



**Dartanian da Silva Marmitt
Marcelo Wunsch**

**DIMENSIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA
APLICAÇÃO DE TORQUE NOS PARAFUSOS DOS DISCOS
DE CORTE DUPLOS DE PLANTADEIRAS**

Horizontina

2013

**Dartanian da Silva Marmitt
Marcelo Wunsch**

**DIMENSIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA
APLICAÇÃO DE TORQUE NOS PARAFUSOS DOS DISCOS
DE CORTE DUPLOS DE PLANTADEIRAS**

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: Vilmar Bueno da Silva, Meng.

Horizontina

2013

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Dimensionamento de um dispositivo para aplicação de torque nos parafusos
dos discos de corte duplos de plantadeiras”**

Elaborada por:

**Dartanian da Silva Marmitt
Marcelo Wunsch**

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

**Aprovado em: 28/11/2013
Pela Comissão Examinadora**

**Meng. Vilmar Bueno da Silva
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Eng. Mec. Francine Centenaro
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Esp. Eng. Sérgio Kelm
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina
2013**

DEDICATÓRIA

Às famílias, que souberam entender nossas ausências durante muitos momentos, sempre dando apoio com palavras que deram força durante todo este percurso. Esse apoio foi fundamental para tornar realidade esse momento.

AGRADECIMENTOS

A FAHOR, pela disponibilidade do ensino qualificado, teórico e prático para o desenvolvimento deste projeto.

Aos professores e funcionários, em especial ao professor orientador Meng. Vilmar Bueno, cuja orientação e apoio, incansáveis, pode tornar realidade este sonho.

Também a todos os amigos e colegas que tivemos durante o curso.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê!.” (Arthur Schopenhauer).

RESUMO

O aumento da demanda de produção de plantadeiras motivou a escolha do tema da presente monografia, cujo objetivo é dimensionar um dispositivo para a aplicação de torque nos discos de corte dessas máquinas, visto que, com o aumento da produção, o processo de montagem dos discos de corte irá aumentar consideravelmente, necessitando criar um processo diferente para essa montagem. Este estudo permite apresentar à empresa uma proposta, demonstrada através de figuras, tabelas e quadros, que viabiliza uma solução para aumento da qualidade na aplicação do torque, bem como tornar o procedimento de aplicação de torque nos discos mais produtivo e seguro para os operadores. Com base em uma revisão de literatura, o projeto ainda apresenta tópicos sobre elementos de máquinas, ergonomia, produtividade e as definições de Projeto de Produto, sendo o mesmo validado a partir das etapas informacional, conceitual e detalhado. O desenvolvimento do projeto do dispositivo para aplicação do torque possibilitou atingir os objetivos propostos.

Palavras-chave: Dispositivo. Desenvolvimento de projeto. Requisitos de clientes/projeto.

ABSTRACT

The demand increase of planters' production motivated the choice of the subject of this monograph, which objective is to size a device for applying torque in cutting discs of these machines since, with increased production , the assembly process of the discs cutting will increase considerably , requiring a different process to create this assembly . This study allows us to present a proposal to the company, demonstrated by pictures, tables and charts, which will enable a solution to increase quality in the application of torque, as well as making the procedure of applying torque on the disks more productive and safe for operators. Based on a literature review, the project still present topics on machine elements, ergonomics, productivity and the definitions of product design, being it validated from steps: informational, conceptual and detailed. The project's development of the device for applying torque allowed reaching these goals.

Key words: Device. Project Development. Customer Requirements/design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Esquema prático de desenvolvimento de Projeto de Produto.....	20
Figura 02 - Micro etapas do desenvolvimento de Projeto de Produto	21
Figura 03 - Subetapas do projeto informacional.....	21
Figura 04 - Subetapas do projeto conceitual.....	22
Figura 05 - Subetapas do projeto detalhado	23
Figura 06 - Situação atual da montagem dos discos.....	25
Figura 07 - Função global.....	33
Figura 08 - Desdobramento da função global	33
Figura 09 – Árvore de funções	34
Figura 10 - Matriz Morfológica.....	35
Figura 11 - Comparativo transportar o dispositivo Vs requisitos de projeto.....	36
Figura 12 - Comparativo travar o dispositivo Vs requisitos de projeto.....	36
Figura 13 - Comparativo adaptação a altura de trabalho Vs Requisitos de Projeto	37
Figura 14 - Comparativo Prender a peça Vs Requisitos de Projeto	37
Figura 15 - Comparativo Aplicação do torque Vs Requisitos de Projeto	38
Figura 16 - Agrupamento das concepções escolhidas.....	38
Figura 17 - Arquitetura preliminar.....	39
Figura 18 - Protótipo do dispositivo	40
Figura 19 - Especificação da chapa base principal	42
Figura 20 - Especificação dos tubos estruturais.....	42
Figura 21 - Especificação da chapa de fixação das rodas	43
Figura 22 - Especificação da arruela de fixação do disco de corte	43
Figura 23 - Especificação do pino guia para aperto do disco de corte	44
Figura 24 - Especificação do conjunto pino + argola.....	44
Figura 25 - Especificação do guia para montagem dos parafusos do disco de	

corte	45
Figura 26 - Especificação da roda a ser utilizada no dispositivo	46
Figura 27 - Especificação dos rodízios fixos e giratórios do dispositivo	47
Figura 28 - Junção dos rodízios com a estrutura do dispositivo.....	48
Figura 29 - Junção dos comandos bi-manual a chapa base do dispositivo.....	49
Figura 30 - Junção do guia de montagem com a chapa e cilindro pneumático.....	50
Figura 31 - Esquema pneumático do dispositivo.....	52
Figura 32 - Protótipo em fase de construção.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Identificação dos clientes ao longo do ciclo de vida do dispositivo	26
Quadro 02 - Necessidades dos clientes.....	27
Quadro 03 - Informações que devem ser coletadas na fase do ciclo de vida do produto	28
Quadro 04 - Requisitos dos clientes, separados pelas fases do ciclo de vida do produto	29
Quadro 05 - Especificações do projeto de acordo com a importância QFD – terço superior	31
Quadro 06 - Especificações do projeto de acordo com a importância QFD – terço médio.....	31
Quadro 07 - Especificações do projeto de acordo com a importância QFD – terço inferior	32
Quadro 08 - Custos de construção do dispositivo	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 PROJETO DE PRODUTO.....	15
2.2 NR 12	16
2.3 SISTEMAS HIDRÁULICOS.....	17
2.4 SISTEMAS PNEUMÁTICOS	17
2.5 ERGONOMIA	18
2.5.1 Enfoque ergonômico do trabalho.....	18
2.6 AUMENTO DA PRODUTIVIDADE	19
3 METODOLOGIA	20
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS	20
3.1.1 Projeto informacional.....	21
3.1.2 Projeto conceitual	22
3.1.3 Projeto detalhado	23
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	24
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	25
4.1 PROJETO INFORMACIONAL.....	25
4.1.1 Especificações do projeto.....	25
4.1.2 Necessidades dos clientes	26
4.1.3 Requisitos dos clientes.....	27
4.1.4 Requisitos de projeto.....	29
4.2 PROJETO CONCEITUAL	32
4.2.1 Determinação da função global.....	32

4.2.2 Desdobramento da função global.....	33
4.2.3 Determinação da estrutura de funções do produto.....	34
4.2.4 Elaboração dos princípios de soluções	34
4.2.5 Análise Comparativa das concepções versus necessidades/requisitos dos clientes	35
4.2.6 Apresentação da concepção selecionada	38
4.3 PROJETO DETALHADO.....	39
4.3.1 Leiaute preliminar	40
4.3.2 Detalhamento do <i>layout</i> definitivo.....	41
4.3.3 Protótipo em construção.....	53
4.3.4 Custos	54
5 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÊNDICES	59

1 INTRODUÇÃO

No cenário de um mercado cada vez mais competitivo, onde o preço das máquinas e dos implementos agrícolas é ditado pelo mercado, o desenvolvimento de melhorias, de redução de custos e o aprimoramento de seus processos são pontos a serem avaliados de forma criteriosa, a fim de realizar a produção planejada com menor número de recursos possíveis. Os dispositivos são adaptados a esse meio fabril justamente para proporcionar a entrega da produção, e não somente focar na entrega dos produtos, o que requer que se considere também a ergonomia e a saúde ocupacional de seus colaboradores.

A linha de montagem de Plantadeiras, localizada na unidade da John Deere de Horizontina/RS, possui uma grande demanda de produção, fabricando plantadeiras que variam de 07 a 30 linhas de plantio. No processo de montagem dos discos de corte das plantadeiras, o tempo disponível para a produção dividido pela demanda diária é de 150 segundos para montar dois discos, e a atividade de aperto dos parafusos do disco de corte demanda um grande tempo (para aplicar o torque o tempo atual é de 40 segundos por disco), sendo necessário este processo trabalhar com grande estoque de discos prontos, pois se houver algum tipo de perda, ao final da jornada de trabalho este tempo perdido se torna muito relevante. É também levado em conta que, nesse posto de trabalho, o processo de montagem é repetitivo, por isso, para a integridade física dos operadores, é necessário que os processos sejam confiáveis e estruturados.

Com a evolução da mecanização agrícola, aumenta a preocupação das empresas em se manter competitivas e permanecer inseridas no mercado. Para atender a esta questão, a empresa deve manter-se produtiva, com processos enxutos, e com as menores perdas possíveis. Neste caso, os processos de montagem são um ponto decisivo, visto que é nesse momento que o produto é concluído, ou seja, quanto menor for o tempo utilizado para finalizar o processo, melhor para a empresa e para os seus clientes. Com o aumento da produção e a redução do tempo de processos, a operação de montagem dos flanges dos discos de corte das plantadeiras é afetada por este cenário, uma vez que o tempo necessário para realizar este processo é alto, e é realizado manualmente.

Atualmente a empresa utiliza apenas uma bancada e um suporte para realizar a união do disco de corte com o flange. Como os parafusos são do tipo francês de cabeça chata, ao aplicar o torque, eles acabam girando livres, necessitando assim que a atividade seja realizada com grande estoque de conjuntos prontos. Além de a atividade demandar esforço físico, e também um tempo elevado, não garante o torque especificado por projeto ao conjunto dos discos.

Considerando-se o processo de montagem dos discos de corte, surge a seguinte questão-problema: “A implantação do dispositivo para aperto dos parafusos dos discos de corte duplos de plantadeiras garantirá o torque dos parafusos, reduzirá o tempo de processo e deixará a atividade mais ergonômica?”.

Com o aquecimento do mercado agrícola, as empresas fornecedoras de plantadeiras precisam determinar e estruturar seus processos para conseguir atender a esta demanda. Na empresa objeto deste estudo, para o próximo ano, a demanda será 410 linhas de plantio por dia. Neste contexto, junto com este aumento de produção, tornou-se necessário um melhoramento no processo de montagem dos flanges nos discos de corte e posterior aplicação de torque, com a finalidade de atender à alta demanda de produção, justificando assim a realização deste projeto. Visto que, em cada linha de plantio das plantadeiras, são montados 04 discos de corte, e em cada disco são montados 03 parafusos. Assim, durante 01 dia de produção serão montados 1640 discos de corte com 4920 parafusos, sendo aplicado o torque de 3kgf/m por parafuso.

Com a aplicação deste projeto, será possível garantir a qualidade na aplicação do torque aos parafusos do disco, visto que os mesmos não irão mais girar livres, bem como proporcionar uma maior produtividade ao processo, reduzindo o tempo para a aplicação do torque nos parafusos. Além disso, aumenta a segurança e a ergonomia dos operadores durante o processo de montagem dos flanges nos discos de corte.

Dessa forma, tem-se como objetivo principal desenvolver o projeto de um dispositivo para montagem e aperto dos parafusos nos flanges dos discos de corte duplos de plantadeiras da empresa “John Deere Brasil Ltda”. E, como objetivos específicos: a) Analisar o sistema de montagem e aplicação de torque dos parafusos do disco de corte; b) Desenvolver o projeto do dispositivo. Nos próximos itens são mostrados e explanados todos os passos seguidos para a elaboração do projeto da pesquisa do dispositivo para aplicação do torque nos parafusos do disco de corte.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados alguns tópicos específicos voltados à revisão da literatura, para que possam entender os aspectos técnicos envolvidos no decorrer do projeto.

2.1 PROJETO DE PRODUTO

Segundo Back et al (2008), utensílios e produtos já são produzidos desde os primórdios da civilização humana, mas o estudo do processo de projeto de produtos como uma disciplina ou de uma forma mais sistemática só ocorreu a partir da década de 1960. A partir de 1980, com a globalização, a atividade de desenvolvimento de produtos foi considerada de importância extraordinária; os métodos e ferramentas desenvolvidos foram o resultado de grandes esforços de pesquisa.

Back et al (2008) ainda analisa que desenvolvimento de produto é um conceito amplo ao longo de todas as atividades de sequência do processo, desde a pesquisa de mercado, o projeto do produto, projeto do processo de fabricação, plano de distribuição e de manutenção até o descarte ou desativação do mesmo. Por esse conceito, entende-se desenvolvimento de produto como todo o processo de transformação de informações necessárias para a identificação da demanda, a produção e o uso do produto.

Em outro momento, Back et al (2008) explica que o termo produto está relacionado a um objeto produzido industrialmente com características e funções, comercializado e utilizado por pessoas ou organizações, afim de atender a seus desejos ou necessidades. Os produtos são formados por elementos que formam um conjunto de atributos básicos, alguns como aparência, forma, cor, função, imagem, material, embalagem, marca, serviços pós-venda e garantias. Produtos novos não significam, necessariamente, produtos originais. Produtos novos podem ser construídos com melhorias e modificações de produtos existentes. Novos tamanhos e formas de um produto já existente podem representar um novo produto. Da mesma forma, um produto já existente pode representar um novo produto, ou ainda um produto já existente, se introduzido em um novo nicho de mercado ou em um novo mercado geográfico, pode ser considerado um novo produto.

Rozenfeld et al (2006) mostra que, de modo geral, o desenvolvimento de produtos consiste em uma junção de atividades, por meio das quais são obtidas a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas. A partir disso, são consideradas estratégias de produto e mercado da empresa, chegando assim, às especificações de projeto de um produto e de seu processo de manufatura, para que finalmente este seja capaz de ser produzido.

2.2 NR 12

A NR 12 é a norma regulamentadora que, junto com seus anexos, define referências técnicas, princípios e medidas de proteção que garantam a saúde e integridade física dos trabalhadores (ABNT, 2010). Esta norma estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e de doenças provenientes do trabalho nas etapas de projeto e de utilização do equipamento. A NR 12 está dividida em vários aspectos, e suas disposições referem-se a máquinas novas e usadas. Essa norma mostra que toda e qualquer responsabilidade de sua aplicação e seguimento é do empregador. Suas medidas de proteção são definidas segundo a NR 12:

- Medidas de proteção coletivas;
- Medidas administrativas ou de organização do trabalho;
- Medidas de proteção individual.

Essas medidas possuem suas respectivas divisões para cada tipo de acionamento: mecânico, elétrico, pneumático, hidráulico, e para cada um destes possuem suas formas de segurança, como as que seguem:

- Arranjo físico;
- Dispositivos de partida, acionamento e parada;
- Componentes pressurizados;
- Aspectos ergonômicos;
- Riscos adicionais;
- Procedimentos de trabalho (ABNT, 2010).

Esses tópicos estão detalhadamente explicados na NR 12, e serão analisados e utilizados de acordo com as especificações do projeto e suas necessidades (ABNT, 2010).

2.3 SISTEMAS HIDRÁULICOS

De acordo com Palmieri (1994, p. 10),

Sistemas óleo-hidráulicos são sistemas transmissores de potência ou movimento, utilizando como elemento transmissor o óleo que, sob pressão é praticamente incompressível. Os sistemas óleo hidráulicos podem ser classificados de duas formas: estáticos e cinéticos.

Existem vantagens e desvantagem em utilizar sistemas hidráulicos, segundo Linsingen (2003):

Desvantagens:

- Perdas por vazamento interno e possibilidade de vazamento externo;
- Custo de aplicação alto, se comparado a outros sistemas;
- Elevada dependência de temperatura;

Vantagens:

- Adaptação automática de força ou torque;
- Possibilidade de variação de força;
- Baixa relação peso/potencia, transmissão de grandes forças com dimensões relativamente pequenas.

Os sistemas hidráulicos possuem vários componentes. De acordo com Parker (1999), são os seguintes:

- Reservatório;
- Mangueiras;
- Bomba.

2.4 SISTEMAS PNEUMÁTICOS

São sistemas que utilizam ar comprimido para gerar força e movimento, com cargas na ordem de até uma tonelada, segundo Silva (2002). Atualmente, conforme o autor, existem várias aplicações da pneumática no meio industrial, como:

- Prensas pneumáticas;
- Dispositivos de fixação de peças em máquinas;
- Acionamento de portas de ônibus;

Para o autor, as vantagens da utilização de sistemas pneumáticos são:

- Fácil armazenamento;
- Não contamina o ambiente;
- Volume ilimitado;
- Acionamentos podem ser sobrecarregados até a parada (SILVA, 2002).

2.5 ERGONOMIA

lida (2005) salienta que ergonomia é o estudo da relação entre o homem e seu trabalho, equipamentos, ambientes e, em particular, a aplicação de conhecimentos sobre anatomia, fisiologia e psicologia na resolução de problemas oriundos dessa relação.

O ponto de partida da ergonomia é o estudo das características do trabalhador, para posteriormente, permitir projetar o trabalho que ele consiga executar, mantendo assim, sua saúde. A ergonomia estuda os diferentes fatores que contribuem no desempenho do sistema produtivo e tenta reduzir os resultados nocivos sobre o trabalhador. Sendo assim, ela procura reduzir a fadiga, o estresse, os erros e acidentes, proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores durante o seu relacionamento com o sistema produtivo. Faz com que a eficiência venha a tornar-se consequência (IIDA, 2005).

2.5.1 Enfoque ergonômico do trabalho

Ao referir-se ao enfoque ergonômico no trabalho, lida (2005) diz que este tende a desenvolver estações de trabalho que minimizem as exigências biomecânicas e cognitivas, visando colocar o operador em uma postura de trabalho adequada. Os itens a serem manuseados ficam na área de alcance dos movimentos corporais, e as informações ficam em posições que facilitam a sua visualização. Em outras palavras, a estação de trabalho deve envolver o operador como uma “vestimenta” bem adaptada, que permita realizar o trabalho com conforto, eficiência e segurança.

No foco ergonômico, conforme o autor descreve, as máquinas, equipamentos, ferramentas e materiais devem ser adaptados às características da atividade e às capacidades do trabalhador, focando a promoção do equilíbrio biomecânico (IIDA, 2005).

2.6 AUMENTO DA PRODUTIVIDADE

Atualmente a competição entre as empresas é tão acirrada que o menor desperdício pode ser crucial para o futuro da empresa. Ao falarmos sobre manufatura enxuta, estamos fazendo referência ao termo “desperdício”, que, segundo Womack e Jones (2004), é qualquer atividade humana que absorva recursos, mas não cria valores, tais como: erros que exijam retrabalho; produção de itens indesejados; acúmulo de produtos no estoque; etapas de processamento desnecessárias; movimentação de funcionários e transporte de itens de um lugar para outro sem necessidade (logística); grupos de pessoas em uma atividade posterior que ficam esperando porque uma atividade anterior não foi realizada dentro do prazo ou tempo do processo; e bens e serviços que não atendam às necessidades do cliente.

O pensamento enxuto pode ser a melhor forma de acabar com o desperdício, conforme advertem Womack e Jones (2004). De acordo com os autores, através do pensamento enxuto, podemos especificar algum valor, colocar na melhor sequência as atividades que agregam valor, fazer essas atividades sem paradas toda vez que alguém solicita as mesmas, e realizar de maneira a fazer cada vez mais com menos - menos esforço de pessoas, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço físico – conseguindo assim ao mesmo tempo, ter um laço mais aproximado com os clientes exatamente para oferecer a eles o que desejam.

Os autores ainda afirmam que o pensamento enxuto também é uma maneira de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo opinião imediata sobre os esforços para transformar desperdício em valor. E, contrastando de maneira sólida com a atividade recente da reengenharia de processos, é uma maneira de criar novos trabalhos, ao invés de destruir empregos em nome da eficiência dos processos (WOMACK; JONES, 2004).

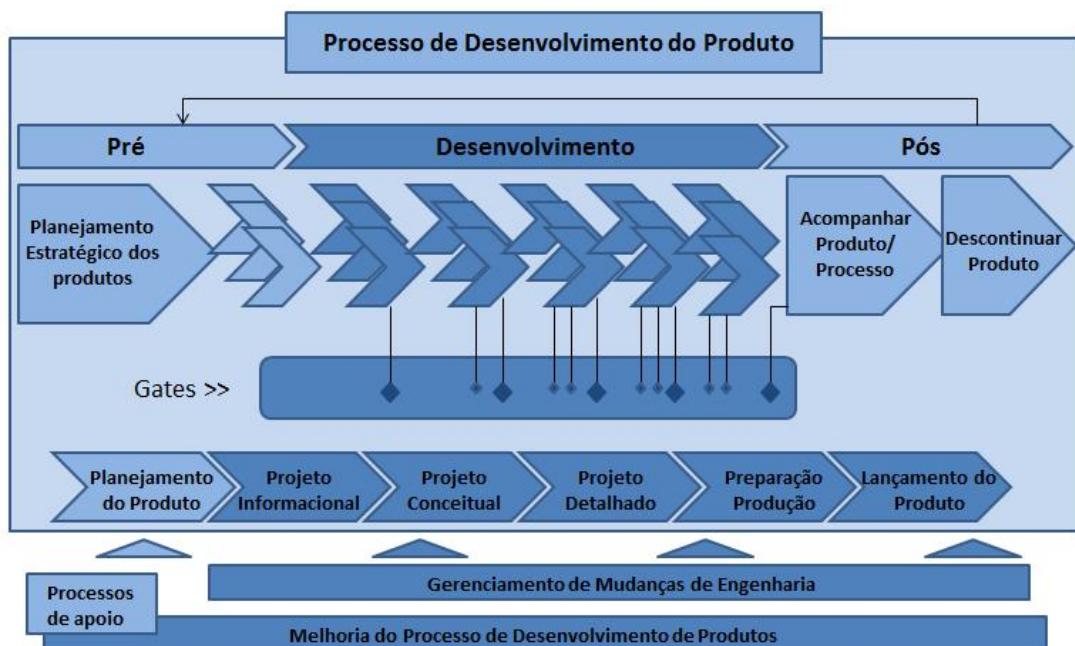
3 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia empregada para o desenvolvimento do projeto, bem como suas definições.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Este trabalho foi elaborado utilizando a metodologia de projeto de produto. Conforme Rozenfeld et al (2006), o desenvolvimento de produto é dividido em três macrofases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento, conforme mostra a Figura 01.

Figura 01 - Esquema prático de desenvolvimento de Projeto de Produto



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al, 2006, p. 44.

O objetivo do projeto é dimensionar o dispositivo atendendo à etapa de projeto detalhado dentro da macroetapa de desenvolvimento mostrada por Rozenfeld et al (2006). Assim, a etapa de desenvolvimento é dividida em três microetapas, como mostra a Figura 02.

Figura 02 - Microetapas do desenvolvimento de Projeto de Produto



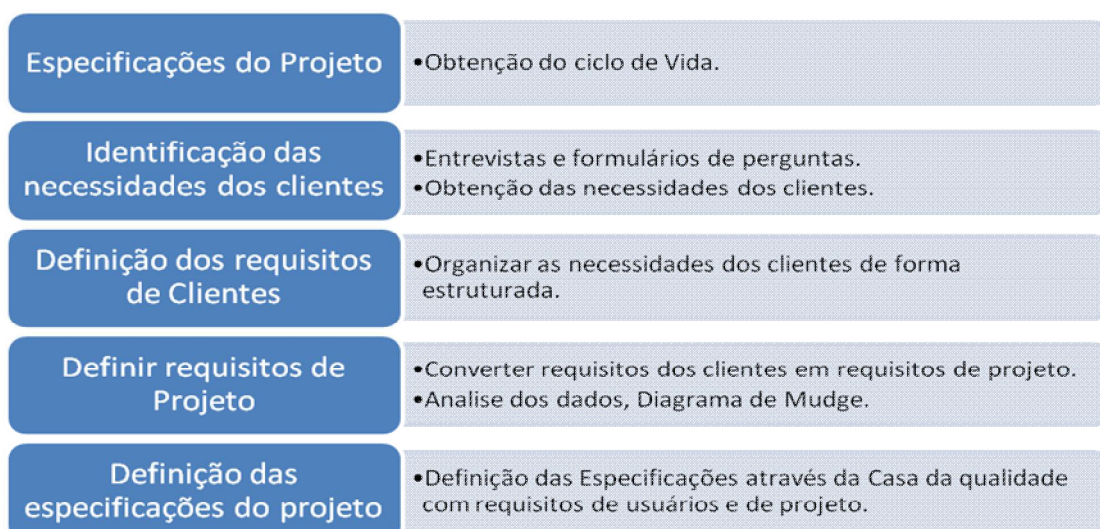
Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al, 2006, p. 44.

Essas etapas metodológicas são desenvolvidas e abordadas no decorrer do capítulo 4.

3.1.1 Projeto informacional

Esta etapa do projeto de produto incide em uma análise detalhada do problema, onde são coletadas as informações necessárias para o seu entendimento. O modelo de produto resultante no final dessa fase são as especificações do projeto, que é uma lista de objetivos que o produto deve atender, conforme mencionado por Rozenfeld et al (2006). O autor ainda ressalta que a etapa do projeto informacional é dividida em subetapas, conforme mostra a Figura 03:

Figura 03 - Subetapas do projeto informacional



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al, 2006.

Todas as etapas listadas na Figura 03 são abordadas e estruturadas no decorrer do projeto informacional, dentro do capítulo 4.

3.1.2 Projeto conceitual

Nesta etapa do projeto, são adquiridas maneiras de solução para um determinado problema ou necessidades. Tem como objetivo principal a busca de soluções para os requisitos gerados na etapa de projeto informacional. Para atingir este propósito, são realizadas diversas tarefas que buscam estabelecer a estrutura funcional do produto, a definição da função global e a escolha do princípio de solução (BACK et al, 2008).

O projeto conceitual, assim como o informacional, também é dividido em subetapas, conforme Figura 04:

Figura 04 - Subetapas do projeto conceitual

Definição da função Global.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação a partir da análise das especificações do projeto.
Desdobramento da função global.	<ul style="list-style-type: none"> • Desdobramento da Função global em subfunções.
Determinação da estrutura de funções do produto.	<ul style="list-style-type: none"> • Árvore de Funções.
Elaboração dos princípios de soluções.	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de soluções. • Matriz Morfológica.
Análise comparativa das concepções vs necessidades / requisitos dos clientes.	<ul style="list-style-type: none"> • Cruzamento dos requisitos vs concepções.
Apresentação da concepção selecionada	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção das soluções que mais satisfazem os requisitos de projeto.

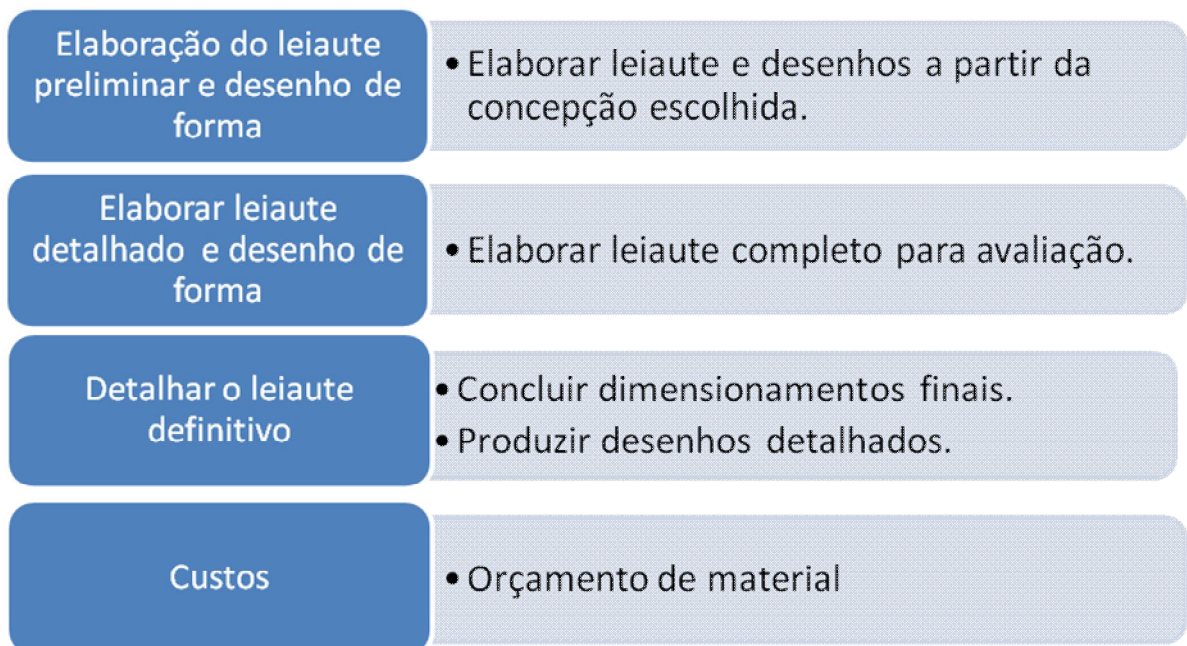
Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al, 2006.

As atividades listadas e expostas na Figura 04 são abordadas e explanadas detalhadamente no decorrer do capítulo 4, na etapa conceitual, incluindo a sua utilização.

3.1.3 Projeto detalhado

O projeto detalhado, segundo Rozenfeld et al (2006), dá seguimento a etapa conceitual do projeto, uma vez que tem como objetivo desenvolver e finalizar as especificações do produto para, então, serem encaminhados à manufatura e às outras fases do desenvolvimento, como mostra a Figura 05.

Figura 05 - Subetapas do projeto detalhado



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al, 2006.

Todas as atividades listadas na Figura 05 são abordadas e detalhadas no capítulo 4, na etapa detalhada do projeto, incluindo a sua utilização.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

A elaboração da presente monografia consistiu na utilização de sistemas específicos adotados pela empresa, tais como:

Pro-Enginner (CREO) - Sistema usado para definir a concepção final do produto, e também usado para definir e identificar as dimensões do dispositivo, *layout* de forma das peças e detalhamento do dispositivo.

Recon - Software utilizado pelo departamento de engenharia da empresa para análise e verificação de dimensionais das peças a serem montadas no dispositivo, no caso deste projeto, os discos de corte.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentadas as análises e os resultados obtidos através da aplicação da metodologia de projeto de produto, demonstrada no capítulo anterior. Também são mostradas detalhadamente as definições do *layout*, materiais e dimensões, entre outras informações necessárias para a construção do protótipo do dispositivo para aplicação de torque nos discos.

Na Figura 06 podemos verificar a situação atual do processo de montagem, o qual exige grande esforço físico.

Figura 06 - Situação atual da montagem dos discos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

4.1 PROJETO INFORMACIONAL

A etapa do projeto informacional está relacionada com a análise detalhada do problema de projeto e busca as informações para o entendimento do problema. No final desta etapa, tornam-se visíveis as especificações do projeto que consistem em uma lista de objetivos que o produto a ser projetado deve atender (ROOZENBURG; EEKELS, 1995). São apresentados a sequência dos dados coletados com o auxílio das ferramentas descritas no capítulo anterior.

4.1.1 Especificações do projeto

Ao iniciar o desenvolvimento da pesquisa, tornaram-se visíveis os primeiros resultados de levantamento das necessidades dos clientes. Conforme Rozenfeld et

al (2006), é formado o ciclo de vida de um determinado produto, que deve atender a três tipos de clientes: internos, intermediários e externos, e busca estabelecer as suas necessidades.

No Quadro 01, é apresentado o ciclo de vida do dispositivo de aplicação de torque dos discos, bem como os clientes do projeto ao longo do ciclo.

Quadro 01 - Identificação dos clientes ao longo do ciclo de vida do dispositivo

FASES DO CICLO DE VIDA	CLIENTES AO LONGO DO CICLO DE VIDA		
	<i>Internos</i>	<i>Intermediários</i>	<i>Externos</i>
Projeto	Projetista		
Fabricação	Empresa Terceirizada		
Montagem	Empresa Terceirizada		
Utilização			Indústria
Manutenção			Indústria
Descarte			Indústria

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Com a informação do ciclo de vida do produto estruturada, pode-se dar seguimento às etapas do projeto informacional com o desdobramento das necessidades dos clientes.

4.1.2 Necessidades dos clientes

O dispositivo de aplicação de torque nos discos de corte da Plantadeira deve ser capaz de atender a todas as necessidades relacionadas ao mesmo quanto à sua utilização, de modo que tenha alta eficiência em seu uso operacional, conforme mostra o Quadro 02.

Quadro 02 - Necessidades dos clientes

FASES DO CICLO DE VIDA	NECESSIDADES DOS CLIENTES
Projeto	Realizar um projeto que venha a atender as necessidades da linha de montagem, seja de fácil aplicação, seja simples ao ponto de não necessitar peças complexas e/ou especiais, facilidade para adquirir as informações necessárias para toda a execução do projeto.
Fabricação	Não possuir peças que necessitem de ferramentas especiais, não existe restrição quanto ao tipo de material a ser usado na fabricação e na soldagem, utilizar materiais existentes no mercado.
Montagem	Construir um dispositivo que seja possível de desmontar, que possibilite o transporte de um local para outro, não necessite de ferramentas especiais para fazer a montagem.
Utilização	Seja um dispositivo fácil de ser usado, que garanta a segurança do operador, garanta a fixação para a aplicação do torque, que não seja um dispositivo robusto, que agilize a atividade de aplicação do torque e um equipamento de baixo custo.
Manutenção	Utilizar peças de possam ser substituídas facilmente, peças com baixo custo de reposição, fácil acesso aos componentes, utilizar peças padrão, possua um ciclo de manutenção baixo.
Descarte	Que seja possível utilizar o equipamento por muito tempo, que possa ser dado um destino para seus componentes, utilizar componentes e peças que possam ser utilizados para outro fim caso ocorra o descarte do equipamento e que seja um dispositivo barato.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Com as necessidades dos clientes demonstradas no Quadro 02, foi possível dar seguimento à etapa do projeto informacional de requisitos dos clientes.

4.1.3 Requisitos dos clientes

De acordo com Rozenfeld et al (2006), é nesta etapa que as necessidades dos clientes são organizadas, categorizadas e estruturadas. Após agrupar, analisar e classificar essas necessidades, descritas de acordo com a linguagem dos clientes, elas podem ser reescritas na forma do que chamamos de “requisitos dos clientes”, conforme podem ser visualizadas no Quadro 03.

Quadro 03 - Informações que devem ser coletadas na fase do ciclo de vida do produto

FASES DO CICLO DE VIDA	O QUE SE DESEJA CONHECER
Projeto	Aspectos sobre a utilização do dispositivo dos discos
	Características técnicas desejáveis para o dispositivo
	Necessidades dos clientes
Fabricação	Processos de fabricação desejáveis/usuais
Montagem	Aspectos de montagem
Utilização	Aspectos de segurança
	Aspectos de utilização
Manutenção	Aspectos de manutenção
Descarte	Aspectos de descarte

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Através da análise das informações coletadas e disponibilizadas no Quadro 03, foi possível formular o questionário (Apêndice A), o qual foi aplicado a 8 pessoas da empresa, das áreas de montagem, manutenção e segurança. Foram apontados os requisitos considerados fundamentais para a viabilidade do dispositivo, visto que serão as pessoas que estarão em contato direto com o mesmo.

Foram obtidos, após a realização desta atividade, os resultados adequados com as informações e considerações importantes demonstradas pelos clientes. Este fator permitiu a identificação dos requisitos mais importantes segundo os interesses dos entrevistados, como pode ser verificado no Quadro 04.

Quadro 04 - Requisitos dos clientes, separados pelas fases do ciclo de vida do produto.

FASES DO CICLO DE VIDA	REQUISITOS DOS CLIENTES DO PROJETO
Projeto	Projeto prático.
Fabricação	Fácil fabricação.
	Baixo custo de produção.
	Componentes utilizados standard.
	Processos usuais.
Montagem	Desmontável.
Utilização	Ser fácil de utilizar.
	Garantir segurança.
	Altura variável de utilização.
	Garantia da fixação para aplicação do torque
Manutenção	Fácil manutenção.
	Baixo custo de manutenção.
Descarte	Elevado tempo de utilização.
	Componentes de fácil descarte/reutilização.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Com todos os requisitos ranqueados, pode-se aplicar a ferramenta de análise dos requisitos de projeto, que se apresenta detalhada na sequência.

4.1.4 Requisitos de projeto

Como se pode observar, na etapa anterior foram obtidas, através da voz dos clientes, suas reais necessidades, que foram levadas à linguagem dos projetistas (requisitos dos clientes). Contudo, esses requisitos ainda estão na forma de necessidades, ou seja, não estão associados às características que podem ser medidas do produto.

Para a especificação desses requisitos, eles foram divididos em atributos gerais e atributos específicos, de acordo com sua classificação, conforme pode ser visualizado no Apêndice C.

Com todos os requisitos separados em atributos gerais e atributos específicos, pode-se dar seguimento às etapas do projeto, com o desdobramento dos requisitos através do diagrama de Mudge, que está exposto no Apêndice C.

Para hierarquizar os requisitos do projeto, primeiramente foram analisados os requisitos dos clientes por meio de uma comparação direta entre os requisitos

levantados no ciclo de vida, utilizando o diagrama de Mudge, como pode ser visualizado no Apêndice D. Foi identificada, como requisito principal, a garantia da fixação para aplicação do torque (26,06%), seguida da garantia de segurança (22,34%); elevado tempo de utilização (21,28%); facilidade de utilização (20,74%); componentes standard (5,32%). Da mesma forma, foi identificado o requisito de baixo custo de manutenção (2,66%) como sendo o menos importante.

Para auxiliar na classificação dos requisitos conforme sua hierarquia e tornar o desenvolvimento do projeto mensurável, adequado às necessidades dos clientes, utilizou-se a ferramenta QFD, como se pode visualizar no Apêndice E. Esta ferramenta, conforme enfatiza Cheng (2007), ajuda a transformar as necessidades dos clientes em características plausíveis de acordo com o quesito “medição”, mostrando assim os requisitos de qualidade. Ela permite relacionar os requisitos do projeto entre si, e os requisitos dos clientes com os requisitos do projeto. Para usar o método QFD, os requisitos do cliente foram colocados em escala, sendo 01 o de menor importância e 10 o de maior importância, obtendo-se dessa forma uma melhor compreensão de sua grandeza.

Após o término de utilização da ferramenta QFD, foi possível mensurar a importância de cada requisição, fator este que é altamente relevante aos processos seguintes do projeto. Com o intuito de tornar esta identificação mais detalhada, foram atribuídos valores-meta para cada requisito levantado do projeto. Também se determinou a forma de avaliação desses valores, assim como as identificações apresentadas em três etapas nos Quadros 05, 06 e 07, os quais são divididos em terço superior, médio e inferior (a classificação foi determinada de acordo com a importância de cada requisito).

Quadro 05 - Especificações do projeto de acordo com a importância QFD – terço superior

POS.	REQ. DE PROJETO	ESPECIFICAÇÃO	FORMA DE AVALIAÇÃO
1	Suportar ciclos de operações	≥ 1.000000 de ciclos (5 anos de produção).	Relatório gerado pela equipe de manutenção a cada preventiva.
2	Altura variável para o dispositivo	Medição em mm de acordo com operador.	Cada operador irá verificar sua postura para o trabalho.
3	Força de Pressão (para manter os parafusos fixos)	≥ 35 N.m (torque aplicado aos parafusos).	Não pode permitir o giro do parafuso.
4	Velocidade de acionamento do atuador	m/s	Tabela do fabricante para ajuste da mesma.
5	Pouco esforço para o operador	Esforço de aplicação do torque (35 N.m).	Apenas esforço da aplicação do torque.
6	Proteção das partes móveis	Atender norma NR12.	Validação pelo time de segurança.
7	Capacidade de Pressão	Manter a força de ≥ 35 N.m constante p/ aplicar o torque.	Verificação no manômetro do sistema.
8	Fácil acoplamento	Utilização de engates rápidos.	Validar projeto junto aos operadores.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Quadro 06 – Esp. do projeto de acordo com a importância QFD – terço médio

POS.	REQ. DE PROJETO	ESPECIFICAÇÃO	FORMA DE AVALIAÇÃO
9	Utilização simples	Não demandar preparação para utilizar	Validar projeto junto aos operadores.
10	Atender as normas aplicáveis	Atender norma NR12	Validação pelo time de segurança
11	Acionamento simples (botoneira)	Botoneiras usuais de mercado	Verificação dos catálogos dos fornecedores.
12	Fácil fixação	Não utilizar fixação permanente	Fixação removível.
13	Manutenção simples	≤ 30 min.	Relatório de manutenção.
14	Reduza o tempo de montagem do conjunto	$\geq 10\%$	Cronometragem do tempo de montagem.
15	Mobilidade	Utilização de rodas	Rodas que atendam as especificações.
16	Comandos simples	Utilização de comandos manuais ao operador	Validar projeto junto aos operadores.
17	Componentes usuais	Fornecedores locais (que possuam componentes usuais no mercado)	Verificação dos catálogos dos fornecedores.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Quadro 07 - Especificações do projeto de acordo com a importância QFD – terço inferior

POS.	REQ. DE PROJETO	ESPECIFICAÇÃO	FORMA DE AVALIAÇÃO
18	Baixo peso	≤ 70 kg	Medição depois de construído.
19	Dimensões adequadas para o equipamento	Atender normas e <i>Layout</i> da estação de montagem	Utilizar <i>Layout</i> para determinar seu conceito.
20	Materiais usuais	Aço 1020	Verificação de suas capacidades perante o dispositivo.
21	Custo de fabricação	\leq R\$ 10.000,00	Verificar custos para a fabricação.
22	Custo de manutenção	$\leq 5\%$ do valor do dispositivo ao ano	Relatório gerado pela equipe de manutenção a cada preventiva.
23	Baixo custo de matéria prima	\leq R\$ 5.000,00	Verificar custos para a fabricação.
24	Utilizar processos usuais	100%	Processos metalúrgicos tradicionais (furação, soldagem, usinagem, etc.)
25	Custo de operação	Variável de acordo com o tempo de utilização	De acordo com o valor da hora de cada operador.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Conforme se pode visualizar nos Quadros 05, 06 e 07, não são possíveis identificar os atributos que impossibilitam ou comprometem a execução do mesmo. Com isso, as análises referentes à etapa informacional estão finalizadas.

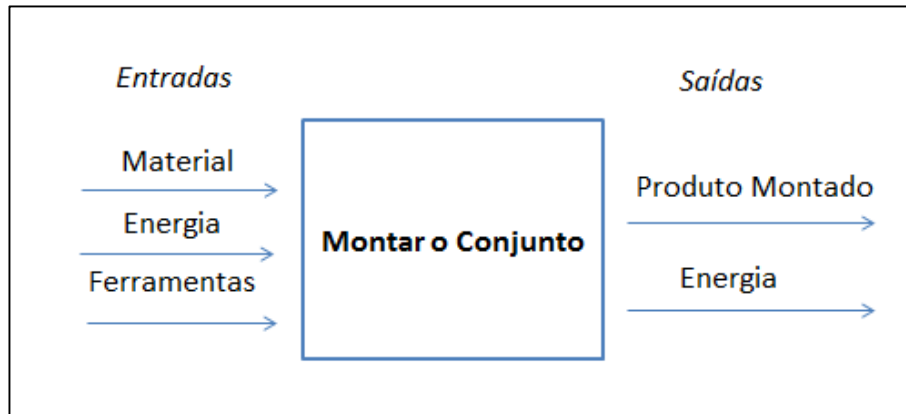
4.2 PROJETO CONCEITUAL

Back et al (2008) menciona que, através do projeto conceitual, obtém-se a fase mais importante no processo de projeto de um produto, uma vez que as decisões tomadas nesta fase influenciam os resultados das fases seguintes.

4.2.1 Determinação da função global

Como ponto de partida para o projeto conceitual, temos a definição da função global, que, conforme Rozenfeld et al (2006), é descrita como a função mais importante, ou seja, um resumo do que se deve esperar do produto. Na Figura 07, podemos visualizar, de forma ilustrativa, esta função.

Figura 07 - Função global



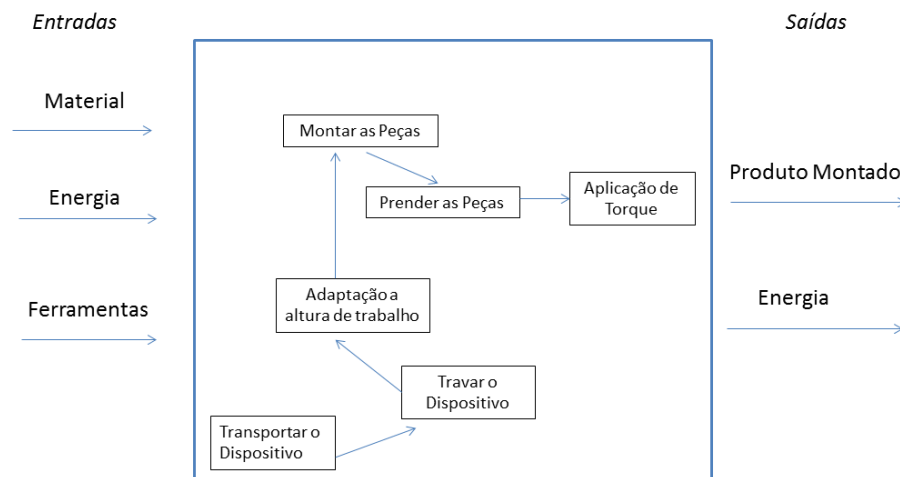
Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

A função global foi obtida pela análise dos requisitos na etapa do projeto informacional. Sendo assim, neste projeto, foi definido “montar o conjunto” como a função mais importante.

4.2.2 Desdobramento da função global

Aqui é feita a decomposição da função global em funções de menor complexidade, representadas na Figura 08:

Figura 08 - Desdobramento da função global



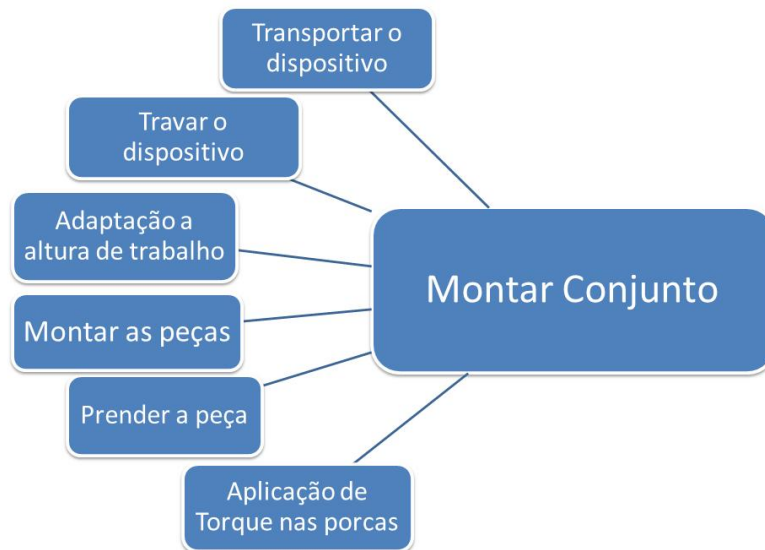
Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Depois de desdobrada a função global do projeto, foi possível dar seguimento às etapas listadas no capítulo anterior, referindo-se às atividades da etapa conceitual do projeto.

4.2.3 Determinação da estrutura de funções do produto

Conforme Rozenfeld et al (2006), a estrutura de funções desenvolve-se pela agregação de fluxo e funções auxiliares ao fluxo principal, e pelo desdobramento das funções existentes em funções de mais baixo nível de complexidade, como mostra a Figura 09.

Figura 09 – Árvore de funções



Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Com a árvore de funções elaborada, pode-se elaborar os princípios de solução da etapa conceitual do projeto, que será apresentada a seguir.

4.2.4 Elaboração dos princípios de soluções

Conforme Rozenfeld et al (2006), é iniciada a passagem do abstrato ao concreto, da função à forma. A cada uma das funções da estrutura funcional escolhida na etapa anterior podem ser atribuídos um ou mais princípios de solução. Para isso, foi escolhido o método da matriz morfológica, que, de acordo com o autor,

constitui-se de uma abordagem estruturada para a geração de alternativas de solução para o problema gerado. Na Figura 10, temos a matriz morfológica.

Figura 10 - Matriz Morfológica

Função Vs Princípio de Solução	Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3
Transportar o dispositivo	Guia para empilhadeira 	Rodízio 	Fixo manual 
Travar o dispositivo	Trava no Rodízio 	Parafuso parabolt 	Ventosas 
Adaptação a altura de trabalho	Regulagem Parafuso 	Regulagens pino 	Regulagem cremalheira 
Montar as peças	Dispositivo a prova de erro 	Dispositivo a prova de erro 	Dispositivo a prova de erro 
Prender as Peças	Manipulo 	Cilindro Hidráulico 	Cilindro Pneumático 
Aplicação de Torque	Torquímetro 	Parafusadeira 	Chave - manual 

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

A partir da matriz morfológica pode-se avaliar as concepções que foram escolhidas, e utilizar ferramenta de apoio para dizer qual é a concepção mais adequada, de acordo com cada função definida anteriormente.

4.2.5 Análise comparativa das concepções versus necessidades/requisitos dos clientes

Depois de desenvolvidas todas as concepções para cada função, fez-se uma análise comparativa e quantitativa para conhecer a concepção que satisfaz melhor os requisitos dos clientes. Nas Figuras 11, 12, 13, 14 e 15, foram determinados o

uso da qualificação 3 - 2 - 1 (3 melhor/1 pior), e N/A (não aplicável), e mostra o comparativo entre as funções Vs os requisitos de projeto.

Figura 11 - Comparativo transportar o dispositivo Vs requisitos de projeto.

REQUISITOS		FUNÇÃO		
		Transportar o dispositivo		
		CONCEPÇÃO		
		1	2	3
1	Garantia da fixação para aplicação do torque	N/A	N/A	N/A
2	Garantir segurança.	2	3	1
3	Elevado tempo de utilização.	N/A	N/A	N/A
4	Ser fácil de utilizar.	2	3	1
5	Componentes utilizados standard.	2	1	3
6	Fácil manutenção.	1	3	2
7	Desmontável.	1	3	2
8	Projeto prático.	2	3	1
9	Altura variável de utilização.	2	3	1
10	Componentes de fácil descarte/reutilização.	3	2	1
11	Baixo custo de produção.	2	1	3
12	Processos usuais.	2	3	1
13	Baixo custo de manutenção.	3	1	2
TOTAL		22	26	18

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Figura 12 - Comparativo travar o dispositivo Vs requisitos de projeto.

REQUISITOS		FUNÇÃO		
		Travar o dispositivo		
		CONCEPÇÃO		
		1	2	3
1	Garantia da fixação para aplicação do torque	N/A	N/A	N/A
2	Garantir segurança.	2	3	1
3	Elevado tempo de utilização.	N/A	N/A	N/A
4	Ser fácil de utilizar.	3	1	2
5	Componentes utilizados standard.	3	2	1
6	Fácil manutenção.	2	3	1
7	Desmontável.	3	2	1
8	Projeto prático.	3	2	1
9	Altura variável de utilização.	N/A	N/A	N/A
10	Componentes de fácil descarte/reutilização.	3	2	1
11	Baixo custo de produção.	2	3	1
12	Processos usuais.	3	2	1
13	Baixo custo de manutenção.	3	2	1
TOTAL		27	22	11

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Figura 13 - Comparativo adaptação a altura de trabalho Vs Requisitos de Projeto.

REQUISITOS		FUNÇÃO Adaptação a altura de trabalho CONCEPÇÃO		
		1	2	3
1	Garantia da fixação para aplicação do torque	N/A	N/A	N/A
2	Garantir segurança.	1	3	2
3	Elevado tempo de utilização.	N/A	N/A	N/A
4	Ser fácil de utilizar.	1	3	2
5	Componentes utilizados standard.	2	3	1
6	Fácil manutenção.	2	3	1
7	Desmontável.	2	3	1
8	Projeto prático.	2	3	1
9	Altura variável de utilização.	2	3	1
10	Componentes de fácil descarte/reutilização.	2	3	1
11	Baixo custo de produção.	2	3	1
12	Processos usuais.	3	2	1
13	Baixo custo de manutenção.	2	3	1
TOTAL		21	32	13

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Figura 14 - Comparativo Prender a peça Vs Requisitos de Projeto.

REQUISITOS		FUNÇÃO Prender as Peças CONCEPÇÃO		
		1	2	3
1	Garantia da fixação para aplicação do torque	1	2	3
2	Garantir segurança.	1	2	3
3	Elevado tempo de utilização.	1	2	3
4	Ser fácil de utilizar.	1	2	3
5	Componentes utilizados standard.	3	1	2
6	Fácil manutenção.	3	1	2
7	Desmontável.	2	1	3
8	Projeto prático.	2	1	3
9	Altura variável de utilização.	N/A	N/A	N/A
10	Componentes de fácil descarte/reutilização.	3	1	2
11	Baixo custo de produção.	3	1	2
12	Processos usuais.	2	1	3
13	Baixo custo de manutenção.	3	1	2
TOTAL		25	16	31

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Figura 15 - Comparativo Aplicação do torque Vs Requisitos de Projeto.

REQUISITOS		FUNÇÃO Aplicação de Torque CONCEPÇÃO		
		1	2	3
1	Garantia da fixação para aplicação do torque	N/A	N/A	N/A
2	Garantir segurança.	2	3	1
3	Elevado tempo de utilização.	1	3	2
4	Ser fácil de utilizar.	2	3	1
5	Componentes utilizados standard.	1	3	2
6	Fácil manutenção.	1	3	2
7	Desmontável.	2	3	1
8	Projeto prático.	2	3	1
9	Altura variável de utilização.	N/A	N/A	N/A
10	Componentes de fácil descarte/reutilização.	1	2	3
11	Baixo custo de produção.	1	2	3
12	Processos usuais.	2	3	1
13	Baixo custo de manutenção.	2	1	3
TOTAL		17	29	20

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

No final desta comparação, realizou-se a soma dos números encontrados e, através deste somatório, foi possível definir a concepção que mais atende os requisitos de projeto.

4.2.6 Apresentação da concepção selecionada

Após concluídas as etapas fundamentais para a escolha do conceito, é apresentado o conjunto dessas concepções e, após, a arquitetura dos conceitos finais, para então ser detalhado. A Figura 16 mostra o agrupamento das concepções.

Figura 16 - Agrupamento das concepções escolhidas

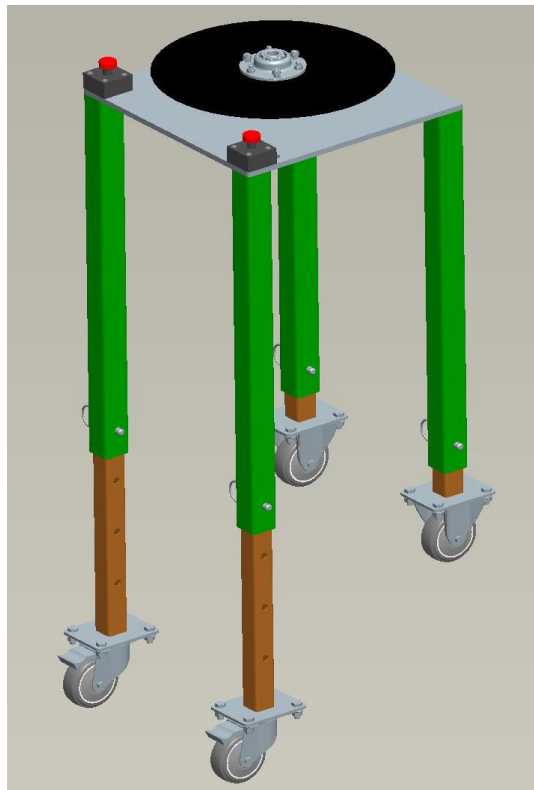


Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Com as concepções estabelecidas, foi possível desenvolver a arquitetura do produto em questão, unindo todas as partes. A arquitetura de um produto, conforme Rozenfeld et al (2006), é o esquema pelo qual os elementos funcionais do produto são arranjados em partes físicas e como essas partes interagem por meio das interfaces.

A seguir, é possível visualizar a arquitetura elaborada a partir das concepções definidas anteriormente. A Figura 17 mostra a arquitetura preliminar.

Figura 17 - Arquitetura preliminar



Fonte: Elaborado pelos autores 2013.

Com a concepção de cada função escolhida, e com a arquitetura preliminar definida, pode-se entrar na etapa detalhada do projeto, a qual é explicada e desdobrada a seguir.

4.3 PROJETO DETALHADO

De acordo com Rozenfeld et al (2006), projeto detalhado tem como finalidade dar seguimento às fases anteriores (fase informacional e conceitual). Seu principal

objetivo é desenvolver e finalizar todas as especificações do produto que está sendo desenvolvido para que, posteriormente, possa ser fabricado.

4.3.1 *Layout preliminar*

A ideia inicial estabelecida para as melhorias do projeto foi seguida para proporcionar aos operadores do processo um trabalho com segurança e praticidade. Frente a essas observações que foram apresentadas como requisito dos clientes apresenta-se, na Figura 18 o *layout* preliminar do dispositivo.

Figura 18 - Protótipo do dispositivo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Tendo a arquitetura definida na etapa conceitual, foi realizado o levantamento das informações e caracteres necessários para a análise e dimensionamento do projeto, de acordo com os seguintes tópicos:

- **ANÁLISE DIMENSIONAL DO DISPOSITIVO:** Etapa voltada à realização da análise de todas as dimensões do dispositivo: altura, largura, variabilidade da altura, entre outras.
- **PROCESSOS DE FABRICAÇÃO:** Etapa destinada ao levantamento dos custos de fabricação, direcionamento do processo adequado para sua fabricação, bem como avaliação de algum componente que precisa ser comprado de terceiros.
- **NORMAS DE SEGURANÇA:** Etapa voltada à identificação das normas de segurança existentes referindo-se à questão de segurança de equipamentos voltada aos operadores.
- **NORMAS TÉCNICAS:** Etapa destinada a mostrar que o projeto deve atender às normas técnicas expostas na ABNT. Sendo assim, elas precisam ser estudadas para garantir que o dispositivo possa ser usado de acordo com as condições exigidas.

Para uma melhor compreensão sobre o estudo realizado, pode-se concluir que os sistemas serão desdobrados, identificando assim seus respectivos detalhes de dimensionamento bem como os materiais usados no projeto.

4.3.2 Detalhamento do *layout* definitivo

O presente estudo tem o objetivo de dimensionar um dispositivo para montagem, e principalmente aplicação do torque nos parafusos do disco de corte das plantadeiras. Para isso, o dimensionamento foi efetuado com base nas dimensões dos discos e demais peças do conjunto, no Apêndice B é apresentado o conjunto.

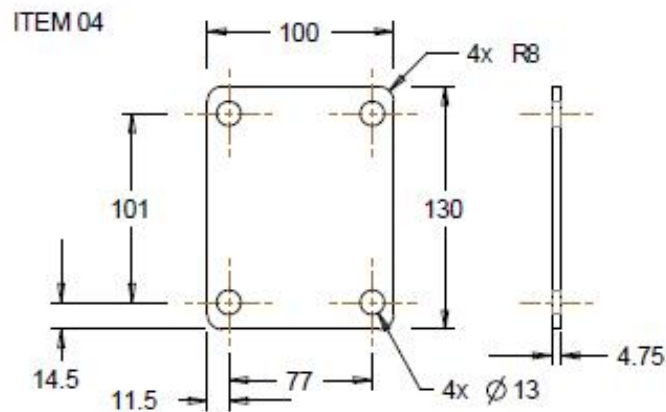
Chapa base Principal

A primeira peça a ser dimensionada foi a chapa-base mostrada na Figura 19, que servirá de apoio para os tubos de sustentação, cilindro pneumático, guia para os parafusos de fixação do cilindro, acionamento dos comandos bi-manuais pneumáticos e apoio para o alojamento do disco e demais peças.

Chapa de fixação para as rodas

Este item é utilizado para fazer a junção das rodas de transporte nos tubos estruturais, não sendo mais que uma chapa de aço perfurada com as dimensões dos rodízios, permitindo o encaixe dos mesmos, como mostra a Figura 21.

Figura 21 - Especificação da chapa de fixação das rodas

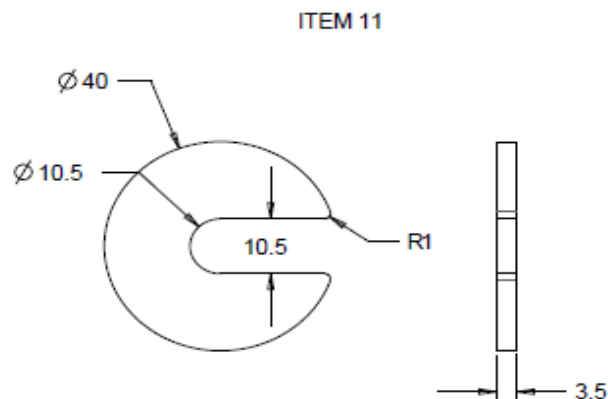


Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Arruela de fixação do disco

A Figura 22 é a qual irá fixar o disco de corte após o cilindro pneumático ser acionado. Sendo de fácil colocação e remoção. Ela sofrerá uma força de 4kgf resultante do movimento da haste do cilindro.

Figura 22 - Especificação da arruela de fixação do disco de corte

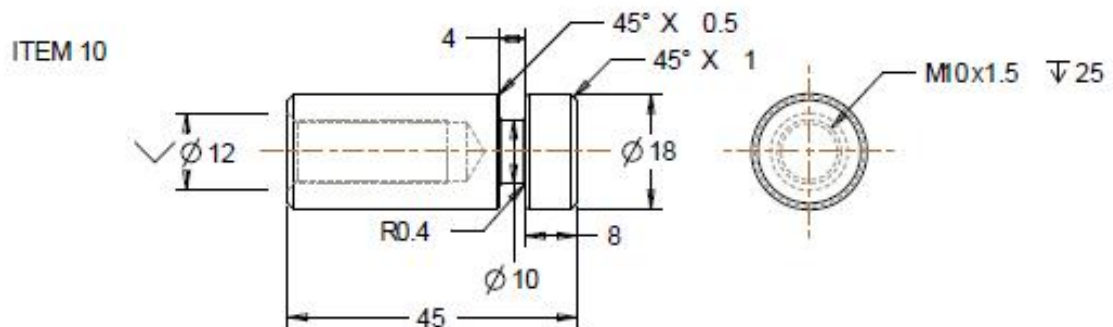


Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Pino guia de aperto do disco

O item da Figura 23 é montado na haste do cilindro e tem como função permitir que em seu rasgo seja acoplada a arruela para posterior recuo do cilindro. Também foi projetado para evitar a danificação da haste do cilindro.

Figura 23 - Especificação do pino guia para aperto do disco de corte

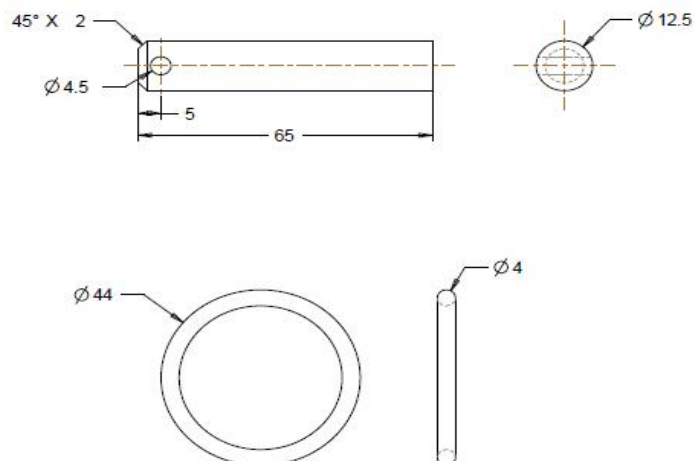


Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Conjunto pino + argola

Este item fará a fixação dos tubos estruturais, visto a necessidade de mudança de sua altura de trabalho devido às diversas alturas dos operadores. Seu detalhamento pode ser visualizado na Figura 24.

Figura 24 - Especificação do conjunto pino + argola

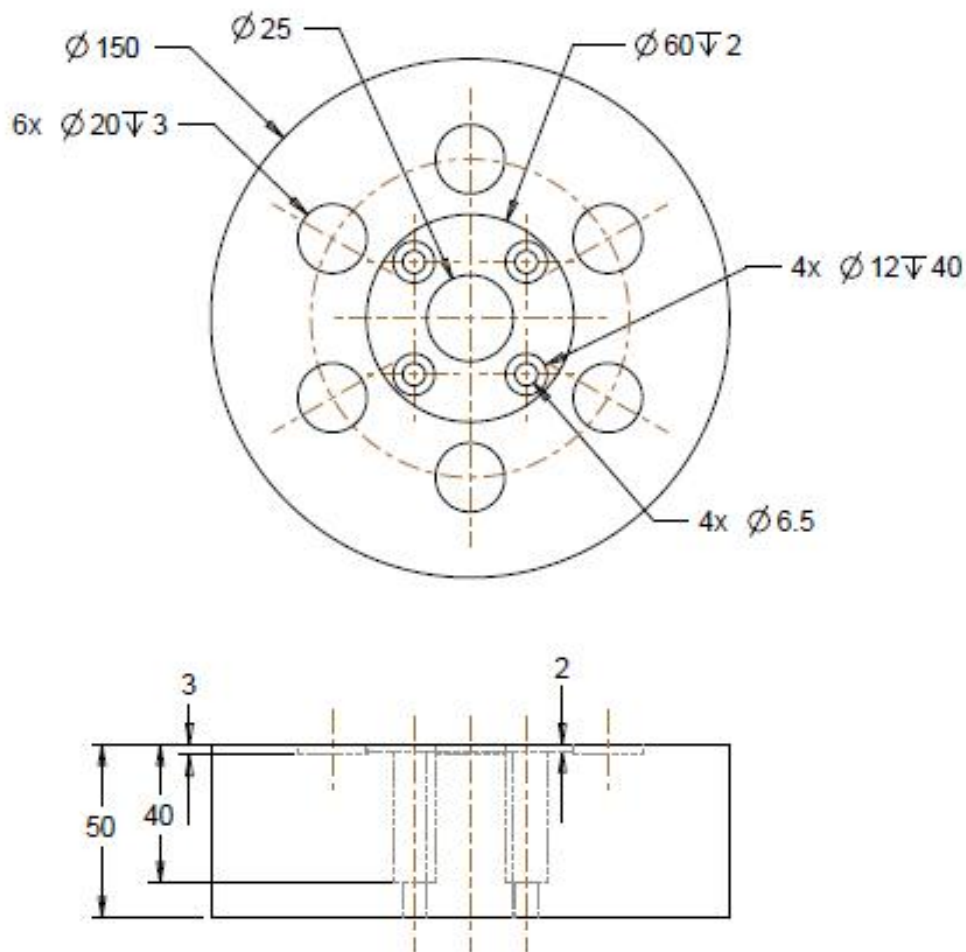


Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Guia para montagem dos parafusos do disco de corte

Dimensionado para servir de alojamento aos parafusos do disco (06 rebaiços externos de diâmetro 20 mm), ao flange do disco (01 rebaixo interno de diâmetro 60 mm) e ao próprio disco de corte. Será através de seu furo central (diâmetro de 25 mm) que irá passar a haste do cilindro pneumático montada no pino guia de aperto, para que seja realizada a fixação com a ajuda da arruela de aperto para posterior aplicação do torque. Ele ainda será montado sobre a chapa-base principal, e fixado através de quatro parafusos (diâmetro de 6,5 mm) que o irão unir ao cilindro, como mostra o detalhamento da Figura 25, não sendo necessária sua junção permanente com solda, visto o baixo esforço ao qual será submetido.

Figura 25 - Especificação do guia para montagem dos parafusos do disco de corte



Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Rodízios fixos e móveis







A escolha das rodas foi realizada através da informação do peso do dispositivo, o qual possui uma massa de 59 kg (peso total do dispositivo). Com esta informação, foi possível, através de catálogo de fornecedor, determinar o rodízio adequado para esta aplicação. A Figura 26 mostra como a roda deve ser utilizada para o dispositivo.

Figura 26 - Especificação da roda a ser utilizada no dispositivo

RODA BP PVC

BP - Composto Termoplástico com PVC. Dureza: 80 Shore A. (-10°C a +50°C)
Produzidas com revestimento em composto termoplástico com PVC e núcleo em polipropileno recicláveis. Proporcionam rodagem macia e silenciosa, ótima proteção ao piso, excelente resistência química, boa resistência ao desgaste e aos impactos, resultando em ótima relação custo benefício. A velocidade de trabalho indicada é até 4km/h.



RODA						Tipo de Eixo (mancais)		
Referência	(mm)	(mm)	(mm)	Ø do Eixo c/ Manga	Ø do Eixo c/ Manga		KG	
R 158 BP	41	17	19			Furo Passante	25	
R 210 BP	50	19	24	-	1/4"		30	
R 310 BP	75						35	
R 410 BP	100						40	
R 312 BP	75							Furo Passante
R 312 BPN				Furo Passante c/ Calota				
R 312 BPE				Rolamento de Esferas				
R 3512 BPN				Furo Passante c/ Calota	65			
R 3512 BPE						Rolamento de Esferas	80	
R 412 BP	100	32	38	-	5/16"	Furo Passante	65	
R 412 BPN						Furo Passante c/ Calota		
R 412 BPE						Rolamento de Esferas		80

Fonte: Catálogo de rodas SCHIOPPA, 2013, p. 12.

Para a escolha do garfo das rodas, foi utilizada a mesma tabela do fabricante que mostra os modelos adequados de rodízios (garfos), tanto fixos quanto giratórios para a roda escolhida. No caso do presente projeto, a roda determinada através do peso do dispositivo foi o modelo R3512 BPN.

Na Figura 27 está mostrado o conjunto adequado de garfos que são expostos pelo fabricante das rodas, portanto, fornecendo o conjunto de rodízios completo.

Figura 27 - Especificação dos rodízios fixos e giratórios do dispositivo.



Rodízio Giratório	Rodízio Fixo	Roda
Referência	Referência	Referência
GL 312 BP	FL 312 BP	R 312 BP
GL 312 BPN	FL 312 BPN	R 312 BPN
GL 312 BPE	FL 312 BPE	R 312 BPE
GL 3512 BPN	FL 3512 BPN	R 3512 BPN
GL 3512 BPE	FL 3512 BPE	R 3512 BPE
GL 412 BP	FL 412 BP	R 412 BP
GL 412 BPN	FL 412 BPN	R 412 BPN
GL 412 BPE	FL 412 BPE	R 412 BPE
GL 512 BP	FL 512 BP	R 512 BP
GL 512 BPN	FL 512 BPN	R 512 BPN
GL 512 BPE	FL 512 BPE	R 512 BPE
GL 612 BP	FL 612 BP	R 612 BP
GL 612 BPE	FL 612 BPE	R 612 BPE

Fonte: Catálogo de rodas SCHIOPPA, 2013, p. 1.

O fabricante fornece rodas e rodízios para a empresa alvo do projeto, portanto está em sua base de fornecedores.

Parafusos e porcas de fixação

De acordo com Antunes e Freire (2000), a junção de peças por meio de parafusos é vantajosa, pois permite a manutenção e oferece várias formas de utilização, como transmissão de forças, ajustagem, instrumentos de medição, movimentos etc. Porém, as junções por porca e parafusos que estão sujeitas a vibrações afrouxam, e, por isso, requerem dispositivos de segurança para os seus

travamentos. Como exemplo de dispositivos de segurança, podemos citar: arruelas com travas, contra porcas, contra pinos, porcas autofrenante etc.

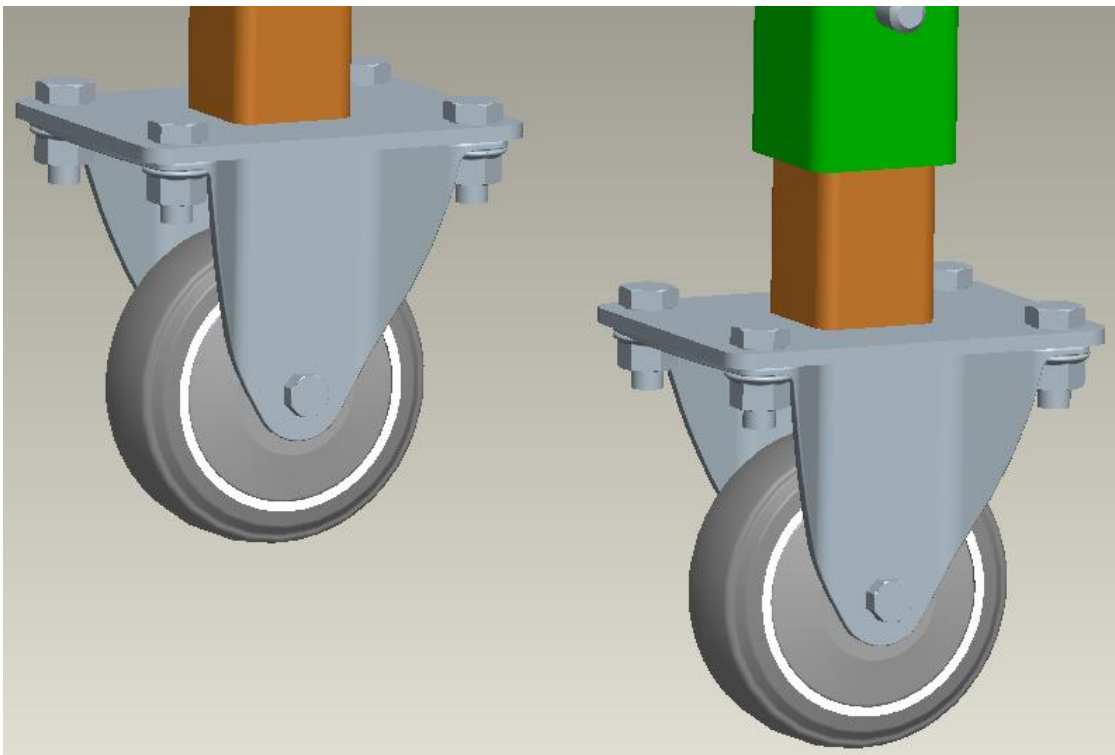
Os parafusos e porcas utilizados na montagem do dispositivo serão divididos em três tópicos:

- Parafusos e porcas de fixação dos conjuntos de rodas;
- Parafusos de fixação dos comandos bi-manuais;
- Parafusos de fixação do guia para montagem dos discos e cilindro pneumático.

Parafusos e porcas dos conjuntos de rodas

Na Figura 28 pode ser visualizado o detalhe da junção dos rodízios com a utilização dos parafusos e porcas. Foram utilizados nesta junção parafusos M10x25mm de comprimento e porcas M10x10mm flangeadas, encontradas facilmente no mercado. A chapa dos rodízios possui furos oblongos, sendo necessária a utilização de arruelas. Desse modo, a porca já contempla, pois possui flange.

Figura 28 - Junção dos rodízios com a estrutura do dispositivo



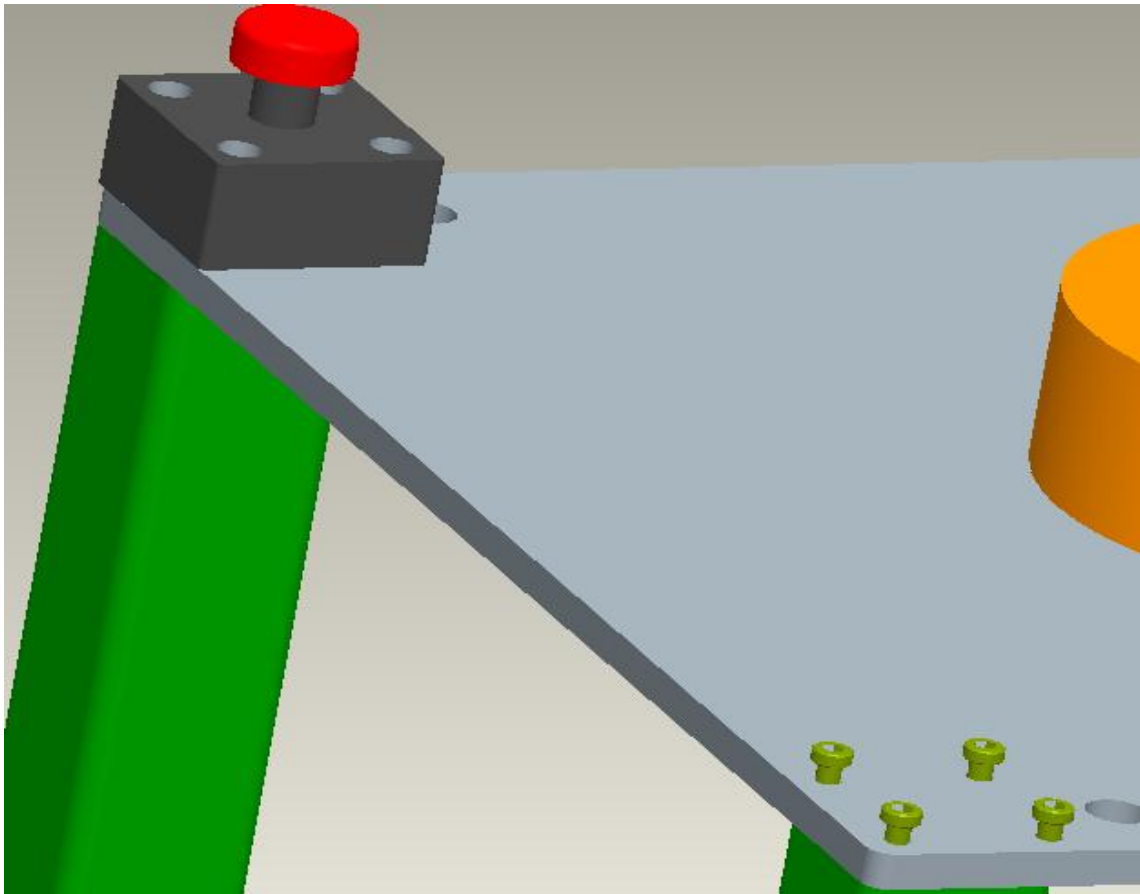
Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Estes são parafusos e porcas usuais na fábrica alvo do projeto, e também do fornecedor que irá construir o dispositivo.

Parafusos de fixação dos comandos bi-manuais

Para a fixação dos comandos bimanuais na chapa base do dispositivo, optou-se pela utilização de parafusos Allen M6x15mm, pois nessa aplicação um parafuso sextavado não é adequado, visto seu posicionamento para montagem e remoção e também é muito fácil de ser encontrado no mercado, pois suas medidas são padrão. Na Figura 29, a seguir, podemos visualizar sua aplicação.

Figura 29 - Junção dos comandos bi-manual a chapa base do dispositivo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Os parafusos escolhidos são muito práticos para sua montagem e remoção, além de não existir possibilidade de utilização de parafuso sextavado, visto não ter como encaixar chave ou soquete para sua montagem/desmontagem.

Sistema Pneumático

Ao final da etapa anterior do projeto (etapa conceitual) determinou-se, através de ranqueamentos, que o sistema não deve possuir acionamento mecânico, e escolheu-se, a partir das análises, a praticidade do acionamento pneumático. Para que o acionamento pneumático fosse possível, foram estudadas as normas regulamentadoras de segurança em equipamentos como consta na NR12, que, no parágrafo 12.24, diz:

[...] Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que:

- a) não se localizem em suas zonas perigosas;
- b) possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador;
- c) impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
- d) não acarretem riscos adicionais;
- e) 'não possam ser burlados'. (ABNT, 2010).

Dessa forma, e também observando o parágrafo 12.26 da NR12, quando um dispositivo possui um acionamento bimanual visando manter as mãos do operador fora da zona de perigo, o acionamento deve atender a alguns requisitos listados na norma, tais como:

- Possuir acionamento sincronizado, ou seja, acionar somente quando os dois botões estiverem acionados, com um tempo menor que 0,5 segundos;
- Ter relação entre os sinais de entrada e saída, de modo que, ao ser aplicado o sinal de entrada, este somente vá para o sinal de saída; se forem acionados os dois de entrada, assim como o sinal de saída deve terminar quando qualquer um dos dispositivos de atuação do comando forem desacionados.

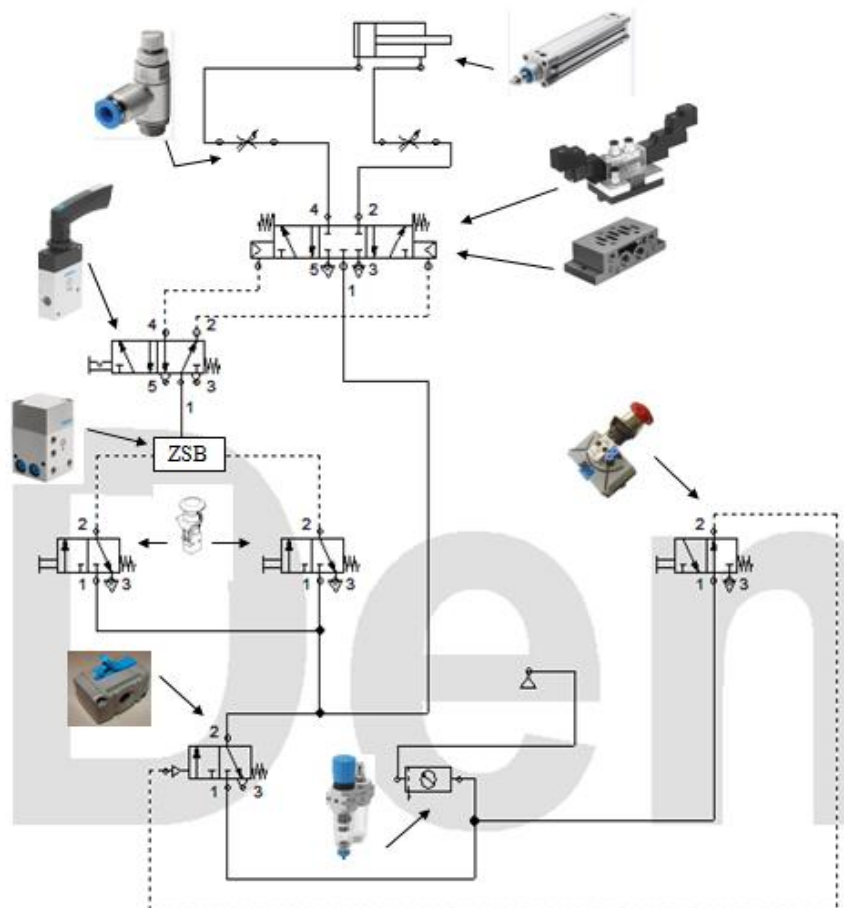
Seguindo estas normativas e o tipo de sistema utilizado pela empresa, com pressão de sistema pneumático máximo de oito bar. Desenvolvemos um sistema de acionamento pneumático utilizando componentes FESTO, todos os componentes estão dispostos no site da FESTO. Tendo a seguinte construção (sistema pneumático básico utilizado em equipamentos dentro da empresa):

- Entrada do sistema;
- Filtro (LFR-1/4-MINI-FESTO);
- Válvula de abertura e fechamento (HEA-M1-G1/4-FESTO);

- Válvula com comando de acionamento de emergência (EM-FESTO);
- 02 Válvulas com comando bimanual (P-3-M5-BK-FESTO);
- Módulo de operação bimanual para sincronizar o sistema em menos de 0,5 segundos (ZSB-1/8-B-FESTO);
- Válvula seletora de avanço e recuo (T-3-M5-FESTO);
- Válvula pilotada para receber os comandos do bimanual e enviar ao cilindro (VL-5/3-G-D1-C-FESTO) + (NAS-1/4-1A-FESTO);
- 02 controladores de fluxo para o cilindro (GRLA-1/8-FESTO);
- Cilindro pneumático (DNC-32-10-FESTO).

Seguindo esses requisitos normativos, e trabalhando na construção do esquema, construiu-se o diagrama pneumático da Figura 31. Este projeto foi fornecido pelo fornecedor de produtos pneumáticos da grade de fornecedores da empresa.

Figura 31 - Esquema pneumático do dispositivo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Escolha do Material

Como esta pesquisa foi focada nos requisitos dos clientes, foi solicitado que o dispositivo fosse permissível à mobilidade, e que também fosse construído com materiais-padrão, visando à redução do peso, bem como a redução de custo. Após ter todos esses requisitos aliados, e visualizados a utilização dos mesmos, foram analisados os materiais disponíveis no mercado, e optamos pela utilização de aço SAE 1020, que apresenta muito boa resistência e peso relativamente baixo, o que viabiliza a implementação do presente projeto.

Considerando toda a estrutura do dispositivo, o qual possui tubos estruturais, chapa de fixação, apoio guia para o disco, e todos os demais itens listados acima, o dispositivo finalizou com um peso de 59 kg, o qual atende aos requisitos de baixo peso e de facilidade no transporte.

4.3.3 Protótipo em construção

Depois da conclusão do projeto, foi disponibilizado ao fornecedor para que pudesse iniciar a construção do dispositivo, o qual está em fase inicial, como pode ser verificado na Figura 32. Como informação, depois de acoplado o cilindro sob a base do dispositivo, foi montado o conjunto e simulado sua montagem e aplicação do torque. Avaliando assim o tempo de aplicação do torque com parafusadeira, os parafusos permaneceram fixos, permitindo a aplicação dos 3,0 kgf/m de torque.

O tempo cronometrado de aplicação do torque foi de 15 segundos (01 disco). Vale ressaltar que este tempo atualmente é de 40 segundos por disco pelo fato de permitir o giro, que é o problema atual do projeto, tendo assim uma redução de 62,5% no tempo de aplicação do torque. Nesta etapa da construção, solicitamos avaliação dos operadores, os quais ressaltaram a melhoria na aplicação do torque graças ao sistema de fixação do cubo do disco de corte.

Figura 32 - Protótipo em fase de construção



Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

4.3.4 Custos

No Quadro 13 estão mostrados detalhadamente todos os custos envolvendo a fabricação do dispositivo de montagem dos discos.

Quadro 08 - Custos de construção do dispositivo

DESCRIÇÃO:	MATERIAL/FABRICANTE:	QUANTIDADE:	VALOR:
Tubos 50mmx50mm.	AÇO SAE 1020	4	R\$ 66,00
Tubos 40mmx40mm.	AÇO SAE 1020	4	R\$ 40,80
Guia para flange.	AÇO SAE 1020	1	R\$ 70,00
Chapa principal.	AÇO SAE 1020	1	R\$ 150,00
Pinos de fixação.	AÇO SAE 1020	4	R\$ 10,00
Arruela trava.	AÇO SAE 1020	1	R\$ 2,50
Tampa de fixação.	AÇO SAE 1020	1	R\$ 30,00
Jogo de Rodízios.	SCHIOPPA	1	R\$ 210,00
Parafuso Allen M6x15mm	AÇO	8	R\$ 1,76
Parafuso Allen M6x40mm	AÇO	4	R\$ 1,60
Parafuso sextavado M10x25mm	AÇO	16	R\$ 9,92
Porca Autofrenante M10x	AÇO	16	R\$ 5,60
Cilindro pneumático.	FESTO	1	R\$ 1.600,00
Válvula de acionamento bimanual.	FESTO	2	R\$ 994,00
Válvula de acionamento emergência.	FESTO	1	R\$ 497,00
Modulo Bimanual ZSB.	FESTO	1	R\$ 354,00
Válvula seletora de avanço e recuo.	FESTO	1	R\$ 545,00
Filtro de entrada.	FESTO	1	R\$ 847,00
Válvula de abertura e fechamento.	FESTO	1	R\$ 497,00
Válvula pilotada.	FESTO	1	R\$ 875,00
Controlador de Fluxo.	FESTO	2	R\$ 99,00
Mão de obra de inst.+solda+pintura.	EMPRESA TERCEIRIZADA		R\$ 290,00
TOTAL:			R\$ 7.196,00

Fonte: Elaborado pelos autores, 2013.

Como se pode visualizar no quadro acima, do custo total para construção do dispositivo, 87% pertence à aquisição do sistema pneumático, ou seja, R\$ 6.308,00, o qual foi atribuído pelo fato de ter sido requisitado pelos clientes para “evitar o giro dos parafusos” e, na análise da função, se mostrou mais eficiente e prático ao ambiente da fábrica.

5 CONCLUSÃO

Para que fosse possível chegar a esse conceito e elaborar seu detalhamento, buscaram-se conhecimentos adquiridos durante o curso, tanto teóricos quanto práticos de determinadas disciplinas, tais como: Elementos de Máquinas, Segurança no trabalho, Desenho técnico, Administração da produção e Pneumática. Também foi necessária a aplicação metodológica adquirida na disciplina de Projeto de Produto.

Com a construção deste dispositivo, levando em consideração os dados expostos sobre a redução de tempo de aplicação do torque colhido nos testes do protótipo, pode-se concluir que, em um período de produção de plantadeiras (06 meses), foram montadas 50.000 linhas de plantio, que correspondem a 100.000 discos de corte (02 por linha de plantio), mais 100.000 discos de corte também no sulcador do adubo, (necessitando 02 dispositivos). Sabendo que o tempo do processo é de 40 segundos para aplicar o torque em cada disco, chegou-se a um tempo total anual de 2200 horas. Como o valor da hora do operador é de aproximadamente R\$20,00, chegou-se a um valor aproximado de R\$44.400,00.

Com o novo tempo obtido durante os testes do protótipo, durante o mesmo período de 50.000 linhas, correspondendo a 200.000 discos de corte, mas agora com um tempo de 15 segundos para aplicação do torque, chegou-se a um tempo total de 832 horas. Levando-se em consideração o mesmo valor de hora do operador, que é R\$20,00, tem-se um valor de R\$16.640,00, significando uma redução de 62,5% no tempo de aplicação do torque, ou seja, em valores monetários, R\$27.760,00 durante os 06 meses. Em suma, pode-se afirmar que os dispositivos irão se pagar em menos de 06 meses de produção, atendendo assim, ao requisito dos clientes e superando as expectativas custo/benefício.

Como considerações para trabalhos futuros, com a implementação deste projeto, pode-se acoplar ao dispositivo uma parafusadeira múltipla, que permite aplicar o torque aos 03 parafusos de uma só vez. O tempo de aplicação do torque poderá ser reduzido ainda mais, além de garantir mais segurança para o operador, uma vez que este equipamento possui interface direta ao sistema pneumático, sendo possível remover a utilização de acionamento bimanual. No momento em que a parafusadeira tocar os parafusos, o cilindro é acionado, permitindo a aplicação do torque.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, I. Freire, M. A. C. **Elementos de máquinas**. São Paulo: Érica, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12. 2010. Disponível em:
<<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DDC2FF4012DE27B8E752912/NR-12%20%28atualizada%202010%29.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013.
- BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. São Paulo: Manole, 2008.
- CHENG, L. M. **QFD Desdobramento da função qualidade na gestão e desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Blucher, 2007. Disponível em:
<http://www.festo.com/cat/pt-br_br/products>. Acesso em: 28 out. 2013.
- FESTO Sistemas Pneumáticos. Catálogo 2013. Disponível em:
<http://www.festo.com/cat/pt-br_br/products>. Acesso em: 19 set. 2013.
- IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- LINSINGEN, I. V. **Fundamentos dos sistemas hidráulicos**. 2. ed. rev. Florianópolis: Ed. UFSC, 2003.
- PALMIERI, A. C. **Manual de hidráulica básico**. Porto Alegre: Albarus Sistemas Hidráulicos, 1994.
- PARKER Hannifin Corporation. **Tecnologia hidráulica industrial**. Apostila M2001-1 BR, jul. 1999. Disponível em:
<<http://www.joinville.ifsc.edu.br/~pauloschneider/manutencao/ApostilaHidraulica.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2013.
- ROOZENBURG, N.F.M; EEKELS, J. **Product design: fundamentals and methods**. Chichester, England: John Wiley e Sons, 1995.
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SCHIOPPA. Catálogo 19/2010. Disponível em:
<<http://www.schioppa.com.br/arquivos/produtos/pdf/PROD0a31ca7774a95edf706369f72ff2b3c8.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013.
- _____. Disponível em:
<<http://www.schioppa.com.br/produtos/PORTUGUES/L12.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013.
- SILVA, Emílio Carlos Nelli. **PMR 2481 - sistemas fluido mecânicos**. São Paulo: [s.n.], 2002. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/d/pmr2481/pneumat2481.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013.

WOMACK, P. J.; JONES, T. D. **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Questionário para Pesquisa de requisitos de clientes	
Nome:	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Módulo/Sistema:	<input style="width: 90%;" type="text" value="Dispositivo para os Discos"/>
1 – Qual atividade abaixo descreve o seu envolvimento com o processo?	
1) Usuário 2) Manutenção 3) Vendas 4) Outro 5) Nenhum	Qual: <input style="width: 80%;" type="text"/>
2 – Qual tipo de dispositivo que você possui para o processo?	
1) Dispositivo manual 2) Alicata 3) Dispositivo a prova de erro 4) Nenhum 5) Outro	Qual: <input style="width: 80%;" type="text"/>
3- Qual o momento em que você mais utiliza o dispositivo?	
1) Todo Tempo 2) Para alojar os parafusos 3) Para aplicar o torque 4) Nenhuma	
4 – Qual a importância do design/aparência do dispositivo para você?	
1) Muito importante 2) Importante 3) Indiferente	
5 - Qual o modelo de dispositivo que você acha mais adequado?	
1) Dispositivo Manual 2) Dispositivo Mecânico 3) Dispositivo Hidráulico 4) Dispositivo Pneumático	
6 - O que você julga ser mais importante no dispositivo?	
1) Prático 2) Robusto 3) Garanta a Qualidade do torque 4) Reduza o tempo de montagem	
7 – Em sua opinião quais as principais características para o dispositivo de	

montagem dos discos? (Assinale no máx. 4 alternativas)

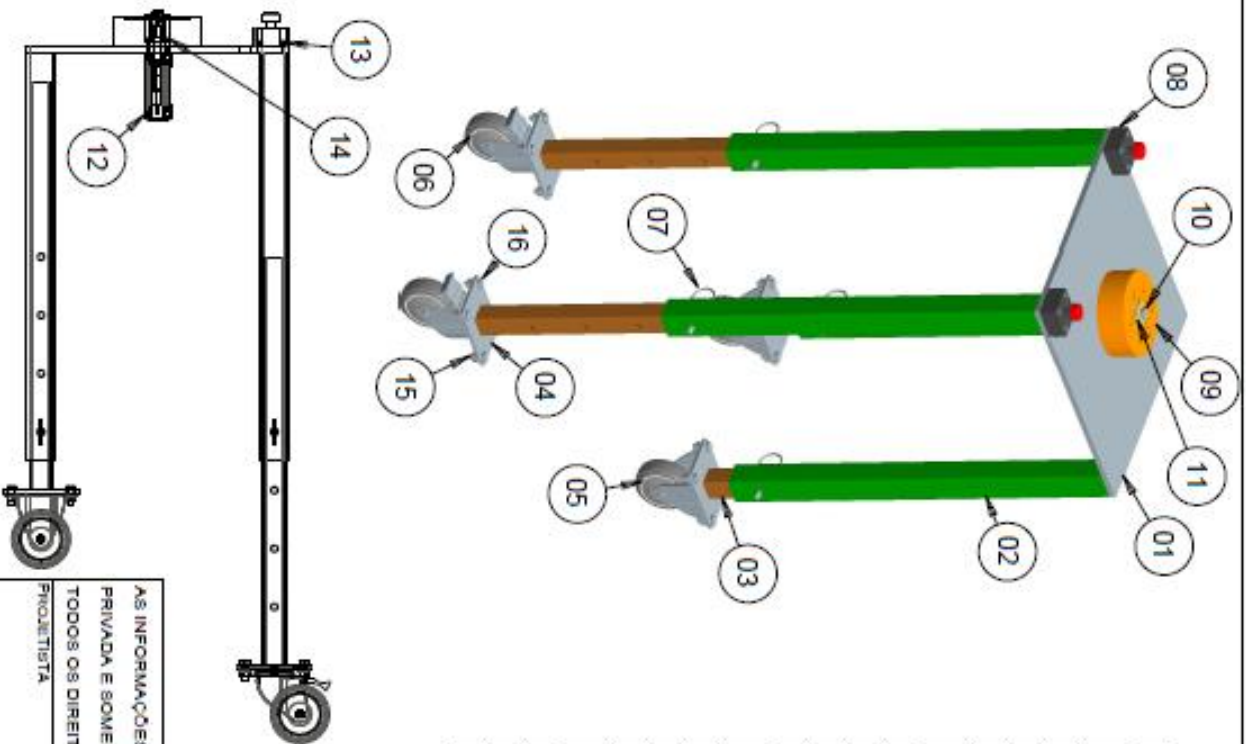
- 1) Boa aparência
- 2) Fácil regulagem
- 3) Não ser complexo
- 4) Resistência
- 5) Garanta a qualidade no torque dos parafusos
- 6) Redução no tempo de montagem
- 7) Baixo índice de manutenção
- 8) Segurança (Cobrir partes móveis, etc..)
- 9) Outra. Qual?

8 - Dentre as opções marcadas acima, qual você julga ser a mais importante?

Marque apenas uma opção

- 1) Boa aparência
- 2) Fácil regulagem
- 3) Não ser complexo
- 4) Resistência
- 5) Garanta a qualidade no torque dos parafusos
- 6) Redução no tempo de montagem
- 7) Baixo índice de manutenção
- 8) Segurança (Cobrir partes móveis, etc..)

APÊNDICE B

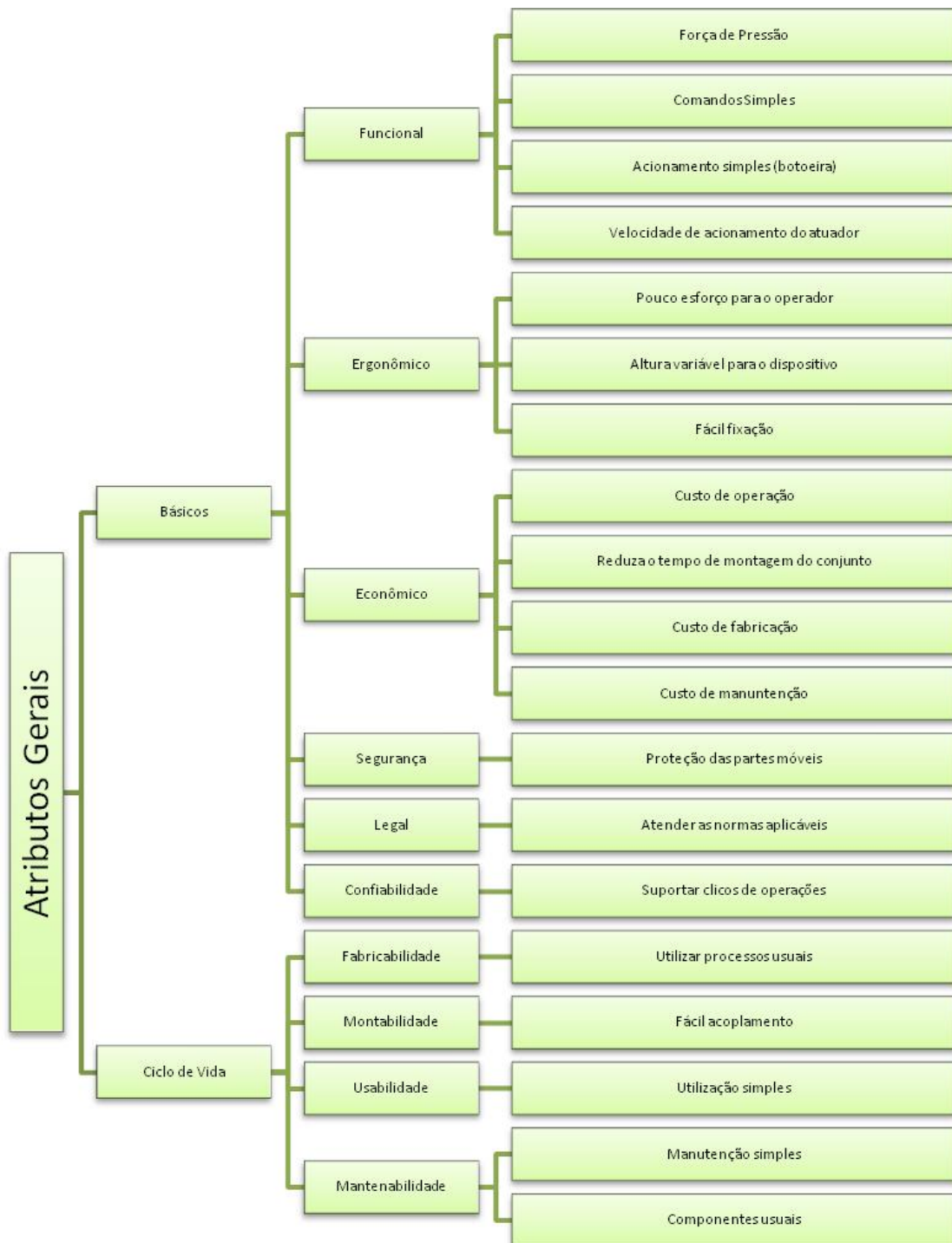


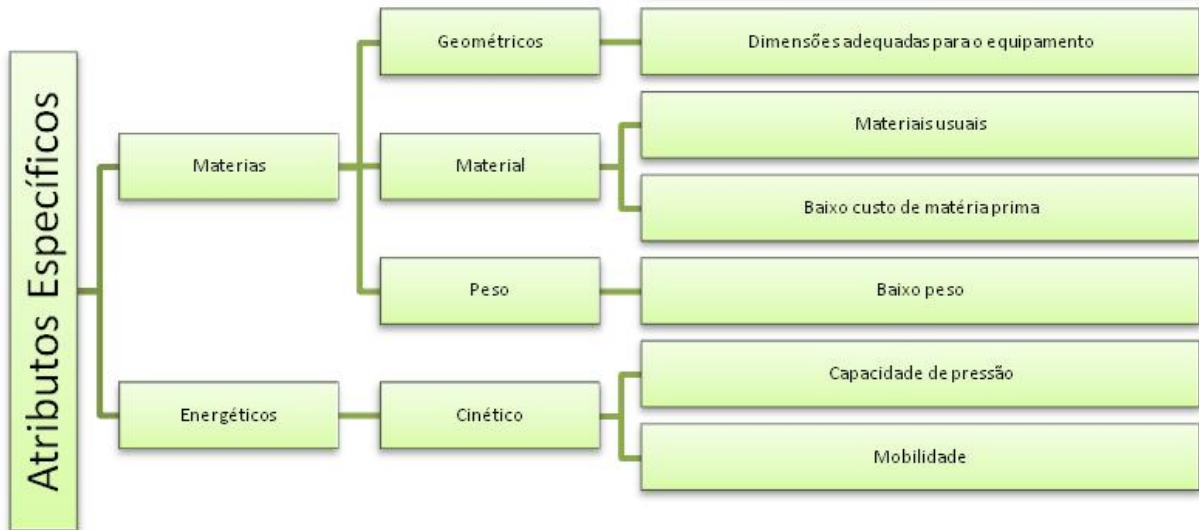
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
01	CHAPA DE AÇO SAE1045 - 10 MM	01
02	TUBO QUADRADO 50X50MM	04
03	TUBO QUADRADO 40X40MM	04
04	CHAPA DE AÇO 4,75MM	04
05	RODIZIO FIXO 4"	02
06	RODIZIO GIRATÓRIO COM TRAVA 4"	02
07	CONJUNTO PINO / ARGOLA	04
08	BOTOEIRA BI MANUAL	02
09	GUIA DOS PARAFUSOS - SAE 1045	01
10	PINO GUIA DE APERTO - SAE 1045	01
11	ARRUELA DE FIXAÇÃO - SAE 1045	01
12	CILINDRO PNEU. - FESTO DNC32	01
13	PARAFUSO ALLEN CC M6x15MM	08
14	PARAFUSO ALLEN CC M6x40MM	04
15	PORCA M10 AUTOFRENANTE	16
16	PARAFUSO M10x25MM	16

**FAZER UNIÃO DOS TUBOS COM SOLDA
(ITEM 02 COM ITEM 01)
E DAS CHAPAS DO RODÍZIOS
(ITEM 04 COM ITEM 03)**

AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE DESENHO SÃO DE PROPRIEDADE PRIVADA E SOMENTE PODEM SER USADAS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO. TODOS OS DIREITOS RESERVADOS SOB PENAS PREVISTAS EM LEI.		FAHOR	
PROJETISTA		DE NOMINAÇÃO	REVISÃO
DISCIPLINA	ESCALA	DATA	FOLHA
DISPOSITIVO MONT. DISCO	1:1	28/10/2013	1/6
		DISP. MONTAGEM DISCO	CLIENTE
		kg	
CAD 3D - PRO/ENGINEER			

APENCIDE C





APÊNDICE D

DIAGRAMA DE MUDGE														Soma	%	Importância	VC	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
1	1B	1C	1C	1B	6C	7A	8A	9C	10A	10A	1C	12C	13A	14C	9	4,79%	8º	2
	2	3C	4B	2C	6C	7A	8A	9C	10A	10A	2C	12C	13A	14C	2	1,06%	14º	1
		3	3C	3C	3C	7A	8A	3C	10A	11C	12B	13A	3C	6	3,19%	11º	2	
1	4	4C	6C	7A	8A	9C	10A	11C	4B	13A	4B	10	5,32%	5º	3			
2	5	5C	7B	8B	9C	10A	11C	5C	13B	5B	5	2,66%	12º	1				
3	6	7B	8A	9C	10A	6B	12C	13C	6B	9	4,79%	7º	2					
4	7	8C	7B	10C	7B	7C	7C	7B	39	20,74%	4º	10						
5	8	8B	10C	8B	8C	8C	8A	42	22,34%	2º	11							
6	9	10B	11C	9C	13B	9B	9	4,79%	9º	2								
7	10	10A	10B	10C	10A	49	26,06%	1º	12									
8	11	11B	13A	11B	10	5,32%	6º	3										
9	12	13B	14A	5	2,66%	13º	1											
10	13	13A	40	21,28%	3º	10												
11	14	7	4%	10º	2													

- 1 Projeto prático.
- 2 Fácil fabricação.
- 3 Baixo custo de produção.
- 4 Comp. utilizados standard.
- 5 Processos usuais.
- 6 Desmontável.
- 7 Ser fácil de utilizar.
- 8 Garantir segurança.
- 9 Altura variável de utilização.
- 10 Garantia da fixação para aplicação do torque
- 11 Fácil manutenção.
- 12 Baixo custo de manutenção.
- 13 Elevado tempo de utilização.
- 14 Componentes de fácil descartar/reutilização.

HIERARQUIZADOS:

- 1 Garantia da fixação para aplicação do torque
- 2 Garantir segurança.
- 3 Elevado tempo de utilização.
- 4 Ser fácil de utilizar.
- 5 Componentes utilizados standard.
- 6 Fácil manutenção.
- 7 Desmontável.
- 8 Projeto prático.
- 9 Altura variável de utilização.
- 10 Componentes de fácil descartar/reutilização.
- 11 Baixo custo de produção.
- 12 Processos usuais.
- 13 Baixo custo de manutenção.

Valor de importância	
A = 5	Muito importante
B = 3	Medianamente imp
C = 1	Pouco importante

