 4.4.2.3 | NORMAS TÉCNICAS DE SEGURANÇA..... | 48 |
| 4.4.3 | AVALIAR E APROVAR FASE..... | 48 |
| 5 | CONCLUSÕES..... | 49 |
| | RESULTADOS DO QUESTIONARIO APLICADO NOS CLIENTES EXTERNOS..... | 51 |
| | ANEXO A - SIMULAÇÃO DA BASE PRINCIPAL..... | 52 |
| | ANEXO B - SIMULAÇÃO DA BASE SECUNDÁRIA..... | 56 |

1 INTRODUÇÃO

Produto é um conjunto de atributos tangíveis e intangíveis que proporciona benefícios reais ou percebidos com a finalidade de satisfazer as necessidades e os desejos do consumidor. Pode ser considerado como qualquer coisa que possa ser oferecida a um mercado para atenção, aquisição, uso ou consumo, e que possa satisfazer a um desejo ou necessidade (KOTLER e ARMSTRONG, 1999).

Para Back (2008), desenvolver habilidades além do conhecimento acerca de princípios da atividade de projetar, é objetivo da disciplina de Projeto do Produto. Por meio do desenvolvimento simulado de um produto, são discutidas as diferentes etapas e observados os desafios encontrados durante o projeto.

A fase de projeto é um momento importante para o futuro das atividades de uma empresa, principalmente por ser momento ou período que os produtos tomam sua forma, inicia-se o processo de materialização, as decisões são tomadas considerando a viabilidade econômica, e onde busca-se ao máximo atender as necessidades e expectativas do mercado, ou seja, os clientes (AMARAL, 2006).

O presente trabalho apresenta o projeto de um dispositivo para movimentação de motocicletas desenvolvido com base na metodologia *Product Development Process*. Partindo da ideia de um produto que tem como proposta auxiliar a movimentação de motocicletas em espaços reduzidos, será seguida a metodologia para o desenvolvimento e a criação de um modelo que possa atender as necessidades de utilização, bem como as restrições impostas por normas regulamentadoras.

Visando a qualidade e segurança, o presente trabalho aprofunda seus estudos em relação a mecânica dos sólidos e normas regulamentadoras. Com base na análise de estruturas metálicas, analisa os materiais empregados para a fabricação do produto, bem como valida a utilização dos mesmos. Buscando-se atender NR 17 (Ergonomia), realizam-se estudos para adequação do uso do produto sem comprometer a saúde do operador.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O uso compartilhado de garagens entre motocicletas e automóveis, geralmente pode implicar em complicações nas movimentações dos veículos. Esta dificuldade é mais frequente para movimentação das motocicletas, pois exige um esforço excessivo do usuário para girar a motocicleta, superando o indicado pelas normas de segurança e ergonomia.

1.2 JUSTIFICATIVA

Em pesquisas realizadas, foram encontrados fornecedores e fabricantes de dispositivos no mercado interno, porém com modelos e aplicações em motos de grande porte. Foram encontrados dispositivos similares sendo comercializados na Europa e Argentina, os quais somente atendem as necessidades das motocicletas destes países, não sendo compatíveis aos equipamentos brasileiros.

Os produtos fabricados fora do país, além apresentar design diferenciado do produtos aqui vendidos, devido a questões de logística e cambio monetário, se tornam incomerciáveis. A maioria dos dispositivos encontrados excede o peso indicado pelas normas de ergonomia do nosso país, o qual é justificado pelo fato das motocicletas serem de maior cilindrada, consequentemente possuir maior peso. Para isso, estes dispositivos necessitam ser mais robustos para suportar as cargas das motocicletas.

Com base nestas dificuldades, o projeto pretende disponibilizar um dispositivo que seja capaz de movimentar com segurança e dentro normas de ergonomia, os principais tipos de motocicletas do mercado nacional, diminuindo os esforços e otimizando os espaços. Deve ser capaz de atender as motocicletas do grupo de até 400 cc. E não fazendo parte do escopo, as motocicletas de grande porte.

1.3 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um dispositivo de movimentação aplicando a metodologia PDP, viabilizando a movimentação de motocicletas em espaços reduzidos.

1.4 OBJETIVO ESPECIFICO

Os objetivos específicos do presente trabalho são os seguintes:

- Desenvolver e relatar as etapas de desenvolvimento do produto (Planejamento do Projeto, Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado);
- Desenvolver uma análise por meio de cálculos estruturais para a fabricação do corpo do produto, justificando e indicando o material aço 1045 trefilado;
- Analisar questões de segurança, de modo garantir que produto respeite e atenda as normas regulamentadoras de modo a promover o fácil manuseio com uso de baixo esforço.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Amaral (2006), a partir das necessidades do mercado, das possibilidades e restrições tecnológicas, desenvolvem-se os produtos por meio de um conjunto de atividades. Considerando as estratégias competitivas, busca-se sempre chegar às especificações de projeto de produto, e para que a manufatura seja capaz de produzi-lo, o seu processo de produção.

Baxter (2011) salienta que a inovação vem crescendo muito, e a vida média dos produtos no mercado está diminuindo. Desta forma, para competir com os concorrentes é necessário que as empresas introduzam continuamente novos produtos em sua linha de vendas, para assim impedir perdas de participação em vendas no mercado.

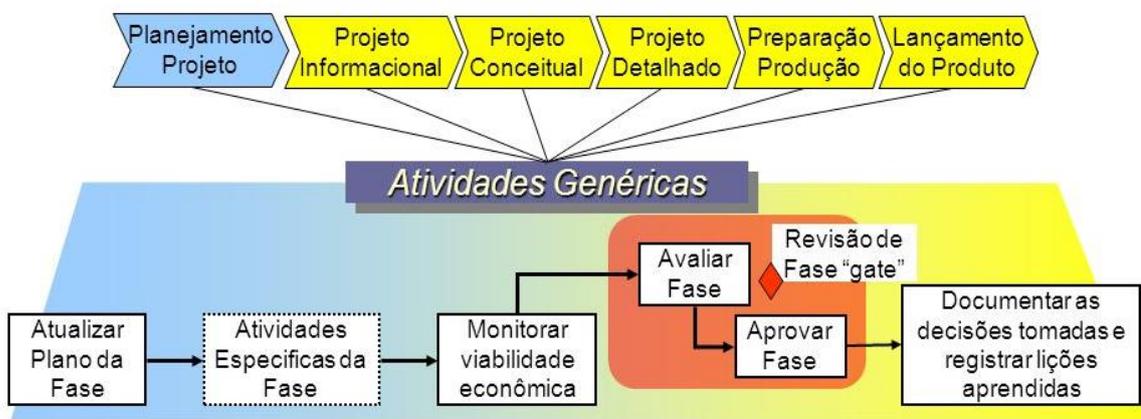
2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP)

Conforme Back (2008), situando-se na interface entre a empresa e o mercado, o processo PDP deve identificar as necessidades do mercado, e propor soluções relacionando projetos de produtos e serviços de modo a atender a tais necessidades. Este processo possui características que o fazem relativamente diferente dos demais processos das empresas. Para a maioria das companhias, o lançamento de um produto novo no mercado é o resultado de um esforço que pode durar tempo significativo e envolver quase todos os setores funcionais da empresa. Esta etapa influencia diretamente nas vendas futuras e conseqüentemente na sobrevivência da empresa.

Para Baxter (2011), por envolver diversos interesses e habilidades, podemos considerar como complexa a atividade de desenvolvimento de novos produtos, pois os consumidores desejam novidades, com melhores produtos e preços razoáveis, os engenheiros de produção buscam simplicidade na fabricação e facilidade de montagem, e os empresários desejam pouco investimento e retorno rápido do capital.

Conforme a Figura 1, existem atividades chamadas de atividade genéricas, que se repetem ao longo do desenvolvimento do produto. Em cada fase são atualizados os planos do projeto, bem como as atividades e tarefas relacionadas com a fase. Ocorre também, o estudo de viabilidade econômica, sendo de grande importância analisar novas tomadas de decisões que possam comprometer os resultados, principalmente quando se tem as suas premissas e indicadores definidos, calculados no planejamento do projeto. O estudo de viabilidade é atualizado, formalizado e documentado ao final de cada fase (AMARAL, 2006).

Figura 1 - Atividades genéricas das fases do processo de desenvolvimento de produtos



Fonte: Amaral (2006)

Para Baxter (2011) existem vários fatores, conforme a Figura 2, que podem determinar o sucesso ou fracasso de um produto:

Figura 2 - Fatores de sucesso no desenvolvimento de novos produtos



Fonte: Adaptado de Baxter (2003)

Ainda conforme Baxter (2011), dividem-se os fatores em três grandes grupos:

1º) orientação para o mercado, onde são apresentados os benefícios do produto aos consumidores;

2º) planejamento e especificação, onde produtos são definidos e especificados precisamente antes de seu desenvolvimento;

3º) fatores internos à empresa, onde deve-se haver excelência e cooperação entre a área técnica e marketing. Somado as chances de ambos fatores, pode-se considerar que a probabilidade de sucesso aumenta em até 10,5 vezes. Algumas medidas também devem ser consideradas para o sucesso comercial do produto; Todos os custos de desenvolvimento, produção e comercialização devem ser cobertos, a ainda deve haver um lucro suficiente para remunerar o capital investido pela empresa.

2.1.1 Planejamento do Projeto

O planejamento pode ser considerado o ponto inicial de um projeto. É a fase na qual onde são especificadas diretrizes importantes para o sucesso do andamento do projeto, como os interessados, os quais podem influenciar relativamente ao longo do planejamento e até mesmo após a sua conclusão. É importante que a equipe de pessoas envolvidas no planejamento possua visão das estratégias adotadas pela empresa de modo a entender o quanto é necessário o comprometimento com os recursos designados para os projetos que serão desenvolvidos (BACK, 2008).

Conforme Amaral (2006), o planejamento de um projeto é a tarefa onde são definidas características e funções do produto baseando-se nas princípios básicos de aplicação ao qual o produto será empregado, deixando-se compreensível o que será entregue ao cliente.

2.1.2 Projeto Informacional

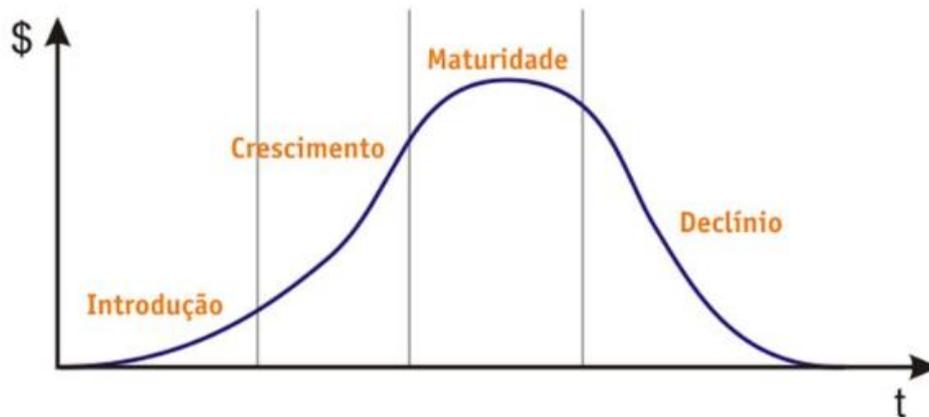
Conforme Amaral (2006), após concluída a fase de planejamento do produto, tendo como base as informações e diretrizes do projeto, permitem que se tenha uma visão de viabilidade econômica e técnica para as próximas etapas. Mediante o conhecimento dessas informações, a equipe de projeto dá início ao projeto informacional. Essa fase, inicia-se com a atualização no Plano do Projeto Informacional e do Escopo do Produto, buscando-se manter o alinhamento com as informações geradas na fase anterior.

Back (2008) argumenta que, baseado no comportamento funcional do produto, devem ser identificados requisitos que representam os elementos de desempenho, bem como propriedades físicas, elétricas e mecânicas. Tais requisitos são identificados por meio de listas de verificação, entrevistas por meio de observações, sendo que, visando a eliminação de

repetições e de necessidades de pouca relevância para o projeto, as informações obtidas devem ser agrupadas e classificadas.

Com o problema definido, são realizadas pesquisas para obter-se um maior aprofundamento dos aspectos a serem analisados. Nessa fase, conforme a Figura 3, também é detalhado o ciclo de vida do produto e definido os seus clientes (AMARAL, 2006).

Figura 3 - Ciclo de vida do produto



Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

De um modo geral, o ciclo de vida de um produto inicia-se nos primeiros esforços das organizações para criação de um modelo, e finaliza-se na descontinuação do mesmo. Para muitas empresas o ciclo se finaliza no pós vendas, onde ocorre o fim dos compromissos das mesmas com suporte e garantia de produto. As fases do ciclo de vida são divididas conforme períodos e estratégias descritas abaixo:

- Período de Introdução: Nesta fase do projeto, é utilizado estratégias para buscar o seu desenvolvimento. O produto é introduzido no mercado, visto que identificado que o mercado ainda é baixo. O preço, primeiramente se inicia com um preço mais baixo, gerando menos lucros, porém visando com isso, uma rápida introdução, aceitação e apresentação do produto no mercado. A distribuição é realizada trabalhando em conjunto com representantes, buscando parcerias para realizar esta função, juntamente com as vendas. Nesta fase o foco é a comunicação. Através de um bom plano de marketing, realiza-se propagandas com intuito de mostrar as qualidades e benefícios do produto.
- Período de Crescimento: Nesta fase do projeto, é dada preferência as considerações dos consumidores, visando reforçar e aumentar as vendas do produto. Como objetivo, busca-se evoluir o nível de qualidade do produto e aprimorar o serviço pós venda. Ocorre a diminuição no volume de propagadas, pois entende-se que o produto já foi

apresentado no mercado irá ajudar a sua própria propaganda. Com isso, aplicar os valores que seriam aplicados inicialmente como forma de aumentar os lucros.

- *Maturidade:* Nesta fase, as vendas atingem o ponto máximo, e isso tende a causar variações negativas. O número de concorrentes pode aumentar, então é necessário focar em novas estratégias. O preço, o serviço pós-venda e as propagandas podem ser utilizadas como diferenciais. A respeito do produto, podem ser criadas mais funcionalidades ou um plano mais robusto de serviço pós venda. Quanto ao preço, para tentar diminuir a concorrência, pode-se utilizar a redução de preço como estratégia, assim como se criar incentivos para aumentar o interesse dos pontos de distribuição, usar dos meios de comunicação para enfatizar as diferenciações do serviço e produto, e assim manter o nível de vendas.

- *Declínio:* Neste ponto, há algumas alternativas para o produto, como manter o mesmo criando alguns novos benefícios. Porém essa situação depende de como estão as vendas e lucros. Outra opção é abandonar o produto de mercados mais amplos, visando um mercado mais restrito, ou descontinua-lo, terminando com a produção e liquidando os estoques através de promoções. Uma última opção é vender os direitos a outra entidade que queira continuar com a produção e venda do mesmo.

Conforme Baxter (2011), identificados os requisitos dos clientes do produto, são definidos os requisitos dos produtos. Essa atividade tem objetivo converter os requisitos de clientes em expressões mensuráveis de acordo com a linguagem técnica de engenharia. Estes requisitos, normalmente são obtidos por meio da elaboração de *checklists* que reduzem as chances de uma informação importante ser esquecida.

2.1.3 Projeto Conceitual

Após o Projeto Informacional, com a aquisição e transformação de informações, a equipe de projeto dá início ao Projeto Conceitual, fase onde são buscadas soluções por meio de criações e representações de esquemas, croquis e desenhos. Nessa fase, como na fase do Projeto Informacional, primeiramente realiza-se a atualização do Plano do Projeto Conceitual para compatibilizar o planejamento dessa fase com o planejamento efetuado no pré-desenvolvimento (AMARAL, 2006).

De acordo com Baxter (2011), com o objetivo de criar princípios para o novo produto, o projeto conceitual deve satisfazer as exigências dos consumidor, diferenciando o novo produto dos demais produtos presentes no mercado. Deve-se gerar o maior número de

possíveis conceitos ir até a proposta dos princípios funcionais e de estilo para o produto como um todo, para posteriormente selecionar o melhor opção que se encaixa em todos os quesitos. É importante sempre verificar se o projeto conceitual está de acordo com as propostas de benefícios que o produto irá oferecer ao cliente, e também se está coerente com a missão, objetivos e estratégias da empresa.

Conforme Fonseca (2000), basicamente as funções de um produto podem ser classificadas em funções técnicas e em funções interativas. As funções técnicas podem ser divididas entre as funções estruturais e operativas (relacionando funções de transformação e adicionais). Já as funções interativas podem ser divididas em funções ergonômicas e comunicativas (relacionando funções sintáticas e semânticas).

Forcellini (2002), descreve que as atividades de projeto são designadas em partes entre a equipe de projeto, de modo a desenvolver simultaneamente o produto em diferentes porções. Podemos chamar esse sistema em arquitetura modular, onde um por um dos módulos, os quais possuem interações bem definidas, implementam suas alterações, atualizações, adições e adaptações visando a realização da função global do produto. Aplicando esta metodologia podemos compartilhar componentes e adaptá-los para a variedade de opções.

Analisando a interface homem-máquina, explorando interações entre o produto e seu usuário, obtém-se resultados que servirão de base para desenvolvimento de conceitos. Nesse sentido, os produtos devem ser projetados de acordo com as medidas antropométricas dos seus usuários (BAXTER, 2011).

2.1.4 Projeto Detalhado

Conforme Amaral (2006), nessa fase ocorre o detalhamento dos SSCs – Sistemas, Subsistemas e Componentes, documentação e configuração, busca-se se identificar quais os itens que deverão ser criados, bem como a prática de reutilizar componentes. Procura-se codificar e integrar os SSCs, especificar tolerâncias, finalizar desenhos e documentos, de modo a finalizar a BOM. Deve-se ser inserido na estrutura do produto todos os itens que irão compor o conjunto final, de modo a identificar os itens dos SSCs e dos relacionamentos entre eles.

É cada vez mais comum a prática de terceirização de atividades de negócio por parte das empresas, mantendo apenas o foco na fabricação de itens estratégicos, essenciais e importantes para a qualidade do produtos. Sendo assim é necessário levantar informações

relacionadas a custos, tempo, capacidade e competências para o desenvolvimento ou fornecimento de SSCs (BAXTER, 2011).

Existem várias possíveis tarefas de planejamento do processo de fabricação que devem ser analisadas e eliminadas conforme cada caso particular. Os planos de aquisição dos itens são criados e gerenciados de modo a controlar a informação e distribuí-la sistematicamente para as pessoas que dela necessitam. Sendo assim a estrutura dos itens possui SSCs e todas as operações do plano de processo de seus componentes. Outra tarefa importante no planejamento da aquisição é a de projetar recursos de fabricação, que compreendem as máquinas, equipamentos, ferramental e instalações que serão indispensáveis para produção do produto. A partir da otimização do produto e sua especificação final concluída, são realizadas as atividades de criação de material de suporte ao produto, que compreendem manuais de operação, treinamento e descontinuidade do produto (BACK, 2008).

2.2 ANÁLISE ESTRUTURAL

Diariamente profissionais são submetidos a desafios, tendo de resolvê-los de forma a garantir a efetividade da solução proposta. Por meio do cálculo estrutural os engenheiros estudam e desenvolvem alternativas para garantir e evitar que um determinado objeto que está em análise não estará sujeito a falhas, especialmente quando o mesmo for submetido a diversas condições de operação. (ALVES, 2012).

Segundo Adams (1993), as estruturas devem ser regidas o suficiente para resistir e suportar a flexão e a torção durante o seu uso e aplicação, deste modo, é necessário analisar a estrutura para entender-se e determinar-se o quanto rígido cada secção pode ser. É possível se ter estrutura que seja forte, mas não suficientemente rígida. Força e rigidez são dois fatores que devem ser levados em consideração no momento do desenvolvimento estrutural de um produto, pois mesmo que eles estejam relacionados, não são os mesmos.

Conforme Heibing (2011), alguns pontos que podem ser listados como importantes para o desenvolvimento de estruturas ou chassis:

- Dinâmica de Condução (*Driving Dynamics*): Como irá ocorrer a movimentação deste determinado produto e seus componentes é determinante para o projeto estrutural;

- Conforto na Condução (*Ride Comfort*): Especialmente quando os produtos serão responsáveis pela condução de seres humanos, é necessário projetar a estrutura dos mesmo de forma a atender as necessidades e exigências de conforto;
- Segurança (*Safety*): O produto essencialmente deve ser seguro o suficiente para preservar a integridade e saúde dos clientes, com os quais o mesmo estará envolvido. Logo, o projeto estrutural deve seguir na mesma linha de pensamento;
- Facilidade de Operação (*Ease of Operation*): Importante para garantir a funcionalidade do produto e a satisfação do cliente. Do ponto de vista estrutural, o projeto deve buscar atender este quesito, independente do quanto complexo irá ser o conjunto final.
- Estratégia de Plataforma (*Platform Strategy*): Esse é um ponto muito importante especialmente no desenvolvimento simultâneo de diversos produtos. Desenvolver diversos produtos ao mesmo tempo, pode ser considerado como sinônimo de alto custo produtivo, caso não seja aplicada uma estratégia adequada de desenvolvimento e lançamento destes produtos. Dessa forma, a estratégia de plataformas promove a padronização e reutilização de componentes e sistemas, principalmente em partes do produto que não são facilmente visualizadas ou percebidas pelos clientes.
- Peso do Chassis (*Chassis Weight*): Ponto muito importante a ser considerado durante o desenvolvimento do produto, pois influencia diretamente nos demais pontos listados.
- Custo do Chassis (*Chassis Cost*): Deve buscar-se atender as necessidades do projeto utilizando o mínimo de recurso possível, de modo a garantir o custo/benefício para produção e venda do produto.
- Confiabilidade do Chassis (*Chassis Reliability*): O projeto estrutural deve ser confiável e garantir, assim como o conjunto final, a não ocorrência de falhas que possam comprometer a integridade do cliente.
- Durabilidade do Chassis (*Chassis Durability*): Seguindo a mesma ideia da confiabilidade em termos de segurança, funcionalidade e estética, o produto deve possuir uma capacidade de conservação, sem custos de manutenção não previstos, sendo que os custos de manutenção previstos devem ser os mínimos possíveis.

2.2.1 Solid Works Análise de Tensões de Peças – SimulationXpress

O programa *CAD Solid Works*, possui uma ferramenta de simulação chamada *SimulationXpress*, que faz testes de simulação de funcionamento de componentes, de modo a

permitir constatações a respeito da resistência e eficiência do mesmos. Esse programa é utilizado por estudantes, engenheiros e outros profissionais, a fim de ajudar a otimizar o design, simulando conceitos e cenários antes da tomada de decisão final, desenvolvendo assim, peças mais eficientes e econômicas (TAVARES, 2014).

2.3 NORMA REGULAMENTADORA (NR17)

Podemos considerar como objeto de estudo de segurança, tudo aquilo que pode resultar em eventos indesejáveis que possam causar mal ou comprometer o bem estar das pessoas, meio ambiente e patrimônio, ocasionando danos físicos, psicológicos e morais, degradação ambiental e danos patrimoniais. (CARDELLA, 1999).

Ainda Cardella (1999), os engenheiros podem evitar surpresas desagradáveis para seus produtos, sendo descobertas em tempo as funções consideradas agressivas. Muitos produtos que possuem elevada utilização podem ser condenados a extinção por conterem funções agressivas.

Conforme Atlas (2016), a Legislação Complementar, o Arts. 154 a 201 – Lei nº 3.214, de 8-6-1978, a Norma Regulamentadora 17 - Ergonomia, as análises ergonômicas devem abordar e atender as condições de trabalho estabelecidas pela mesma. Sendo assim, são descritos parâmetros que permitem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, os quais incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais.

3 METODOLOGIA

No presente capítulo serão abordados e estabelecidos os principais métodos e técnicas a serem seguidos e executados para o desenvolvimento do dispositivo de movimentação de motocicletas. Serão apresentados as análises e soluções aplicadas alinhando as definições técnicas da metodologia às particularidades do projeto em questão.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

A metodologia adotada é adaptada de Amaral (2006) – Gestão de Desenvolvimento de Produtos, servindo de fonte básica para o desenvolvimento deste trabalho, o qual será apresentada ao longo deste capítulo. Conforme a Figura 4, o desenvolvimento do projeto do dispositivo foi dividido em quatro etapas:

Figura 4 - Processo de desenvolvimento do produto



Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

Afim de aprofundar e tornar mais clara as fases da metodologia, na sequência serão detalhadas cada uma das etapas do projeto, apresentando de forma subdividida o modelo de processo.

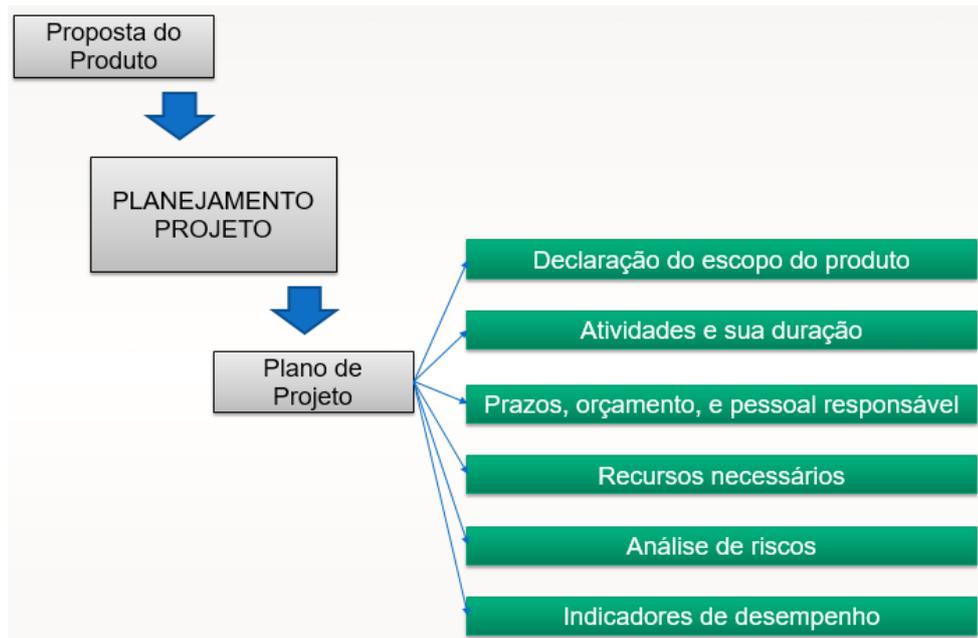
3.1.1 Planejamento do Projeto

Para Amaral (2006), inicia-se o planejamento do produto através das estratégias de desenvolvimento e finaliza-se com as especificações de produção do produto. Tarefa qual é facilitada quando se tem a visão da estratégia geral de inovação que será aplicada, caminho para se chegar às especificações do projeto. Metas devem ser definidas de modo a resultar em compromisso aos recursos envolvidos no desenvolvimento e assim garantir o cumprimento das tarefas determinadas.

Para Baxter (2011), as definições de atividades e sequências para planejar todas as ações que precisam ser executadas no projeto, pode ser considerada uma tarefa importante no planejamento do projeto, deste modo, para auxiliar no andamento das atividades são elaborados cronogramas e análises de riscos, que auxiliam no cumprimento das datas pré-estabelecidas para entrega das atividades programadas.

Conforme a Figura 5, no planejamento do projeto ocorre a definição do escopo do projeto, orçamento e recursos necessários, informações que podem ser consideradas como as tarefas que servirão de base para as decisões futuras do projeto, onde devem ser definidos e detalhados os controles de possíveis mudanças do escopo e os limites de conteúdo do trabalho (AMARAL, 2006).

Figura 5 - Principais informações da fase de planejamento do projeto



Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

Conforme a Figura 6, podemos verificar algumas subdivisões e etapas a serem realizadas para desenvolvimento da fase de planejamento do projeto:

Figura 6 - Etapas da fase de planejamento do projeto

Definir interessados do projeto

- Planejamento organizacional dos interessados do projeto

Declaração do escopo do produto

- Definir as diretrizes básicas que o produto deverá atender
- Definir as especificações técnicas
- Descrever o conjunto de funcionalidades e o desempenho desejado para o produto

Definir escopo do projeto

- Definir o conjunto de trabalhos que serão executados para construir e entregar o produto do projeto
- Definição inicial de restrições e premissas que o projeto precisa respeitar

Adaptar o modelo de referência

- Classificar o projeto
- Identificar a versão adaptada do modelo
- Avaliar o grau de complexidade e inovação

Atividades e sua duração

- Identificar as atividades
- Definir prazos

Análise de riscos

- Identificar e caracterizar os riscos potenciais
- Planejar ações em resposta aos riscos potenciais

Avaliar a fase

- Aprovar a fase de planejamento do projeto

Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

3.1.2 Projeto Informacional

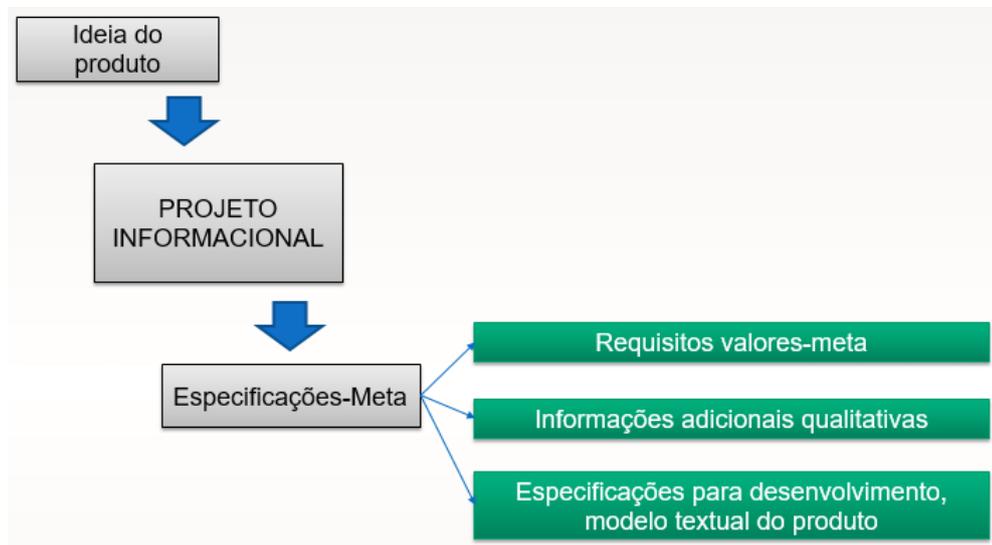
Conforme Amaral (2006), nessa fase tem-se como objetivo aprofundar ao máximo as informações obtidas no planejamento, de modo a estabelecer uma base de avaliação e de

tomada de decisões para as fases posteriores. Uma atividade muito importante desta fase de projeto informacional é identificar os requisitos dos clientes do produto.

Segundo Romano (2003), para auxílio na identificação dos requisitos dos clientes, utiliza-se o Diagrama de Mudge, o qual é um procedimento sistematizado que tem uma menor abordagem das opiniões pessoais, e baseia-se pela comparação de cada requisito com cada um dos outros requisitos.

Conforme a Figura 7, para completar a obtenção de informações complexas, são definidas as especificações-meta do produto, que são parâmetros quantitativos e mensuráveis que o produto projetado deverá atender (AMARAL, 2006).

Figura 7 - Principais informações da fase do projeto informacional

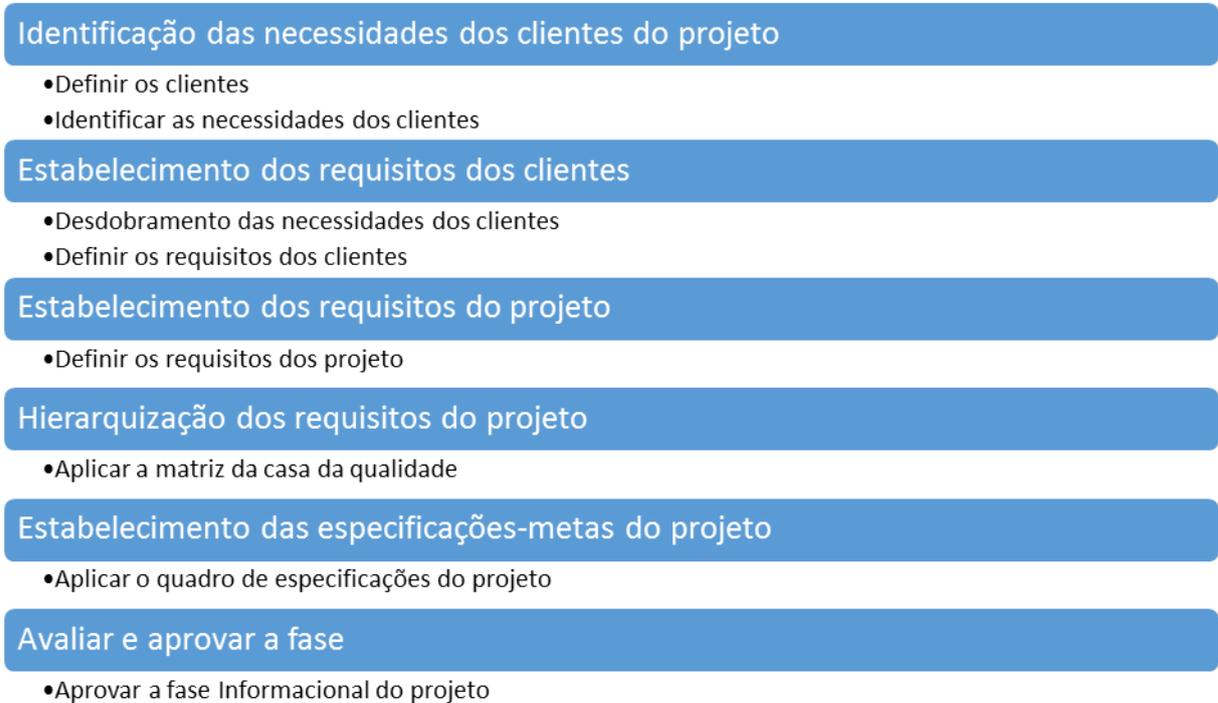


Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

Existem várias técnicas que auxiliam a equipe de projeto nas especificações-meta, sendo que uma das mais conhecidas, é a Matriz da Casa da Qualidade, metodologia QFD – *Quality Function Deployment*. Método desenvolvido do Japão, que por meio da busca pelo consenso nas diferentes definições, auxilia os projetistas a desenvolver o produto estabelecendo as relações entre as necessidades dos clientes e os requisitos do projeto. Correlações devem ser analisadas para evitar efeitos negativos em específicos requisitos. Nessa etapa também é analisado o perfil técnico do mercado, as restrições de projeto de produto, como contratos, legislações e normas, sempre considerando as necessidade e requisitos de custos. (FOCELLINI, 2002).

Conforme a Figura 8, podemos verificar algumas subdivisões e etapas a serem realizadas para desenvolvimento da fase informacional do projeto:

Figura 8 - Etapas da fase informacional do projeto



Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

3.1.3 Projeto Conceitual

Contendo as informações desenvolvidas para os princípios de soluções para as funções, seguindo as atividades do Projeto Conceitual, desenvolve-se alternativas de solução do produto. Definindo a arquitetura do produto final, o produto deve ser visto como um conjunto final que é composto de diversas partes unidas. Dessa forma são identificados os sistemas, subsistemas e componentes do produto (AMARAL, 2006).

Ainda conforme Amaral (2006), nessa etapa é importante desenvolver princípios de solução para as funções. Relaciona-se as informações como quantidade, forma, posição, movimentos e atributos de materiais aos tipos de elementos empregados e que constituem os princípios de solução.

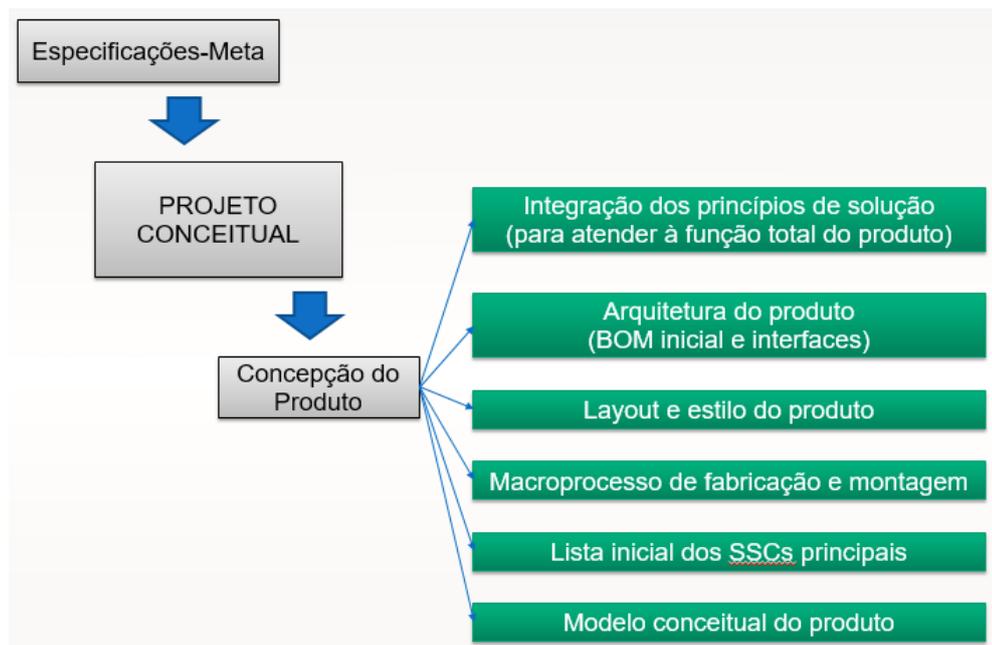
A seleção dos materiais que irão compor o produto, pode ser considerada uma das tarefas mais complexas no desenvolvimento de um projeto, não somente pelo elevado número de alternativas encontradas no mercado, mas também pelas múltiplas variáveis e restrições impostas pelo projeto. A atividade de analisar sistemas, subsistemas e componentes é um

momento importante para o projeto, pois previsões da equipe de projeto auxiliam avaliação de futuros impactos principalmente relacionados ao ciclo de vida produto (BACK, 2008).

Ainda conforme Back (2008), um dos fatores responsáveis pela garantia de desempenho e qualidade do processo em termos de produtividade, é a definição de fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento. Perfil de empresa, gerenciamento, meio ambiente, qualidade, logística e produtividade, são pontos importantes que devem ser observados na definição de fornecedores e parceiros. Deve-se ainda, identificar os possíveis processos de fabricação, identificando a necessidade de recursos, fatores relacionados aos processos de manufatura, para garantir que produto será capaz de ser produzido.

Conforme a Figura 9, durante o projeto conceitual são obtidas descrições de tecnologias, princípios de funcionamento, formas e modelamento do produto final que satisfará as necessidades dos clientes (AMARAL, 2006).

Figura 9 - Principais informações da fase de projeto conceitual

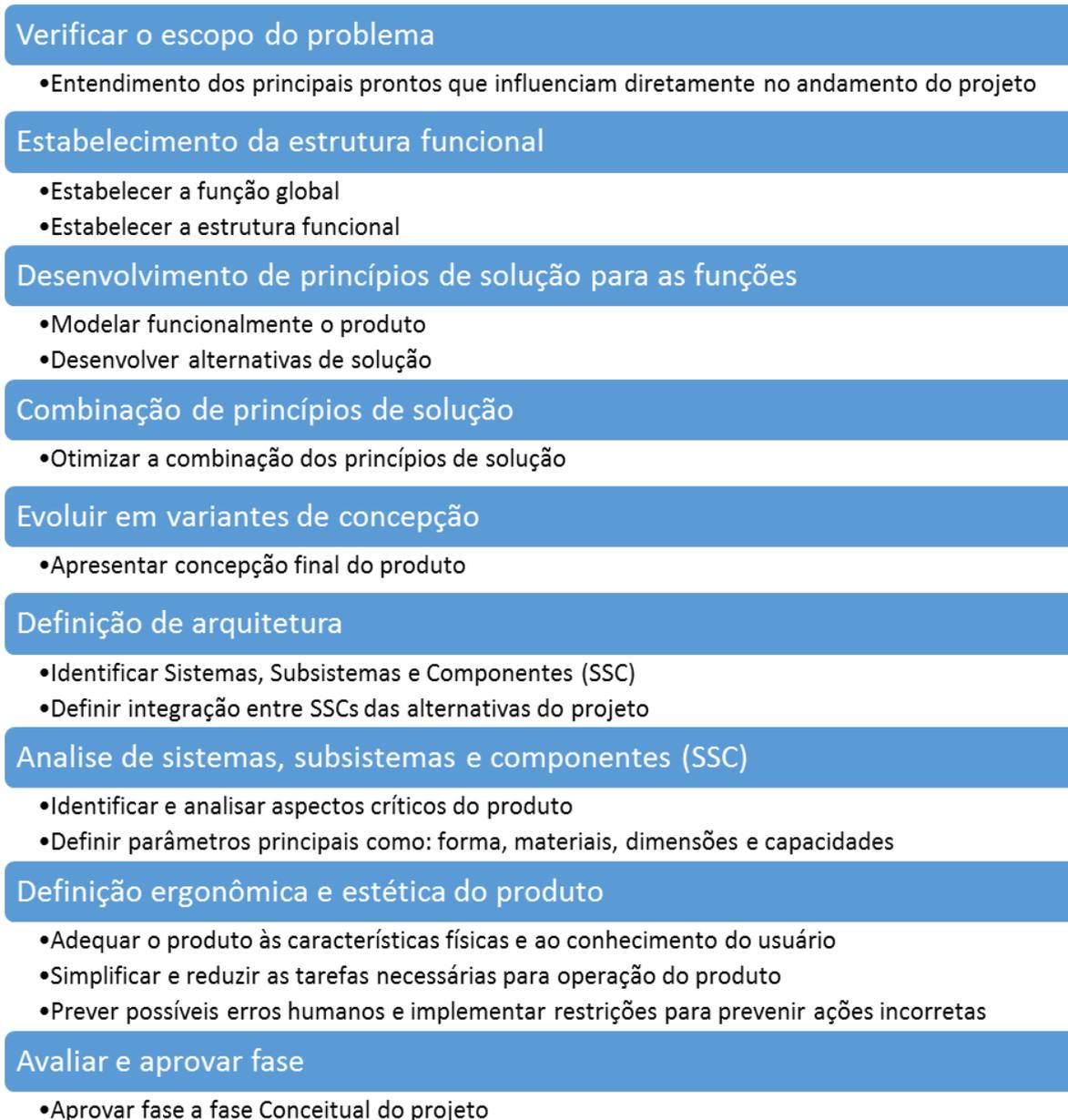


Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

Para melhorar a obtenção de informações sobre o produto, a fim de obter uma melhor representação estrutural do produto, realiza-se o modelamento do produto conforme a sua funcionalidade, de modo a entender as restrições essenciais limitações como o emprego de novas tecnologias, materiais, processos de fabricação (FONSECA, 2000).

Conforme a Figura 10, podemos verificar algumas subdivisões e etapas a serem realizadas para desenvolvimento da fase conceitual do projeto:

Figura 10 - Etapas da fase conceitual do projeto



Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

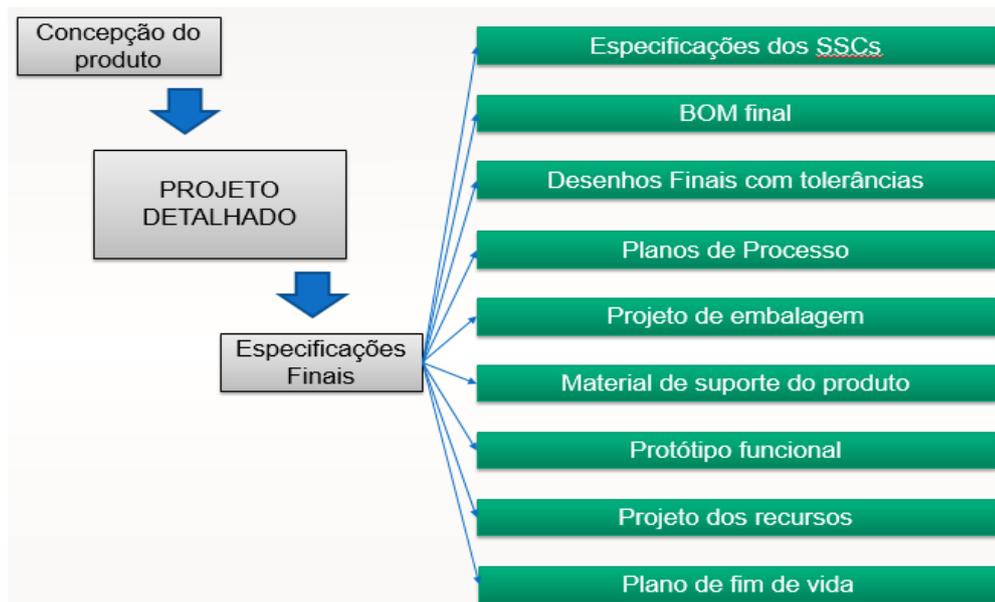
3.1.4 Projeto Detalhado

Conforme Amaral (2006), dando continuidade ao projeto do produto, com o objetivo de desenvolver e finalizar todas as especificações do produto, e em prosseguimento ao projeto conceitual, inicia-se o projeto detalhado.

É de extrema importância que exista uma padronização no projeto, para se obter uma melhor qualidade, com um controle mais fácil e simples, maior confiabilidade, probabilidade de que um produto ou componente tenha um desempenho satisfatório, maior intercambiabilidade resultante da padronização de componentes e de processos de fabricação, disponibilidade as normas técnicas criadas, redução da variedade eliminando-se variantes desnecessárias de SSCs, economicamente, compras em maiores quantidades de um tipo de material ou componente (BACK, 2008).

Conforme a Figura 11, nessa fase ocorre a criação e o detalhamento dos sistemas, subsistemas e SSC, bem como o ciclo de aquisição, onde são comparados os custos de fabricação com os preços dos fornecedores e optado pelo processo de aquisição mais vantajoso para a empresa. Em conjunto com o detalhamento dos SSCs, são planejados os processos de fabricação e montagem, recursos para ferramental e dispositivos, criação de materiais de suporte ao produto. (AMARAL, 2006).

Figura 11 - Principais informações da fase de projeto detalhado



Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

Conforme a Figura 12, podemos verificar algumas subdivisões e etapas a serem realizadas para desenvolvimento da fase detalhada do projeto:

Figura 12 - Etapas da fase detalhada do projeto

Criar e detalhar SSCs, documentação e configuração

- Determinação dos sistemas, subsistemas e componentes
- Leiaute detalhado e desenho de forma

Avaliar SSC, configuração e documentação do produto

- Análise de esforços do modelo
- Escolha do material
- Normas técnicas de segurança

Avaliar e aprovar fase

- Aprovar a fase Detalhada do projeto

Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

Para realização do presente trabalho, basicamente será seguido a Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia, para fim de estabelecer e adequar o modelamento, bem como o peso final do dispositivo para movimentação de motocicletas, o qual não poderá ultrapassar o valor máximo de 23 Kg, com a frequência estipulada pela norma. Para modelamento da concepção do produto final, identificação das dimensões e *layouts* de forma das peças, bem como para executar a análise estrutural do mesmo, será utilizado o Software SolidWorks.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

4.1.1 Definir interessados do projeto

O projeto é destinado a donos de motocicletas de até 400 cc, os quais, enfrentam dificuldades no uso compartilhado entre motocicletas, bicicletas e automóveis em garagens, que geralmente implicam em complicações nas movimentações dos veículos, especialmente motocicletas, pois se faz necessário o uso de um esforço excessivo do usuário, superando o indicado pelas normas de segurança e ergonomia.

4.1.2 Declaração do Escopo do Produto

O projeto deve disponibilizar um dispositivo que seja capaz de movimentar com segurança e dentro normas de ergonomia (NR17), os principais tipos de motocicletas do mercado nacional, diminuindo os esforços e otimizando os espaços. Deve ser capaz de atender as motocicletas do grupo de até 400 cc, de modo que não faz parte do escopo as motocicletas de grande porte.

4.1.3 Definir escopo do projeto

O produto será obtido por meio processos fabricação conhecidos, como estamparia e montagem. Com base em materiais considerados simples, a construção do produto vai ser composta de um conjunto montado com regulagem e rodízios giratórios, de modo a permitir o uso fácil e compartilhado entre vários modelos de motocicletas de até 400 cc.

4.1.4 Adaptar o modelo de referência

O projeto de desenvolvimento do dispositivo para movimentação de motocicletas, pode ser considerado como novo, pois não se trata de uma mudança de concepção, e sim desenvolvendo o produto totalmente novo, possuindo grau de complexidade considerável devido ao tempo que será gasto para adaptação de um modelo específico, bem como projetar os itens e combina-los no conjunto final.

4.1.5 Atividades e sua duração

Para listar as atividades que serão desenvolvidas bem como o período de execução para as mesmas, foi elaborado um cronograma para auxiliar e delinear o período destinado para a execução das tarefas de cada umas das fases. Conforme a Quadro 1, podemos verificar o cronograma elaborado:

Quadro 1 - Cronograma para execução

| ANO | 2016 | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Mês | Agosto | | | | | Setembro | | | | | Outubro | | | |
| Semanas | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 |
| Fases | | | | | | | | | | | | | | |
| Planejamento do Projeto | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto Informacional | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto Conceitual | | | | | | | | | | | | | | |
| Projeto Detalhado | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.6 Análise de riscos

Como todo projeto devemos avaliar e prever certos riscos passíveis de ocorrerem durante o desenvolvimento de um produto. Podemos listar os seguintes pontos como potenciais riscos para este projeto que está a ser desenvolvido, bem como ações subsequentes:

- Não cumprimento do cronograma pré-estabelecido: O cronograma deverá ser reavaliado e atualizado de modo a estipular-se novas datas para cumprimento das tarefas atrasadas, bem com as pendentes;
- Não atendimento dos requisitos dos clientes do projeto e do produto: O projeto deverá ser revisto, principalmente em sua fase conceitual, afim de se buscar alternativas para se adequar os requisitos com os resultados obtidos a final do desenrolamento. Esta atividade deverá resultar em atualização a qual deverá ser implementada como uma revisão do projeto, a qual deverá ser revalidada.

4.1.7 Avaliar fase

A partir das informações descritas na fase de planejamento, intende-se que as características escolhidas para definição do produto são suficientes bem como as metas estabelecidas para cada uma delas. Com os interessados pelo projeto, os principais objetivos,

a relação de custo a os riscos definidos, a fase de planejamento do projeto está completa, prosseguindo então para a próxima fase do desenvolvimento, o projeto informacional.

4.2 PROJETO INFORMACIONAL

4.2.1 Identificação das necessidades dos clientes do projeto

Com o objetivo de estabelecer as necessidades dos clientes, elaborou-se um questionário dedicado a 30 clientes externos (Apêndice A), proprietários de motocicletas, a fim de obter informações diretamente do cliente do produto final. A partir dos resultados obtidos, foram levantados os requisitos julgados como mais importantes para o projeto.

Sendo desta forma, o projeto deve desenvolver um produto que se adeque aos principais modelos de motocicletas produzidas no mercado brasileiro, tendo como exigência, os seguintes pontos:

- Projeto simples: direcionado a equipe de design, o produto deve ser um projeto simples, que contemple todas as necessidades dos clientes sem possuir muitos componentes, e com baixa complexidade de fabricação.
- Baixo custo: o produto deve apresentar um baixo custo de produção, inferior a R\$ 500,00, o que refletirá no custo final do mesmo, podendo influenciar nas vendas e consequentemente na lucratividade do negócio.
- Fácil manuseio: o produto deve possuir fácil manuseio, ou seja, com funcionamento simples de modo a ser efetivo e cumprir a sua utilidade principal, que é auxiliar a movimentação de motocicletas em espaços confinados;
- Resistente: o produto deve suportar os esforços aos quais mesmo será submetido, sem comprometer a sua funcionalidade.
- Compacto: o produto deve ser compacto, ou seja, possuir fabricação simplificada, fácil montagem e desmontagem, com elementos ou partes constituintes firmemente unidas entre si.
- Segurança e ergonomia: o produto obrigatoriamente deve ser seguro e garantir a integridade do cliente ou operador o qual fara o seu uso, e ergonomicamente ser capaz de não comprometer a médio/longo prazo a saúde física dos mesmos;
- Compatibilidade: o produto deve apresentar compatibilidade, ou seja, sua utilização deve abranger não somente um modelo de motocicleta, mas sim o mais diversos modelos de motocicletas com até 400 cc.

4.2.2 Estabelecimento dos requisitos dos clientes

Em decorrência do estudo aplicado e compreensão das informações obtidas na identificação das necessidades dos clientes, conforme a Quadro 2, foram estabelecidos os seguintes requisitos dos clientes:

Quadro 2 - Requisitos dos clientes

| CLIENTES | REQUISITOS |
|------------------------|-------------------------------|
| PROJETO | Projeto simplificado |
| PRODUÇÃO | Fácil fabricação |
| | Montagem simples |
| | Desmontagem simples |
| TESTES | Qualidade dos componentes |
| COMERCIALIZAÇÃO | Baixo custo |
| UTILIZAÇÃO | Útil para várias motocicletas |
| | Capacidade de movimentação |
| | Seguro e ergonômico |
| | Fácil manuseio |
| | Baixo desgaste de componentes |

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.3 Estabelecimento dos requisitos do projeto

Dando sequência ao projeto conceitual, mantendo os valores identificados nas necessidades do cliente, com base nos requisitos dos clientes estabelecidos no tópico anterior, buscou-se os termos levantados com os seguintes pontos:

- **Peso máximo de 23 Kg:** Conforme o requisitos dos clientes, segurança e ergonomia, os quais legislados pela NR17, o produto obrigatoriamente não poderá ultrapassar o peso máximo de 23Kg;
- **Largura não superior a 400 mm:** Afim de manter um produto que atenda o peso máximo permitido pela norma, de encontro com o requisito dos clientes “compacto”, foi estipulado que a largura do produto não deverá ser superior a 400mm;
- **Desmontável:** Conforme os requisito dos clientes, fácil manuseio, o produto conjunto final deve ser projetado de modo a permitir que mesmo seja desmontado, para assim possibilitar um melhor e mais adequado transporte e traslado de seus componentes.
- **Regular para vários modelos de motocicletas:** Conforme o requisito dos clientes, compatibilidade, o produto deve ser projetado de modo a permitir a sua utilização por vários modelos de motocicletas, independente do peso, tamanho e potência;

- **Qualidade:** Conforme o requisito dos clientes, resistência, o produto deve ser projetado e desenvolvido de modo a atender os princípios funções ao qual o mesmo será submetido. A qualidade do produto está diretamente ligada ao reconhecimento do cliente perante ao mesmo, fator que precisa ser tratado com muita seriedade, pois influencia diretamente nas vendas futuras do produto, assim como garantias e prestações de serviço;
- **Baixo custo de fabricação:** Diretamente ligado com o requisito dos clientes, baixo custo, projetar e desenvolver, buscando-se reduzir ao máximo o custo fabricação do produto, são fatores impactantes para preço final de venda do mesmo, o qual consequentemente é repassado ao consumidor.

Partindo do pressuposto já mencionado, conforme a Quadro 3, formam estabelecidos os requisitos do projeto devidamente definidos conforme recomenda a metodologia de Amaral (2006):

Quadro 3 - Requisitos do projeto

| | | | |
|------------------------------|--|------------------------|---|
| Atributos Gerais | Básicos | Funcionamento | Capacidade para movimentar motocicletas |
| | | | Comportar vários tipos de motocicletas |
| | | | Possuir rodas giratórias |
| | | | Possuir regulagem para o pézinho das motocicletas |
| | | Ergonômico | Fácil acesso aos componentes |
| | | | Regulagem com esforços reduzidos |
| | | | Segurança |
| | Possuir adesivo antiderrapante | | |
| | Possuir adesivos de alerta e atenção | | |
| | Econômico | Adequação de materiais | |
| Legal | Atender as normas aplicáveis | | |
| Impacto Ambiental | Matéria-prima de baixo ou nenhum impacto ambiental | | |
| Ciclo de Vida | Fabricabilidade | Construção simples | |
| | Montabilidade | Montagem simplificada | |
| | | Ferramentas usuais | |
| Usabilidade | Fácil operação | | |
| Atributos Específicos | Materiais | Geométricos | Armonização com o design das motocicletas |
| | | Material, Peso | Materiais padronizados comuns |
| | | | Peso máximo de 23 kg |

Fonte: Adaptado de Amaral (2006)

4.2.4 Hierarquização dos requisitos do projeto

Com base nas informações obtidas nos tópicos anteriores, foi realizada a hierarquização dos requisitos dos clientes através do Diagrama de Mudge, sendo que através da comparação de todos requisitos entre eles, definiu-se uma pontuação para cada um deles, de modo que o requisito de maior importância é o com maior pontuação. Aplicando os

conceito de importância (Pouco mais importante, mais importante ou muito mais importante), foi possível determinar a relação entre eles.

Conforme a Figura 13, podemos visualizar o Diagrama de Mudge aplicado para definir o ranqueamento dos requisitos dos clientes:

Figura 13 - Diagrama de Mudge

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|------|------|----|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Soma | % | VC |
| 1 | 2A | 1A | 1A | 5C | 6A | 7C | 8A | 9B | 1A | 1A | 4 | 4% | 2 |
| | 2 | 3A | 4A | 5B | 2A | 7C | 8B | 9A | 2A | 2A | 4 | 4% | 2 |
| | | 3 | 3A | 5A | 6A | 7B | 8B | 9A | 3A | 3B | 6 | 6% | 3 |
| | | | 4 | 5A | 6A | 7B | 8B | 9A | 4A | 4B | 5 | 5% | 2 |
| | | | | 5 | 5B | 5A | 5A | 5A | 5B | 5C | 24 | 25% | 5 |
| | | | | | 6 | 7A | 8A | 9A | 10A | 6A | 4 | 4% | 2 |
| | | | | | | 7 | 7A | 7A | 7A | 7C | 23 | 24% | 5 |
| | | | | | | | 8 | 8A | 8A | 8A | 14 | 15% | 4 |
| | | | | | | | | 9 | 10A | 9A | 8 | 8% | 3 |
| | | | | | | | | | 10 | 11A | 2 | 2% | 1 |
| | | | | | | | | | | 11 | 1 | 1% | 1 |
| | | | | | | | | | | | 95 | 100% | |

A = 1 Pouco mais Importante
B = 3 Mais Importante
C = 5 Muito mais Importante

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme a Quadro 4, podemos visualizar os requisitos dos clientes listados em uma ordem decrescente do mais importante para o menos importante.

Quadro 4 - Classificação dos requisitos dos clientes em ordem de importância

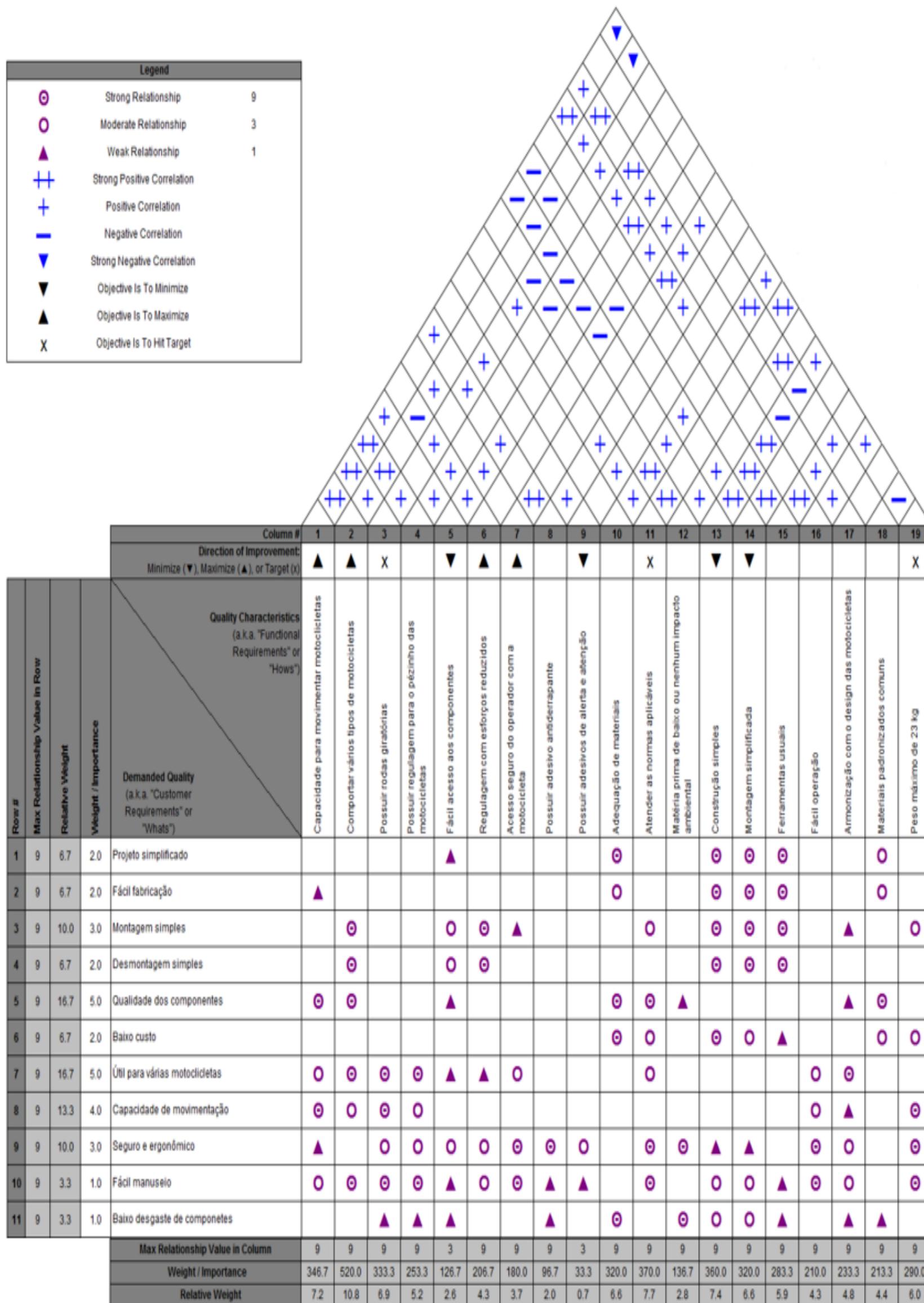
| CLASSIFICAÇÃO POR IMPORTÂNCIA | | |
|-------------------------------|-----------|-------------------------------|
| CLASSIFICAÇÃO | REQUISITO | DESCRIÇÃO |
| 1° | 5 | Qualidade dos componentes |
| 2° | 7 | Útil para várias motocicletas |
| 3° | 8 | Capacidade de movimentação |
| 4° | 9 | Seguro e ergonômico |
| 5° | 3 | Montagem simples |
| 6° | 4 | Desmontagem simples |
| 7° | 6 | Baixo custo |
| 8° | 2 | Fácil fabricação |
| 9° | 1 | Projeto simplificado |
| 10° | 10 | Fácil manuseio |
| 11° | 11 | Baixo desgaste de componentes |

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir dos valores de criticidade obtidos no diagrama de Mudge, foi refinado a hierarquização dos requisitos de projeto, gerando uma visão geral dos pontos de maior impacto no projeto.

Conforme a Figura 14, podemos visualizar a aplicação da ferramenta do QFD, ou Matriz da Casa da Qualidade como é conhecida.

Figura 14 - Matriz QFD (Casa da Qualidade)



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme a Quadro 5, podemos visualizar os requisitos do projeto listados em uma ordem decrescente do mais importante para o menos importante.

Quadro 5 - Classificação dos requisitos do projeto em ordem de importância

| CLASSIFICAÇÃO POR IMPORTÂNCIA | | |
|-------------------------------|--|-------|
| 1° | Comportar vários tipos de motocicletas | 10,8% |
| 2° | Atender as normas aplicáveis | 7,7% |
| 3° | Construção simples | 7,4% |
| 4° | Capacidade para movimentar motocicletas | 7,2% |
| 5° | Possuir rodas giratórias | 6,9% |
| 6° | Adequação de materiais | 6,6% |
| 7° | Montagem simplificada | 6,6% |
| 8° | Peso máximo de 23 kg | 6,0% |
| 9° | Ferramentas usuais | 5,9% |
| 10° | Possuir regulagem para o pézinho das motocicletas | 5,2% |
| 11° | Armonização com o design das motocicletas | 4,8% |
| 12° | Materiais padronizados comuns | 4,4% |
| 13° | Fácil operação | 4,3% |
| 14° | Regulagem com esforços reduzidos | 4,3% |
| 15° | Acesso seguro do operador com a motocicleta | 3,7% |
| 16° | Matéria prima de baixo ou nenhum impacto ambiental | 2,8% |
| 17° | Fácil acesso aos componentes | 2,6% |
| 18° | Possuir adesivo antiderrapante | 2,0% |
| 19° | Possuir adesivos de alerta e atenção | 0,7% |

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.5 Estabelecimento das especificações-metas do projeto

Após conhecido e ranqueados os requisitos do projeto, como penúltima etapa do projeto informacional, foram estabelecidas as especificações-metas do projeto com o intuito de apresentar subsídios que definirão quais são os requisitos que mais influenciarão na concepção do produto. Para classificação conforme ao grau de importância apresentado por cada requisito, foram divididos os mesmos em três etapas, o terço superior, médio e inferior.

Conforme Quadro 6, são listados os pontos considerados como chaves para o projeto, aos quais deve-se dar uma maior prioridade no desenvolvimento da concepção:

Quadro 6 - Terço superior

| | REQUISITO | VALOR META | FORMA DE AVALIAÇÃO | ASPECTOS INDESEJADOS |
|---|---|------------|--|--|
| 1 | Comportar vários tipos de motocicletas | Até 400 cc | Potência do motor | Não suprir motos de até 400 cc |
| 2 | Atender as normas aplicáveis | 100% | Análise do projeto | Incremento de custo ou diminuição da simplicidade do projeto |
| 3 | Construção simples | 65% | Análise do processo de fabricação e projeto | Não atender as normas aplicadas e qualidade do produto |
| 4 | Capacidade para movimentar motocicletas | 100% | Análise do projeto | Movimentar com dificuldade ou não movimentar as motocicletas |
| 5 | Possuir rodas giratórias | 5 rodas | Análise do projeto | Rodas não giratórias |
| 6 | Adequação de materiais | 80% | Análise do projeto e do processo de fabricação | Baixo desempenho do produto |
| 7 | Montagem simplificada | 60% | Análise do processo de montagem | Peças fora do ajuste necessário |
| 8 | Peso máximo de 23 kg | 100% | Pesagem do produto | Exceder o peso máximo estimado |

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme a Quadro 7, são listados os pontos que possuem uma importância mediana na visão de desenvolvimento, ou seja, possuem a sua importância porém não são considerados como chaves:

Quadro 7 - Terço médio

| | REQUISITO | VALOR META | FORMA DE AVALIAÇÃO | ASPECTOS INDESEJADOS |
|----|---|------------|--|--|
| 9 | Ferramentas usuais | 90% | Análise do processo de fabricação e montagem | Peças produzidas e montadas fora do especificado |
| 10 | Possuir regulagem para o pezinho das motocicletas | 90% | Teste funcional | Dificuldade para regulagem e ajuste |
| 11 | Harmonização com o design das motocicletas | 98% | Análise do projeto e dimensional | Redução da capacidade e incremento de custo |
| 12 | Materiais padronizados comuns | 90% | Análise das especificações dos materiais | Não sustentação da base estrutural |
| 13 | Fácil operação | 85% | Teste funcional | Dificuldade para operação e manuseio |
| 14 | Regulagem com esforços reduzidos | 80% | Teste funcional | Dificuldade para regulagem e ajuste |

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme a Quadro 8, também descritas em decorrência do grau de importância, são listados os demais pontos que demonstram as demais especificações do projeto:

Quadro 8 - Terço inferior

| | REQUISITO | VALOR META | FORMA DE AVALIAÇÃO | ASPECTOS INDESEJADOS |
|----|--|------------|---------------------------------|--|
| 15 | Acesso seguro do operador com a motocicleta | 80% | Análise do projeto | Incidentes |
| 16 | Matéria prima de baixo ou nenhum impacto ambiental | 70% | Inspeção e análise de segurança | Incremento de custo em materiais |
| 17 | Fácil acesso aos componentes | 70% | Análise do projeto | Dificuldade para acesso de componentes |
| 18 | Possuir adesivo antiderrapante | 70% | Análise do projeto | Não garantir aderência do pneu da moto com a base do dispositivo |
| 19 | Possuir adesivos de alerta e atenção | 70% | Análise do projeto | Incidentes |

Fonte: Elaborado pelo autor

Para fins ergonômicos e para possibilitar o manuseio por somente uma pessoa, conforme o terço superior e a hierarquização dos requisitos do projeto, o desenvolvimento do projeto deve essencialmente elaborar um produto que possua como peso máximo 23 Kg, e atender os demais requisitos da NR 17^a. A largura e o comprimento do produto devem possibilitar a regulagem de acordo com as dimensões da motocicleta.

Com base nesses pontos mencionados, produto deve atender as seguintes marcas e modelos de motocicletas:

- HONDA: Biz 125 cc, CG Titan 150 cc, NXR 150 cc, CRF até 250 cc, XRE 300 cc, CB até 300 e NX 150 cc;
- SUNDOWN: WEB 100 cc, Hunter 100 cc e MAX 125 cc;
- YAMAHA: Crypton 115 cc, Factor 150 cc, Fazer 250 cc, DT 200 cc, XTZ 250 cc, YZ 320 cc, WR 250 cc e TT 125 cc;

4.2.6 Avaliar e aprovar fase

No final desta fase, por meio das ferramentas aplicadas, os objetivos e especificações do produto identificadas, obteve-se resultados que são satisfatórios e para a continuidade do projeto. Deste modo, com o requisitos do produto e do projeto conhecidos, bem como a devida importância para cada um deles, fase informacional do projeto está completa, prosseguindo então para a próxima fase do desenvolvimento, o Projeto Conceitual.

4.3 PROJETO CONCEITUAL

4.3.1 Verificar o escopo do problema

Como primeira tarefa do Projeto Conceitual, para verificação do escopo do problema, entendimento dos principais pontos que influenciam diretamente no andamento do projeto, são listados os principais tópicos como lista de verificação:

- Escopo: O produto será obtido por meio processos fabricação conhecidos, como estamparia e montagem. Com base em materiais considerados simples, a construção do produto vai ser composta de um conjunto montado com regulagem e rodízios giratórios, de modo a permitir o uso fácil e compartilhado entre vários modelos de motocicletas de até 400 cc.

- Fora do escopo: Motocicletas de grande porte.
- Objetivo do projeto: Elaborar um dispositivo para movimentação de motocicletas em espaços reduzidos;

- Funções do produto: Primeiramente, diminuir os esforços físicos para a movimentação de motocicletas, e secundamente, a otimização e organização de espaços. Ergonomicamente, deve permitir o manuseio do dispositivo por somente uma pessoa;

- Equipe de trabalho: Cristhian Cansi e Guilherme Beras.

Como escopo principal serão relacionados os requisitos, especificações-metas do projeto mais importantes, podendo então omitir os requisitos menos importantes. Abaixo estão relacionados os requisitos fundamentais para a realização desse projeto:

- Comportar vários tipos de motocicletas;
- Atender normas aplicáveis;
- Construção simples;
- Capacidade para movimentar motocicletas;
- Possuir rodas giratórias;
- Adequação de materiais;
- Montagem simplificada;
- Peso máximo de 23 kg;

4.3.2 Estabelecimento da estrutura funcional

Com base nas informações coletadas na fase informacional do projeto, quanto às necessidades do projeto, requisitos do cliente e objetivos definidos no escopo, conforme a Figura 15, foi possível determinar as funções globais:

Figura 15 - Função global do dispositivo



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir do desdobramento da função global, foi possível elaborar as funções parciais do dispositivo, onde são identificadas funções mais específicas que podem ser consideradas como fundamentais na composição de futuras concepções. Conforme a Figura 16, podemos verificar que a função global é composta por ao menos 5 funções específicas:

Figura 16 - Funções específicas do dispositivo



Fonte: Elaborado pelo autor

Com as principais funções do produto conhecidas, conforme a Quadro 9, são relacionadas cada uma destas funções básicas com as respectivas descrições, entradas e saídas:

Quadro 9 - Descrição das funções

| Função | Descrição | Entradas | Saídas |
|--------------------------------|--|--|--|
| Facilidade de Manuseio | Fazer regulagens de acordo com o modelo de motocicleta a ser empregado | Dispositivo a ser regulado para uso de determinado modelo de motocicleta | Dispositivo regulado conforme modelo de motocicleta a ser empregado |
| Estabilidade | Garantir a estabilidade da motocicleta durante a movimentação | Motocicleta alocada no dispositivo, ambos prontos para serem movimentados | Motocicleta movimentado com estabilidade no dispositivo |
| Deslocamento em todas direções | Fazer a movimentação do dispositivo de modo a permitir o deslocamento do mesmo a todas as direções | Dispositivo, com determinada motocicleta, estático e pronto para ser movimentado | Dispositivo, com determinada motocicleta, movimentado sem restrições de direções |
| Travamento do dispositivo | Garantir o travamento do dispositivo, sem permitir a movimentação do mesmo | Rodízios destravados | Rodízios travados |

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.3 Desenvolvimento de princípios de solução para as funções

Nesta fase do projeto, serão designadas duas ou três opções de aplicações para as funções especificadas anteriormente. Cada uma das alternativas sugeridas abaixo conforme a Quadro 10, possui características diferentes a fim especificar cada função.

Quadro 10 - Matriz morfologia do dispositivo

| Função | Matriz morfologica | | |
|-----------------------------------|---|--|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Facilidade de manuseio |  |  | |
| Estabilidade |  |  |  |
| Deslocamento em todas as direções |  |  |  |
| Travamento do dispositivo |  |  |  |

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.4 Combinação de princípios de solução

Levando em consideração as alternativas pesquisadas e indicadas na matriz morfológica, obtemos princípios de solução designados para atender a função global do projeto. Foi determinada a seguinte combinação:

Facilidade de manuseio: Analisando as alternativas, juntamente com alguns requisitos do projeto, e visando o atendimento da NR 17, com relação ao peso total do dispositivo, a melhor alternativa para possibilitar o fácil manuseio, será utilizada as alças existentes na própria motocicleta. Conforme opção 2 da matriz morfológica.

Estabilidade: Para garantir a estabilidade da motocicleta durante a movimentação e disposição sobre o dispositivo, será trabalhado com a opção 2 da matriz morfológica, pois a mesma apresenta características antiderrapantes. Onde estas placas serão aplicadas nas posições dos pneus e também no pé de descanso da motocicleta.

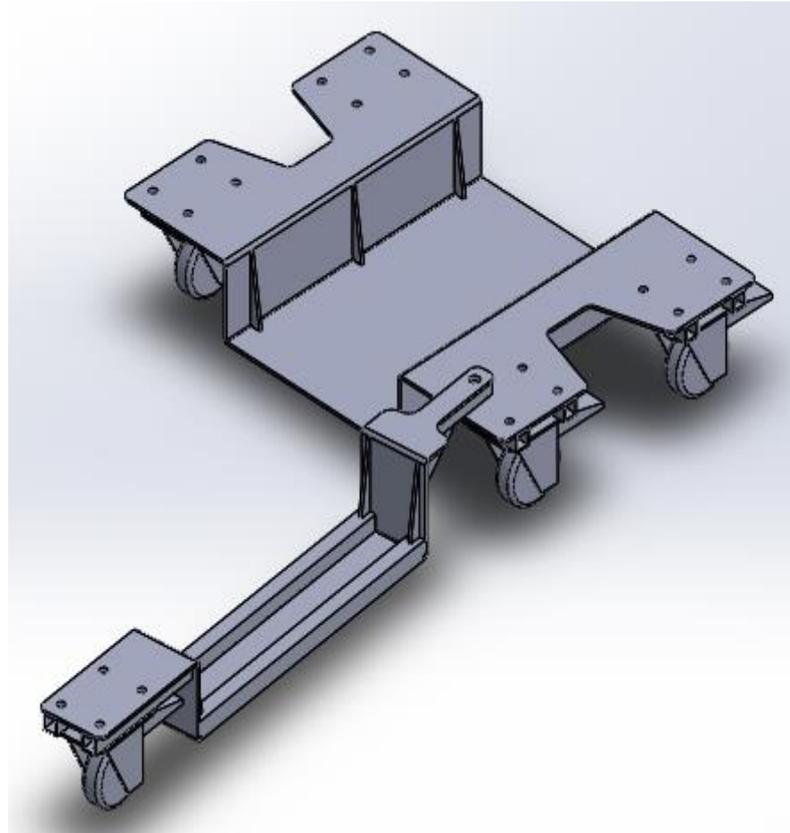
Deslocamento em todas as direções: O planejamento inicial indica o uso de cinco rodízios giratórios, conforme a opção 2 da matriz morfológica, possibilitando as movimentações com facilidades e em todos os sentidos.

Travamento do dispositivo: A forma mais adequada para o travamento do dispositivo e que não implique em incremento de peso ou custo, será utilizado o rodizio com sistema de travamento e com revestimento de material polimérico, conforme a opção2, para possibilitar uma maior aderência dos diversos tipos de piso a qual o dispositivo será aplicado.

4.3.5 Evoluir em variantes de concepção

Em consequência das etapas anteriores desenvolvidas, com o amadurecimento da ideia foi elaborado a seguinte concepção final do projeto para modelo para o dispositivo. Desta forma, o Quadro 11 apresenta as combinações potenciais para atingir as expectativas:

Quadro 11 – Concepção final do projeto



Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.6 Definição da arquitetura

Por se tratar de um projeto simples, o dispositivo basicamente será composto por um baixo número de componentes, com poucas montagens. Podemos listar como principais componentes a base de sustentação da motocicleta, onde será acomodado o pneu traseiro da motocicleta, e o conjunto de suporte do “pé” da motocicleta, onde será acomodado o pezinho da motocicleta. Como componentes secundários, podemos listar os itens que serão responsáveis pela movimentação e fixação do dispositivo. Os dois conjuntos serão conectados por meio de uma união parafusada, a qual será responsável pela capacidade de regulação do dispositivo.

No desenvolvimento da arquitetura do produto será utilizado a metodologia de modularidade em perpetuar componentes, onde serão compartilhados itens em um mesmo conjunto, e metodologia de modularidade em compartilhar componentes em ambos conjuntos.

4.3.7 Análise de Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC)

Com base nas informações descritas no tópico anterior, são identificados e analisados os aspectos críticos do produto. Podemos considerar a capacidade de sustentação e forma estrutural como principal ponto crítico do ponto para definição do *Design* dos componentes que irão compor o produto final. Deste modo o modelamento do produto devera compor uma forma que se adeque ao perfil do pneu traseiro da motocicleta, bem como o seu “pé” de apoio. A partir da forma (retangular) e dimensões estipuladas (Aproximadamente 400 mm x 600 mm), deve-se utilizar um determinado material que suporte as necessidades funcionais do dispositivo, garantindo assim a capacidade estipulada para o mesmo.

4.3.8 Definição ergonômica e estética do produto

O dispositivo terá seu funcionamento primitivo por meio da coordenação do operador, logo deste modo o conceito final deverá se adequar as necessidades físicas e ergonômicas humanas. Basicamente, o dispositivo será disposto paralelo ao solo, e a sua operação prossegue como o auxílio de partes da própria motocicleta, com os seguintes passos:

- Com os rodízios travados, conduz-se a motocicleta até que a mesma fique disposta sobre o dispositivo;
- Após o posicionamento e regulagem do pezinho, o operador deve segurar com a mão esquerda o guidão da motocicleta e, com a mão direita o suporte pega mão traseiro da mesma.
- Posicionado desta forma, os rodízios são destravados realiza-se a movimentação da motocicleta com um esforço que pode ser considerado como quase nulo.

Quanto a previsão de possíveis erros, por se tratar de conjunto simples e fácil manuseio, intende-se que seguindo as orientações descritas acima, não há possibilidade de ações incorretas.

4.3.9 Avaliar e aprovar fase

Com base nos resultados das análises apresentadas nessa etapa, a fase conceitual do projeto é aprovada, uma vez que o conceito definido para o dispositivo atende as expectativas e requerimentos previamente determinados.

4.4 PROJETO DETALHADO

Após as fases de projeto informacional e projeto conceitual, trabalhou-se nas tarefas da fase de projeto detalhado. Nesta fase, temos por objetivo, colocar no produto, todas as necessidades e especificações detalhadas nas fases anteriores. Para que com isso, o produto possa atender os requisitos pré-definidos.

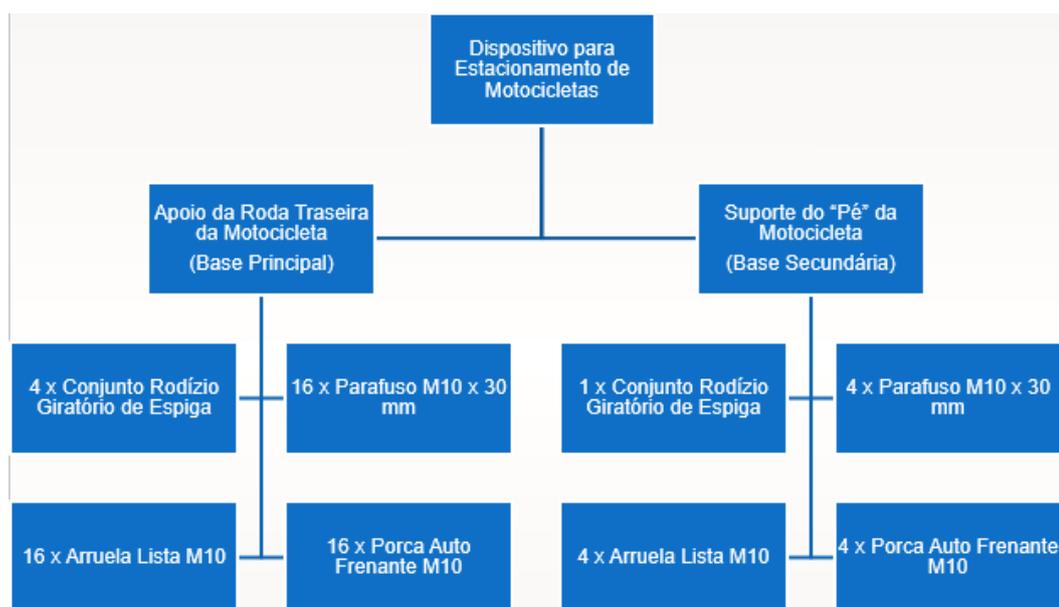
Nesta fase, definem-se os custos de materiais e componentes do produto, bem como realizamos os testes de funcionalidade e de resistência.

4.4.1 Criar e detalhar SSCs, documentações e configuração

4.4.1.1 Determinação dos Sistemas, Subsistemas e Componentes

O projeto foi analisado e os sistemas, e conforme a Figura 17, os subsistemas e componentes foram determinados e dispostos:

Figura 17 - Organograma dos subsistemas e componentes do dispositivo de movimentação de motocicletas



Fonte: Elaborado pelo autor

Basicamente, o dispositivo será composto por duas grandes montagens, o Apoio da Roda Traseira da Motocicleta (Base Principal) e Suporte do “Pé” da Motocicleta. Tais conjuntos serão compostos pelos recursos para movimentação, os conjuntos rodízios giratórios de espiga, os quais serão montados por meio de parafusos e porcas auto frenantes.

A movimentação da do dispositivo com a motocicleta o corre por meio do apoio da roda traseira da motocicleta em cima do dispositivo, sendo que para efetuar a movimentação, o operador deve posicionar uma das mãos na extremidade do guidão da motocicleta, e outra mão, deve ser posicionada no pega mão da motocicleta, o qual é localizada na parte traseira da mesma.

4.4.1.2 Leiaute detalhado e desenho de forma

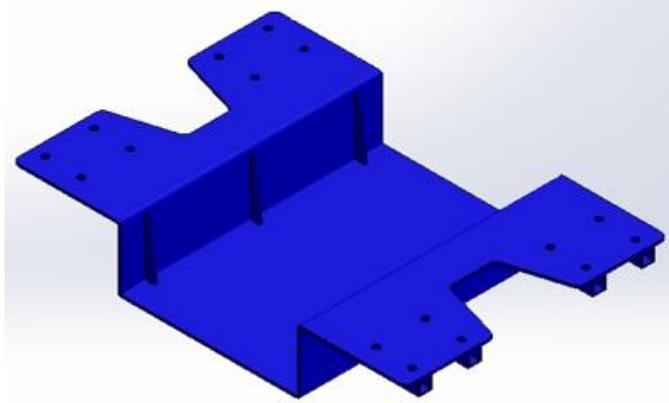
Conforme mencionado no decorrer do trabalho, o projeto ira disponibilizar um dispositivo que seja capaz de movimentar, com segurança e dentro normas de ergonomia, os principais tipos de motocicletas de até 400cc do mercado nacional, diminuindo os esforços e otimizando os espaços. Para a definição das dimensões adequadas ao projeto em questão, levaram-se em considerações, os modelos de motocicletas que serão movimentadas, bem como as dimensões de cada pé de apoio de tais motocicletas.

Partindo-se de todas as especificações e necessidades coletadas com o andamento do projeto, levando em considerações todos os aspectos funcionais, de segurança e estrutural, foi definido leiaute final do produto trabalhado, o qual foi desenhado por meio do *Software* de CAD *SolidWorks*. Em seguida são apresentados detalhadamente cada um dos componentes. Estima-se a garantir todas as dimensões do produto, desde a largura e comprimento, mas também a altura do mesmo.

4.4.1.2.1 Conjunto de Apoio da Roda Traseira da Motocicleta

O conjunto de Apoio da Roda Traseira da Motocicleta, conforme a Figura 18, foi desenhado de forma a se adequar a todos os modelos de motocicletas, sem nenhum tipo de ajuste/regulagem.

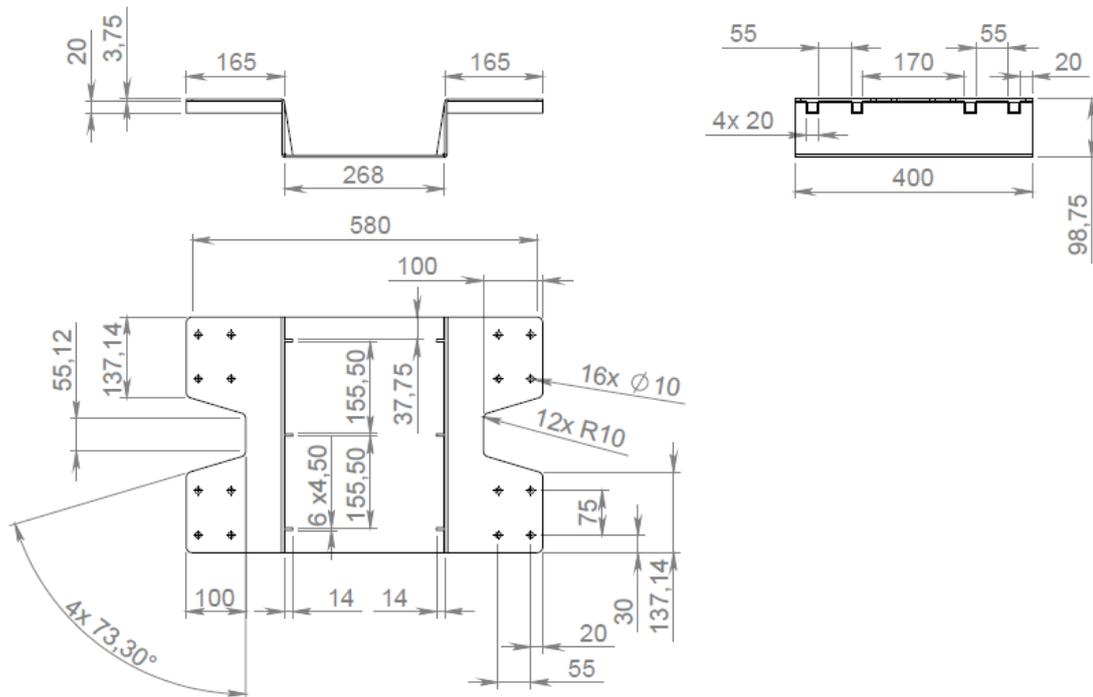
Figura 18 - Apoio da roda traseira da motocicleta



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme a Figura 19, podemos visualizar detalhes dimensionais da Base Principal:

Figura 19 - Detalhes dimensionais da base principal

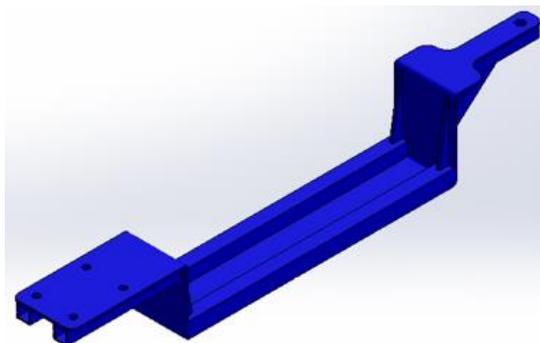


Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.1.2.2 Conjunto de Apoio do “Pé” da Motocicleta

O conjunto tem dimensão fixa com um espaço longitudinal para apoio do Pezinho da motocicleta, de modo que é possível ser utilizado para vários modelos de motocicleta. O modelo também contará com a possibilidade de ajuste por meio giro parcial de toda a base. Isso se faz necessário, visto a há grande variação de dimensões dos pés de apoio das motocicletas utilizadas no mercado nacional. Conforme a Figura 20, podemos verificar o modelo desenhado.

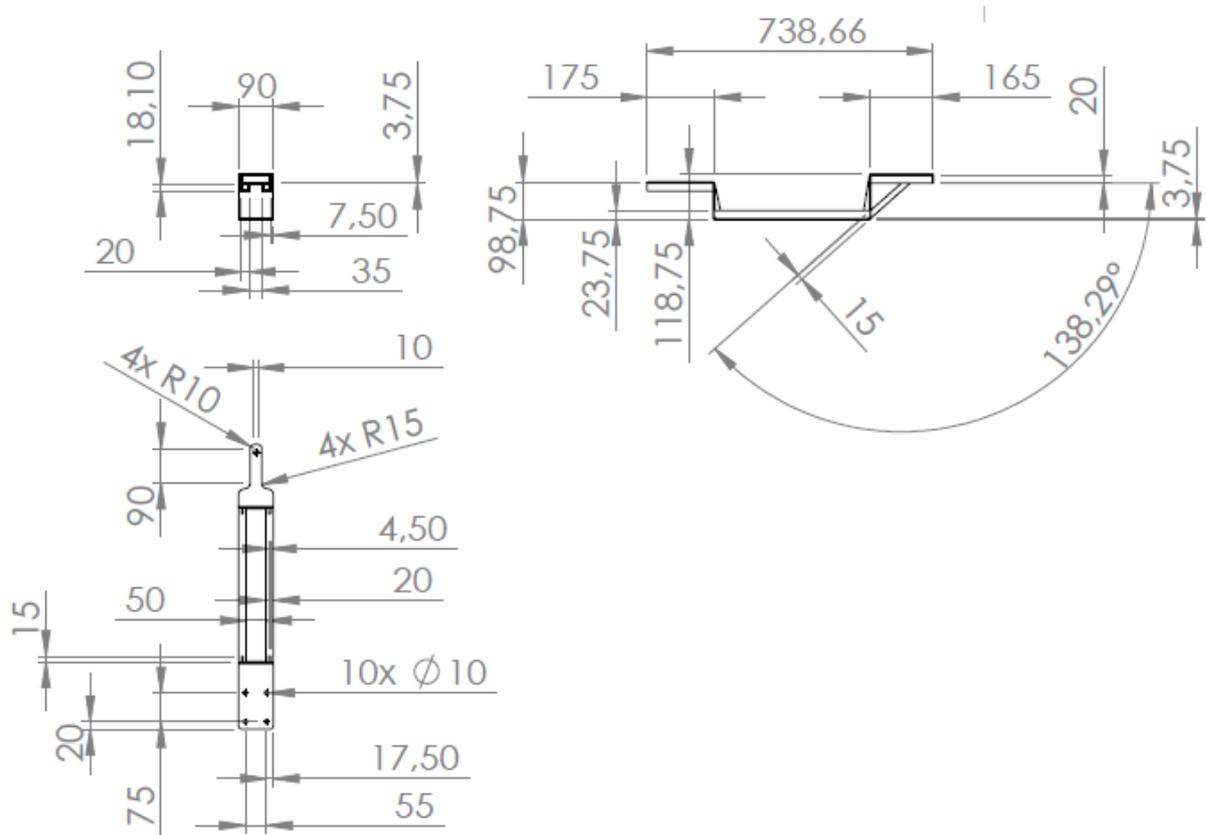
Figura 20 - Apoio do "pé" da motocicleta



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme a Figura 21, podemos visualizar detalhes dimensionais da Base Secundária:

Figura 21 - Detalhes dimensionais da base secundária



Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.1.2.3 Recurso para movimentação

O dispositivo desenvolvido tem como função principal a movimentação de motocicletas em espaços reduzidos. Para isso trabalhou-se na utilização de rodízios na estrutura metálicas com bandas de polietileno a fim de propiciar maior aderência nos pisos onde o mesmo será utilizado.

O rodízio escolhido para uso no dispositivo é o modelo giratório médio, 3", com freio. Esse modelo é indicado para movimentação de móveis, bancadas, carrinhos, máquinas e equipamentos em pisos com bom estado de conservação. Possui núcleo em chapa de aço zincado, proporcionando maior resistência à oxidação e corrosão.

Conforme a Figura 22, podemos verificar o rodízio escolhido:

Figura 22 - Detalhes técnicos do rodízio

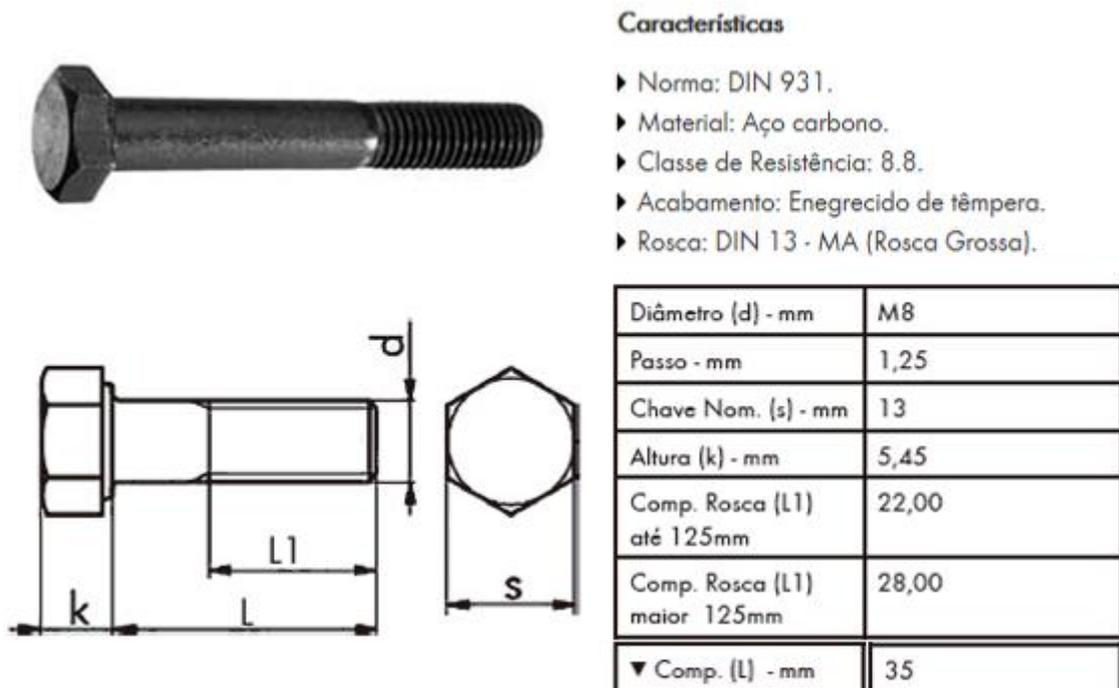


Fonte: Vonder.

4.4.1.2.4 Recurso para fixação dos rodízios

Os rodízios serão fixos por meio de parafusos e porcas auto-travante. Conforme a Figura 23, podemos visualizar os detalhes técnicos do Parafuso escolhido para fixação dos rodízios.

Figura 23 - Parafuso escolhido para fixação



Fonte: Wurth Brasil.

Conforme a Figura 24, podemos visualizar a Porca Aço Sextavada – Métrico (Fo, M8, 1,25), escolhida para fixação dos rodízios.

Figura 24 - Porca escolhida para fixação



Fonte: Wurth Brasil.

Conforme a Figura 25, podemos visualizar a arruela Lisa Polegada (Fo, 3/16" x 15,0 x 1,0 mm), escolhida para fixação dos rodízios.

Figura 25 - Arruela escolhida para fixação



Fonte: Wurth Brasil.

4.4.2 Avaliar SSCs, configurações e documentação do produto

4.4.2.1 Análise de esforços do modelo

Uma vez concluído o desenho/projeto partiu-se para a análise dos esforços, a fim de validar se o dimensionamento é adequado aos esforços que o uso do produto irá requerer e, caso necessário fazer as adaptações necessárias. A análise realizada foi focada nas

propriedades do material e nas cargas aplicadas. Foram analisados todos os componentes estruturais do projeto.

A força aplicada para a análise virtual do dispositivo foi determinada a partir de informações contidas nos catálogos dos maiores fabricantes nacionais de motocicletas. Os fabricantes indicam também que 49% do peso do veículo atua sobre o eixo dianteiro e os outros 51% sobre o eixo traseiro.

Na simulação também foi acrescentado uma massa correspondente a 50% da massa do condutor da motocicleta, pois ao posicionar a mesma sobre o dispositivo o piloto estará sobre a motocicleta. Considerando a massa uma moto de 400cc, 100 kg (51%), e de uma pessoa 50 kg (50%), foi estimado uma massa total de 150 kg sobre o eixo traseiro da motocicleta.

Na simulação foi aplicado uma carga de 2206 N (215 kg) para atender um coeficiente de segurança de 1,5. Os resultados obtidos em cada uma das simulações são apresentados juntamente com a imagem da simulação realizada conforme os Anexos A e Anexo B.

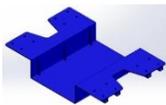
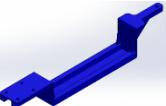
4.4.2.2 Escolha do material

Se aplica a análise e identificação do melhor material para o desenvolvimento dispositivo, visando às resistências necessárias e os pesos adequados. Como uma das premissas do projeto, é obter um dispositivo que não supere os 23 Kg, foi adotado o material aço 1045 trefilado, por este apresentar resistência mínima esperada para a aplicação do disposto, e comportar os demais requisitos necessários no projeto.

4.4.2.3 Normas técnicas de segurança

Abaixo, conforme o Quadro 12, podemos verificar a lista de componentes com os respectivos pesos unitários.

Quadro 12 - Peso dos componentes

| Descrição | Figura | Peso Uni (Kg) | Qtde Util | Peso total (Kg) |
|--|---|---------------|-----------|-----------------|
| Base Principal |  | 10,1419 | 1 | 10,1419 |
| Base Secundária |  | 3,88915 | 1 | 3,88915 |
| Rodízio com Parafusos, Porcas e Arruelas |  | 0,5 | 5 | 2,5 |
| | | | | 16,53105 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme o peso total de 16,53 Kg ilustrado no quadro anterior, o projeto atende a norma técnicas NR 17 (Ergonomia), propostas pelo projeto, pois garante que o produto seja comercializável conforme os padrões exigidos e dentro do peso especificado até 23 Kg.

4.4.3 Avaliar e aprovar fase

Ao final desta fase, podemos definir como concluída a fase de desenvolvimento do dispositivo. Considerando que as etapas descritas pela metodologia, foram cumpridas, bem como os modelos e especificações do produto detalhadas, obteve-se resultados que são satisfatórios e para a conclusão do projeto. Deste modo, com o detalhamento do produto e do projeto atendidos, a fase detalhada do projeto está completa, prosseguindo então para a conclusão final do desenvolvimento, bem como a finalização do projeto.

5 CONCLUSÕES

Partindo-se do escopo desse projeto, iniciou-se o desenvolvimento do dispositivo para auxílio de motocicletas em espaços confinados. Foram trabalhadas algumas hipóteses, as quais foram validadas por meio da aplicação da metodologia PDP. Conforme o propósito deste trabalho, o projeto desenvolvido baseado nas necessidades dos clientes.

Para o andamento contínuo e efetivo do projeto, o mesmo foi dividido em 4 fases: planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual, e projeto detalhado. Cada uma destas fases foram ainda divididas em diversas etapas, a fim de detalhar e aprofundar a aquisição de informações para o projeto.

De um modo geral, o projeto buscou desenvolver a partir das necessidades dos clientes, um dispositivo que fosse capaz de auxiliar a movimentação de motocicletas com segurança e efetividade. Para o atingimento destes fatores, foi desenvolvido um modelo de concepção, o qual foi estruturado baseado nas dimensões das motocicletas do mercado nacional.

Na fase informacional foram identificadas todas as informações ao projeto, de modo a estabelecer os pontos pertinentes às necessidades dos clientes. A partir do conhecimento das informações, partiu-se para a fase conceitual do projeto, onde foram trabalhadas as definições e possíveis soluções para atender os requisitos e necessidades do projeto e dos clientes, que foram determinados na fase anterior. Dando assim, forma e direção para o início dos trabalhos da fase detalhada do projeto, onde foram detalhadas todas as informações pertinentes ao produto.

Como resultados, podemos verificar conforme a análise estrutural desenvolvida na fase de detalhamento, que o produto desenvolvido possui um modelamento estruturado, de modo a ser resistente e confiável. Outro ponto importante, é que o mesmo possui um peso inferior ao estipulado para o projeto, que são os 23kg estipulados pela NR 17.

O presente trabalho propiciou-me o aprendizado referente à condução do processo de desenvolvimento de projetos, pois seguindo o mesmo de forma ordenada, aplicando a metodologia apresentada no decorrer do trabalho, obtive-se um alto nível de satisfação com relação aos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D. C. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. Uma Referência Para a Melhoria de Processo. Editora Saraiva, São Paulo, 2006.
- KOTLER, P. KELLER, K. **Administração de Marketing**, 12 edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- BAXTER, M. **Projeto de Produto**. Guia prático para design de novos produtos. 3º edição, São Paulo: Blucher, 2011.
- BACK, N. *et al.* **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, São Paulo: Manole, 2008.
- FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. Florianópolis, 2000. 180p. Tese (Doutorado), PPGEM – UFSC, 2000.
- FORCELLINI, F. A. **Desenvolvimento de produtos e sua importância para a competitividade**. 122 p. Apostila. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Paraná. 2002.
- ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. Florianópolis, 2003. 226p. Tese (Doutorado). PPGEM – UFSC, 2003.
- ALVES, F. A. **Elementos Finitos**. A Base da Tecnologia CAE. 5º edição, São Paulo: Érica, 2012.
- CARDELLA, B. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes**. Uma Abordagem Holística. 1º edição, São Paulo: ATLAS S.A, 1999.
- ADAMS, H. **Chassis Engineering**. Chassis Design, Building & Tuning for High Performance Handling. 1st Edition, New York: HPBooks, 1993.
- ATLAS. **Segurança e Medicina do Trabalho**. 77ª Edição, São Paulo: ATLAS S.A, 2016.
- ERSOY, M. HEIBING, B. **Chassis Hand Book**. Fundamentals, Driving Dynamics, Components, Mechatronics, Perspectives. 1st Edition, Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2011.
- TAVARES, J. M. **Introdução ao SolidWorks (X): Análise de Tensões de Peças – SimulationXpress**. DEMec – Departamento de Engenharia Mecânica. 2014.
- WURTH. Disponível em: < <https://www.wurth.com.br/wurth/b2c/home> >. Acesso em: (11/10/2016).
- VONDER. Disponível em: < <http://www.vonder.com.br/> >. Acesso em: (11/10/2016).
- NR17: Ergonomia: Disponível em: < www.https://ministeriodotrabalho/normatizacao/Normas-Regulamentador/ >. Acesso em: (11/10/2016).

APÊNDICE

RESULTADOS DO QUESTIONARIO APLICADO NOS CLIENTES EXTERNOS

1- Qual é sua maior dificuldade ao manobrar a motocicleta em espaços reduzidos?

Respostas mais frequentes:

- A- Girar a motocicleta – 50%;
- B- Erguer a motocicleta – 25%;
- C- Compartilhar o espaço com a motocicleta – 25%.

2- O que você busca em um produto?

Respostas mais frequentes:

- A- Qualidade – 60%;
- B- Baixo custo – 20%;
- C- Baixa manutenção – 20%.

3- Qual o modelo (cilindradas) de motocicleta que utiliza?

Respostas mais frequentes

- A- De 100cc a 125cc – 50%;
- B- De 150cc a 250cc – 35%;
- C- De 300cc a 400cc – 15%.

4- Do ponto de vista funcional o que você julga importante para o produto?

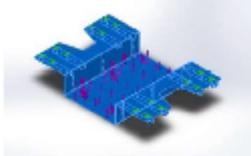
Respostas mais frequentes:

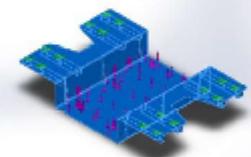
- A- Qualidade dos componentes – 15%;
- B- Útil para diferentes tipos (modelos) de motocicletas – 70%;
- C- Montagem simples – 15%.

ANEXO A - SIMULAÇÃO DA BASE PRINCIPAL

CRISTHIAN CANSI

Propriedades do Material

| Corpos sólidos | | | |
|---|--------------|--|------------------------------|
| Nome e referência do documento | Tratado como | Propriedades volumétricas | Data do documento modificado |
|  | Corpo sólido | Massa: 10.1419 kg Volume: 0.00129196 m ³ Densidade: 7850 kg/m ³ Peso: 99.3902 N | Oct 03 22:24:10 2016 |

| Referência do modelo | Propriedades | Componentes |
|---|--|---------------------------------|
|  | Nome: AISI 1045 Aço, trefilado Tipo de modelo: Isotrópico linear elástico Critério de falha predeterminado: Tensão de von Mises máxima Limite de escoamento: 530 N/mm ² Resistência à tração: 625 N/mm ² | Corpo sólido 1 (Base Principal) |



SOLIDWORKS

Analisado com o SolidWorks Simulation

Simulação de Base Principal 1

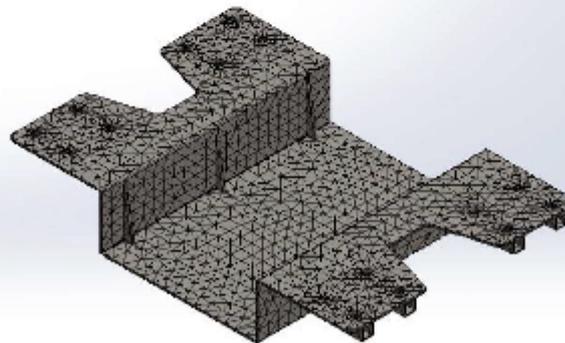
Informações de malha

| | |
|-------------------------|--------------|
| Tipo de malha | Malha sólida |
| Gerador de malhas usado | Malha padrão |
| Tamanho do elemento | 9.67195 mm |
| Tolerância da malha | 0.483597 mm |
| Qualidade da malha | Alta |

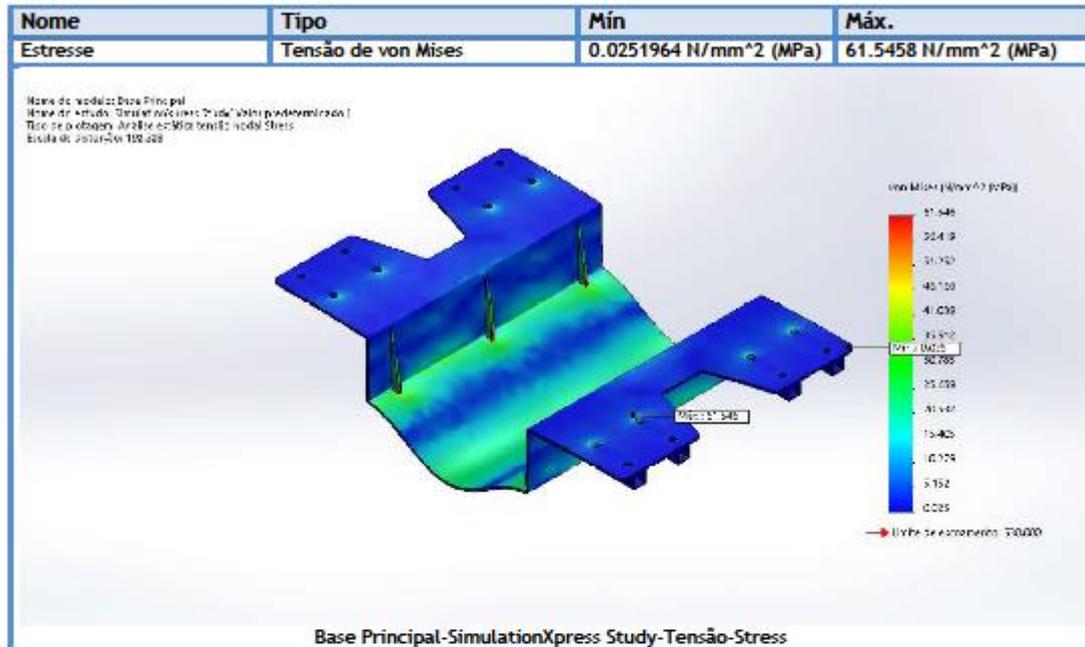
Informações de malha - Detalhes

| | |
|---|---------------|
| Total de nós | 23153 |
| Total de elementos | 11408 |
| Proporção máxima | 35.834 |
| % de elementos com Proporção < 3 | 10.6 |
| % de elementos com Proporção < 10 | 10.9 |
| % de elementos distorcidos(Jacobiana) | 0 |
| Tempo para conclusão da malha (hh:mm:ss): | 00:00:06 |
| Nome do computador: | CRISTIANCANSI |

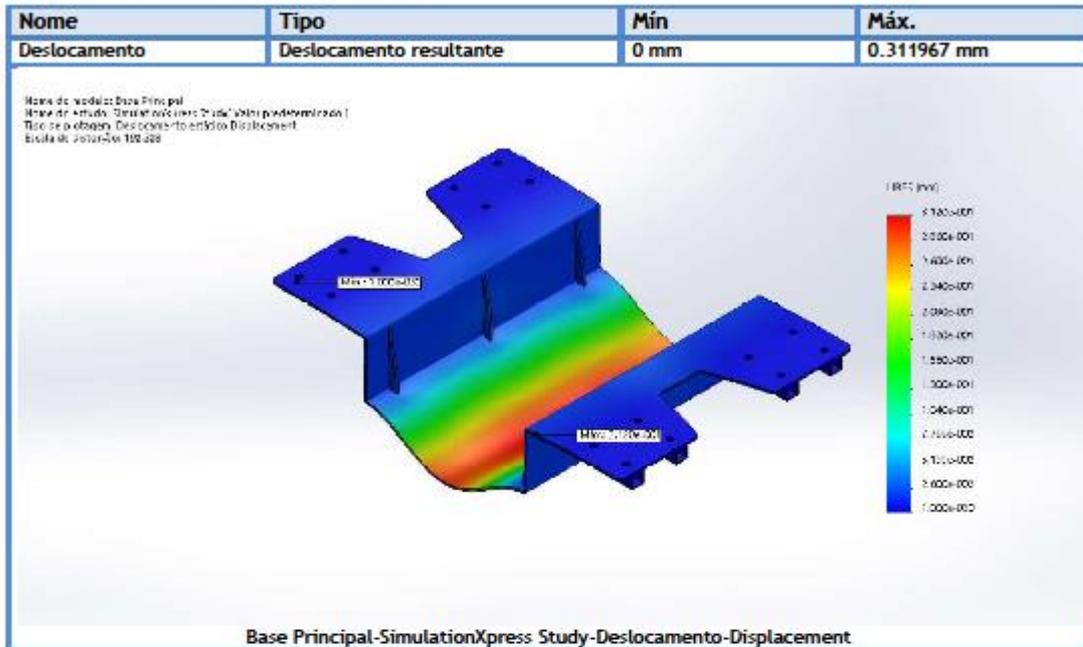
Nome do modelo: Base Principal
 Nome do estudo: Simulação por Elementos Finitos (Análise de Tensões)
 Tipo de malha: Malha sólida



Resultados do estudo - Tensão



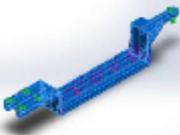
Resultados do estudo - Deslocamento



ANEXO B - SIMULAÇÃO DA BASE SECUNDÁRIA

CRISTHIAN CANSI

Informações do modelo

| Corpos sólidos | | | |
|---|--------------|---|------------------------------|
| Nome e referência do documento | Tratado como | Propriedades volumétricas | Data do documento modificado |
|  | Corpo sólido | Massa: 3.88915 kg Volume: 0.000495434 m ³ Densidade: 7850 kg/m ³ Peso: 38.1137 N | Oct 03 22:29:19 2016 |

Propriedades do material

| Referência do modelo | Propriedades | Componentes |
|---|--|--------------------------------|
|  | Nome: AISI 1045 Aço, trefilado Tipo de modelo: Isotrópico linear elástico Critério de falha predeterminado: Tensão de von Mises máxima Limite de escoamento: 530 N/mm ² Resistência à tração: 625 N/mm ² | Corpo sólido (Base Secundaria) |



SOLIDWORKS

Analisado com o SolidWorks Simulation

Simulação de Base Secundaria 1

CRISTHIAN CANSI

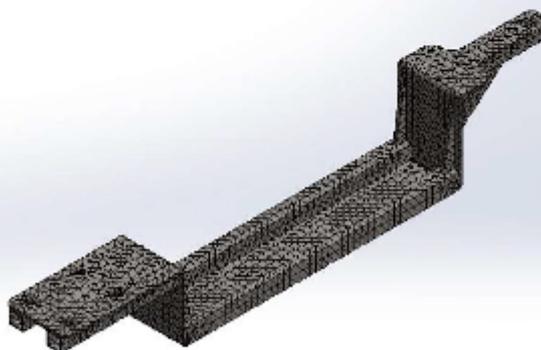
Informações de malha

| | |
|-------------------------|--------------|
| Tipo de malha | Malha sólida |
| Gerador de malhas usado | Malha padrão |
| Tamanho do elemento | 9.67195 mm |
| Tolerância | 0.483597 mm |
| Qualidade da malha | Alta |

Informações de malha - Detalhes

| | |
|---|---------------|
| Total de nós | 25195 |
| Total de elementos | 12654 |
| Proporção máxima | 17.59 |
| % de elementos com Proporção < 3 | 36.6 |
| % de elementos com Proporção < 10 | 0.94 |
| % de elementos distorcidos(Jacobiana) | 0 |
| Tempo para conclusão da malha (hh:mm:ss): | 00:00:04 |
| Nome do computador: | CRISTIANCANSI |

Arquivo gerado: Base Secundaria
 Nome do estudo: Simulação FEM (Study) (Nome indeterminado)
 Tipo de malha: Malha sólida



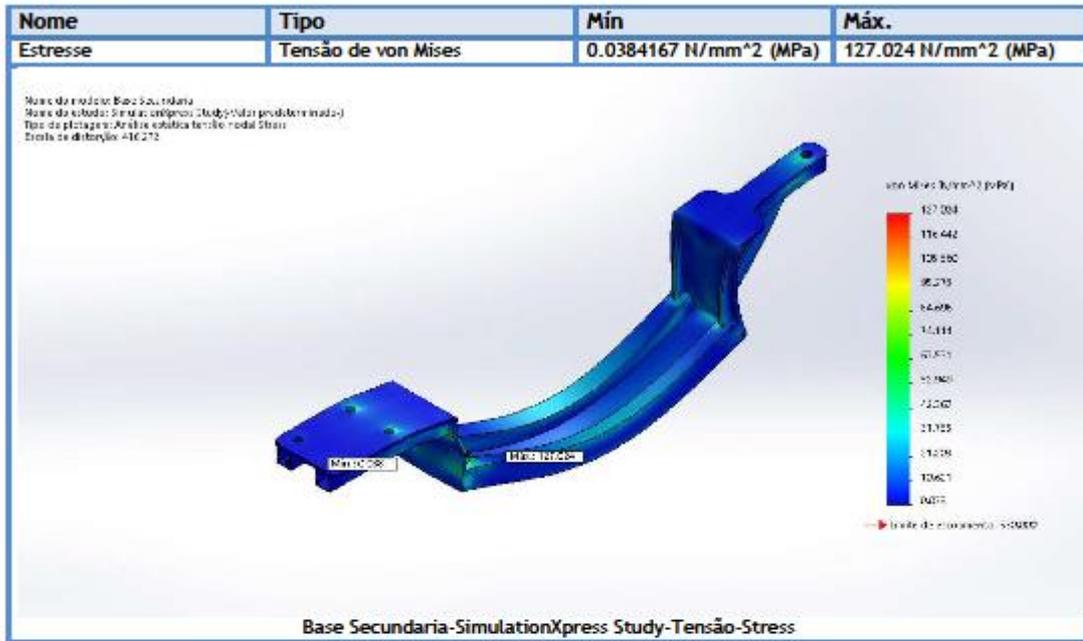
SOLIDWORKS

Analisado com o SolidWorks Simulation

Simulação de Base Secundaria

2

Resultados do estudo - Tensão



Resultados do estudo - Deslocamento

