



**DIONAT CAPPELLARI**

**PROJETO CONCEITUAL DE UM SISTEMA COMPACTADOR  
LIMITADOR PARA PLANTADEIRA**

**Horizontina  
2012**

**DIONAT CAPPELLARI**

**PROJETO CONCEITUAL DE UM SISTEMA COMPACTADOR  
LIMITADOR PARA PLANTADEIRA**

Projeto do 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: Ricardo Ferreira Severo, Me.

**Horizontina  
2012**

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“PROJETO CONCEITUAL DE UM SISTEMA COMPACTADOR LIMITADOR PARA PLANTADEIRA”**

Elaborada por:

**Dionat Cappellari**

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

**Aprovado em: 11/12/2012**  
**Pela Comissão Examinadora**

---

**Prof. Me. Ricardo Ferreira Severo**  
**Orientador**

---

**Prof. Dr. Ademar Michels**  
**FAHOR – Faculdade Horizontina**

---

**Prof. Esp. Vilmar Bueno**  
**FAHOR – Faculdade Horizontina**

---

**Prof. Me. Anderson Dal Molin**  
**Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica – FAHOR**

**Horizontina**  
**2012**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu filho Rafael e a minha esposa Giglis, pelo apoio incondicional que recebi durante toda esta batalha.

## **AGRADECIMENTO.**

Aos meus pais, Ildo e Claudete, ao meu irmão, Iurgues. Vocês que sempre acreditaram em mim e deram-me apoio e muita força nessa longa caminhada, a qual, sem vocês não seria capaz;

À minha esposa Giglis e meu filho Rafael, que sempre me incentivaram a completar todas as etapas com muita dedicação, ajudando a enfrentar as dificuldades e superá-las. Obrigado por estar ao meu lado. Obrigado por tudo;

Ao meu Professore Orientador Ricardo Antonio Severo, pelo apoio incondicional na orientação, pelo amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos, que me levaram a execução e conclusão deste trabalho;

Agradeço a todos os professores da FAHOR que de alguma forma contribuíram para minha formação.

E a todas as pessoas especiais que estavam do meu lado nesta batalha.

*“Para conhecermos os amigos é necessário passar pelo sucesso e pela desgraça. No sucesso, verificamos a quantidade e, na desgraça, a qualidade”*

*(Confúcio)*

## **RESUMO**

A presente monografia tem por objetivo apresentar os resultados obtidos no trabalho de pesquisa desenvolvido no componente curricular de Trabalho Final de Curso – TFC que trata da elaboração do projeto conceitual de um sistema compactador/limitador para plantadeiras para auxiliar na melhor forma de cobertura do grão após ser posto no sulco e a profundidade a ser posto no solo. Partindo de uma pesquisa dos modelos existentes no mercado tornou-se possível identificar as necessidades exigidas para um bom funcionamento do sistema, buscando-se elaborar um projeto de acordo com as mesmas, e por fim apresentar a concepção do equipamento que melhor se adaptou. O estudo iniciou com a revisão da literatura, pesquisando a evolução da mecanização agrícola, equipamentos utilizados no uso de plantio, Baseado numa metodologia de pesquisa e desenvolvimento de projeto de produto válida, esta monografia apresenta um esboço a mão do sistema.

Palavras - chave: Projeto de produto - Mecanização agrícola - Sistema compactador/limitador.

## **ABSTRACT**

This monograph aims to present the results obtained in the research work developed in the curriculum component of Final Work Course - TFC dealing with the preparation of the conceptual design of a compressor system / it is a limiter for planters to assist in the best way to cover the grain after it is placed in the groove and the depth to be put into the soil. Based on a survey of pre existing models in the market, it became possible to identify the needs required for the proper functioning of the system, trying to prepare a draft agreement with them, and finally present the design of the equipment that best fitted. The study began with a review of the literature, researching the evolution of agricultural mechanization, the equipment used in planting, based on a methodology of research and development of product design valid, this monograph presents an outline of the system by hand.

**KEY WORDS:** Product design - Agricultural Mechanization - Compressor System / Limiter.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Tipos de semeadoras manuais.....	15
Figura 2. Semeadora-adubadora de 9 linhas com tração animal em 1960.....	15
Figura 3. Semeadora e adubadora com rodas articuladas.....	16
Figura 4. Sistema compactador/limitador.....	17
Figura 5. Fluxograma do modelo utilizado .....	24
Figura 6: Fluxograma do ciclo de vida. ....	28
Figura 7: Diagrama de Mudge. ....	31
Figura 8: Matriz QFD. ....	33
Figura 9: Função global. ....	36
Figura 10: Desdobramento da função global. ....	36
Figura 11: Concepção 1.....	38
Figura 12: Concepção 2.....	38

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Tipos de limitadores e compactadores .....	26
Quadro 2 – Requisitos dos clientes.....	29
Quadro 3 – Requisitos dos clientes X Especificações do projeto.....	32
Quadro 4 – Hierarquização das especificações do projeto. ....	34
Quadro 5 – Princípios de solução para cada subsistema.....	37
Quadro 6 – Análise de concepções.....	39
Quadro 7 – Avaliação das concepções. ....	39

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1 EVOLUÇÃO DA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA .....	13
2.2 PRINCÍPIOS BÁSICOS DA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA .....	14
2.3 EVOLUÇÃO DA SEMEADORA .....	14
2.4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE PRODUTO.....	17
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
3.1 PLANEJAMENTO DO PRODUTO .....	21
3.2 PROJETO INFORMACIONAL .....	21
3.3 PROJETO CONCEITUAL .....	22
3.4 FLUXOGRAMA DO MODELO UTILIZADO .....	24
<b>4 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADO.....</b>	<b>25</b>
4.1 PLANEJAMENTO DO PRODUTO .....	25
4.1.1 Produtos disponíveis no mercado nacional.....	25
4.1.2 Ensaios e pré-testes .....	26
4.1.3 Descrição da atividade .....	27
4.2 PROJETO INFORMACIONAL .....	28
4.2.1 Ciclo de vida .....	28
4.2.2 Necessidades dos clientes .....	29
4.2.3 Requisitos dos clientes .....	29
4.2.4 Diagrama de Mudge .....	31
4.2.5 Requisitos e especificações do projeto .....	32
4.2.6 Hierarquização dos requisitos do projeto .....	33
4.3 PROJETO CONCEITUAL .....	34
4.3.1 Função global .....	34
4.3.2 Estrutura Funcional .....	34
4.3.3 Princípios de solução.....	36
4.3.4 Análise de concepção .....	39
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>41</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

No cenário atual do mercado de máquinas e implementos agrícolas, com a concorrência pelos melhores produtos e volumes de vendas, é importante ter disponível um produto com qualidade superior ou igual aos já existentes, para conseguir competir ou se manter no mercado.

Em um sistema produtivo moderno e tecnológico, a plantadeira é considerada parte fundamental, pois do seu mecanismo depende a precisão do plantio e a redução dos desperdícios.

Um dos problemas encontrados no sistema de plantio direto é a escolha do mecanismo para o sistema compactador/limitador das plantadoras-adubadoras, haja vista que a germinação do grão é influenciada diretamente pelo tipo de estrutura que limita a profundidade do grão e o fechamento do sulco no solo.

É com este objetivo, o de adicionar valor ao implemento agrícola e consequente redução de custos, que propõe-se um novo projeto de sistema compactador/limitador para melhorar a semeadura e reduzir desperdícios.

Dessa forma, esse projeto pretende responder a seguinte questão: Qual o melhor sistema compactador/limitador para plantadeiras?

Com o avanço da tecnologia da genética na produção de grãos, existe a necessidade de um bom acomodamento do mesmo, ou seja, a melhor forma de cobertura do grão após ser posto no sulco e a profundidade a ser posto no solo.

Para um melhor sistema compactador/limitador com regulagem, planeja-se desenvolver um sistema para solucionar essa restrição ou problemática no desempenho das máquinas e promover a melhoria contínua de seus produtos e manter-se competitiva no mercado.

Para tal, pretende-se conhecer os produtos existentes no mercado, bem como, desenvolver um produto inovador de qualidade, de um sistema compactador/limitador com regulagem que atenda as necessidades.

O objetivo geral do trabalho é desenvolver um projeto do sistema compactador/limitador em forma de "V" com regulagem de ângulo e ajuste de pressão e limitador de profundidade que acompanhe os desniveis do solo.

Já como objetivos específicos pode-se citar:

- Identificar as características do sistema compactador/limitador atual;

▪ Analisar os sistemas compactador/limitador existentes no mercado, com objetivo de levantar boas ideias e alternativas para a proposição do novo sistema.

▪ Projetar um sistema compactador/limitador com regulagem que atenda as necessidades e exigências de plantio.

Além do capítulo intitulado introdução, que traz uma breve explanação acerca do conteúdo do projeto, o trabalho possui capítulos subsequentes que dizem respeito ao referencial bibliográfico utilizado, as técnicas e métodos utilizadas, além da análise de dados e resultados e também das fases informacional e conceitual, por fim é feito uma conclusão sobre o projeto desenvolvido.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é apresentada a evolução da agricultura e tipos de máquinas utilizadas para o plantio.

### 2.1 EVOLUÇÃO DA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

Segundo descreve Vitor (2008), a atividade humana na agricultura começa a se concretizar a partir do momento em que o homem deixa de ser nômade e passa a se fixar em determinada região. Este ato gera a necessidade de aperfeiçoar o cultivo da terra. Sendo esse aperfeiçoamento ligado ao domínio dos materiais, ou seja desenvolver um pouco mais a idéia anterior.

O trabalho inicial, do homem, no solo foi realizado de forma rudimentar. Primeiramente, este usou o arado de pau de arrasto e tração muscular humana, passando após a domesticar animais para auxiliar no serviço. E, a medida que o homem foi dominado materiais como madeira e ferro, ele aperfeiçoou sua forma de trabalhar a terra. O conhecimento destes materiais ocasionou a criação de utensílios agrícolas de madeira e ferro, como por exemplo: o arado, grade de dentes, semeador mecânico, debulhador, ceifadeira...

Contudo, a possibilidade de substituir o tração animal pela mecânica, de acordo com a Fundação de Economia Estatística - FEE (1979), só foi possível na primeira metade do século XIX quando surgiram os primeiros instrumentos mecânicos de tração a vapor. Dentro desse novo cenário, uma máquina específica ganha destaque: o trator. Ele torna-se símbolo, considerável, por ter possibilitado que diversos equipamentos fossem acoplados em si.

Segundo Saruga (2002), no princípio, os tratores limitavam-se a realizar os mesmos trabalhos que os animais vinham executando. A sua primeira ação consistiu no movimento de puxo para frente, com mais energia e resistência que o animal. O passo seguinte foi a introdução nestas máquinas de meios mecânicos, com a finalidade de tirar maior proveito da potência disponível, para acionar um sem número de implementos agrícolas.

As máquinas começaram a apresentar desempenhos e resultados dinâmicos, tornaram-se assim ferramentas indispensáveis no cultivo da terra.

“As ferramentas agrícolas tomaram outro aspecto quando o agricultor deixou de cultivar a terra apenas para o auto abastecimento e pretendeu a remuneração do seu trabalho, transacionando os seus produtos” (SARUGA, 2002, p. 18).

A intensificação do processo de modernização é destacada por Saruga (2002, p. 21), da seguinte forma: época das ferramentas manuais; época das máquinas de tração animal; época da mecanização; época da supermecanização.

Como pode ser visto, ao longo destas últimas décadas, intensificaram-se sistemas para modernizar a agricultura. Com estes meios disponíveis, foram criadas novas possibilidades, com melhoramento da produtividade e na qualidade, aumentando os rendimentos e a produtividade.

## 2.2 PRINCÍPIOS BÁSICOS DA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

Segundo Saruga (2002), de temas da ciência agronômica, provavelmente a mecanização agrícola é a que tem sofrido nos últimos tempos a maior evolução. Ou seja, a parte mecânica em si juntamente com as novas técnicas, adota desde a preparação do solo, passando por plantio, adubação concluindo na colheita e comercialização.

Conforme Nunes et al (2009), os grandes avanços da mecanização agricultura na última década estão cada vez mais nas médias e pequenas propriedades, trazendo inúmeros benefícios ao produtor. Porém, deve-se tomar cuidado com o mau uso dos equipamentos para não causar danos a natureza.

Segundo publica a CTUR (2009), o objetivo da mecanização agrícola é principalmente o emprego adequado de máquinas e equipamentos, visando a obtenção de altas produtividades, racionando custo e preservando os recursos naturais e o meio ambiente.

Segundo a FEE (1979), a mecanização pode ser entendida por diferentes instrumentos de trabalho com o objetivo de facilitar as diversas etapas do processo produtivo. Na produção agrícola, os instrumentos mecânicos utilizados podem ser constituídos desde o mais simples, como a enxada, até os mais sofisticados. Esses instrumentos têm como objetivo principal superar os obstáculos enfrentados pelo homem desde o manejo do solo até a colheita do produto.

### 2.3 EVOLUÇÃO DA SEMEADORA

Remontando a historia, o cultivo começou de forma manual, preparando-se o solo com arados rudimentares e lançando-se as sementes ou cultivando em sulcos, depois chegou a plantadeira ou semeadora manual, conforme pode ser visto na Figura 1. “Estes utensílios foram criados com o propósito de suavizar o trabalho agrícola”, afirma Canecchio Filho (1985, p. 83).



Figura 1. Tipos de semeadoras manuais. Fonte: <http://produto.mercadolivre.com.br>

O emprego de animais para a tração de aparelhos agrícolas passou a ser uma opção importante para preparação do solo, semeadura e colheita. Plantadeiras de tubérculos, ramas, toletes e semeadeiras, realizaram um bom trabalho, justifica Canecchio Filho (1985). Na Figura 2 demonstra-se uma semeadora-adubadora de tração animal.



Figura 2. Semeadora-adubadora de 9 linhas com tração animal em 1960. Fonte: Fankhauser SA (2011).

Conforme Canecchio Filho (1985), uma semeadeira com uma linha de tração animal, podia cultivar até um hectare por dia. Estes utensílios de tração humana ou animal, aos poucos foram sendo substituídos pela plantadeira mecânica acopladas ao trator. Ainda, segundo Canecchio Filho (1985), as semeadeiras, de construção resistente, deviam abrir os sulcos, colocar as sementes com máxima regularidade, cobrir as sementes e dar acabamento.

Enfatizando a região local, em 1983, a Fankhauser lança suas primeiras semeadoras e adubadoras, conforme Figura 3. A partir de então, as linhas de máquinas para plantio foram se sucedendo, apresentando evoluções significativas até os dias atuais.



Figura 3. Semeadora e adubadora com rodas articuladas. Fonte: Fankhauser SA (2011).

A constante evolução fez que cada vez mais as empresas procurassem por produtos com soluções úteis e diferenciadas, desenvolvendo as mais avançadas e modernas evoluções tecnológicas na fabricação e montagem de maquinários agrícolas. Essas qualidades originaram aos maquinários mais produtividade, desempenho e resultado, proporcionando a melhor relação custo-benefício.

Com o passar do tempo, as exigências obrigaram a modernização da lavoura, exigindo tratores mais potentes e máquinas de precisão mais avançadas. A partir do momento em que o cultivo passou a ser efetuado diretamente na palhada, no sistema SPD, foram desenvolvidas semeadeiras para esta situação.

Segundo Portela (2001), a moderna agricultura exige, cada vez mais, que as máquinas e equipamentos agrícolas sejam eficientes, resistentes e precisos, de modo a atingir o patamar de produtividade esperado. Na área de plantio recaem as maiores responsabilidades de uma boa lavoura, pois se considera que a semeadora é o coração de um sistema produtivo.

Hoje o público está exigindo que as plantadeiras tenham maior capacidade de corte da palhada, que enterre as sementes com mínima mobilização do solo e perda de sementes, mantenha o sulco coberto com palha após a passagem da semeadora. A importância do sistema plantio direto para a sustentabilidade ambiental, econômica e social da agricultura, pode ser otimizado no sistema compactador/limitador das plantadoras adubadoras.

O objeto de estudo para o TFC, procura desenvolver essa tecnologia, criando um sistema monobloco que se adapte as variações de terreno, com limitador de profundidade e sistema de regulagem de altura. Compactador em forma de "V" com duas rodas para o fechamento do sulco e compactação lateral da semente, com regulagem de ângulo que proporcione melhor fechamento do sulco e possibilite a regulagem de ângulo de ataque do sulco com opcional de limitadores de profundidade. A Figura 4 demonstra um sistema compactador/limitador.



Figura 4. Sistema compactador/limitador.

Como a mecanização assumiu de forma definitiva o processo agrícola, obriga cada vez mais melhoramentos no lado funcional. A moderna agricultura exige, cada vez mais, que as máquinas e equipamentos agrícolas sejam eficientes, resistentes e precisos, de modo a atingir o patamar de produtividade esperado. Enfocando a parte empresarial, o mercado cada vez mais obriga a ser melhor que os concorrentes.

## 2.4 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE PRODUTO

Resumindo Fonseca (2000), processo de desenvolvimentos de produtos consiste numa ampla série de atividades que vão desde a detecção da oportunidade

de negócio até o lançamento. Analisando esta afirmação, nota se que para passar de uma idéia abstrata até um processo formal, pratica-se um todo de ações ao decorrer do tempo, as quais envolvem como um todo: equipe de pesquisa, fabricante, usuário e cliente produzindo efeitos diretos sobre a competitividade no mercado.

O desenvolvimento de produtos se demonstra uma significativa fonte de oportunidades tanto para fabricante, vendedor, usuário e cliente. Empreendendo esforços de melhoria que venham a contribuir para melhores resultados.

No princípio de todo o processo de projeto supõe-se o cumprimento às necessidades dos clientes, dessa forma, é determinante a importância de salientar o significado do termo na linguagem de projeto de produto e sua divisão de acordo com as especificações das técnicas de projeto. Entre tais divisões é necessário estabelecer a compreensão do significado de outros termos: projeto; produto; usuários; cliente; requisitos dos clientes e de projeto e, especificações do produto (PMI, 2000).

Tipo de Informação: Descrição;

Tendência do Projeto: Desenvolver produto;

Necessidade: Suprir especificações do usuário;

Requisitos do cliente: Definidos e estruturados;

Requisitos do Projeto: Tender a necessidades dos clientes;

Especificações do projeto: Desdobramento e requisitos que o produto deve suprir.

Slack (1996) define outros elementos como: complicação; insegurança e ciclo de vida. A complexidade está ligada a quantidade de atividades diferentes necessárias para atingir os objetivos de um projeto. Relacionamento entre todas essas atividades pode ser complexo, especialmente quando o número de atividades no projeto é grande. A incerteza remete ao planejamento. Todos os projetos devem ser planejados antes de serem executados, pois sempre a um elemento de risco.

Alguns exemplos de projeto (PMI, 2000).

- Desenvolvimento de um novo produto;
- A realização de uma mudança na estrutura, no quadro de funcionários ou no modo de atuar de uma organização;
- O desenho de um novo veículo de transporte;

- O desenvolvimento ou aquisição de um sistema de informações novo ou modificado.

De acordo com Back (1983), projeto de engenharia é uma atividade para o atendimento das necessidades humanas, essencialmente daquelas que podem ser realizadas por fatores tecnológicos de nossa cultura. Conforme Amaral et al (2006), é na fase inicial de um projeto de produto, logo após o conhecimento do problema , que se busca ouvir a “voz dos clientes”, ou seja, as suas necessidades, as quais depois de serem relacionadas, compõem o que se conhece por requisitos dos clientes. Esses requisitos, depois de trabalhados, a fim de se eliminar a subjetividade, para adequá-los à forma em que possam ser utilizados, devem ser descritos por meio de características técnicas, possíveis de serem mensuradas definindo-se assim os requisitos do produto.

Projetar consiste tanto em formular um plano para a satisfação de uma necessidade específica quanto em solucionar um problema. Se tal plano resultar na criação de algo tendo uma realidade física, então o produto deverá ser funcional, seguro, confiável, competitivo, utilizável, manufaturável e comercializável. Esses termos são definidos da seguinte forma (SHIGLEY, 2005).

Além de o projeto ser temporário e único, Slack (1996) define outros elementos para o mesmo: complexidade, incerteza, e ciclo de vida onde para atingir os objetivos de um projeto.

Slack (1996) também afirma que o relacionamento entre todas essas atividade pode ser complexo, especialmente quando o número de atividades no projeto é grande remetendo a incerteza do planejamento. Todos os projetos devem ser planejados antes de serem executados, pois carregam sempre um elemento de risco.

A engenharia impõe a concretização das várias etapas e processos da gestão de um projeto. Isto significa que a Engenharia a Pesquisa e Desenvolvimento e Produção devem estar integrados desde um começo de um projeto, antes mesmo da realização de qualquer de suas atividades. A engenharia pode ser a principal força motriz para a crescente aceitação da gestão de projetos (KERZNER apud ROMANO, 2003,p.44).

Quando do seu desenvolvimento, os diferentes tipos de produtos trazem consigo diferentes particularidades, como a duração do projeto. Pode-se esperar

que os projetos de desenvolvimento de produtos originais sejam naturalmente mais longos produtos aperfeiçoados ou adaptados. Ou seja, o ciclo de vida do projeto varia de acordo com o tipo de produto a ser desenvolvido. Isso se deve, também, a alguns aspectos referentes à natureza dos projetos de desenvolvimento de produtos(SLACK, 1996).

- Criatividade: o projeto exige a criação de algo novo, seja um produto original ou aperfeiçoados ou adaptado;
- Complexidade: O projeto envolve decisões sobre grande número de parâmetros e variáveis tais como configuração, desempenho funcional global e de componentes, materiais, aparência, métodos de produção entre outros;
- Compromisso: O projeto exige balanceamento de requisitos múltiplos e muitas vezes conflitantes como, por exemplo, desempenho de custo, materiais e durabilidade;
- Escolha: o projeto exige fazer escolhas entre diversas soluções possíveis para um problema em todos os níveis, desde o conceito básico do produto até o menor detalhe de cor ou forma.

Tomando por base as definições apresentadas, projetos de desenvolvimentos de produtos são aqueles empreendidos cujo objetivo é executar o processo de geração de uma ideia de um bem material ao longo de várias fases, até o lançamento do produto. O projeto pelo qual esses são desenvolvidos é denominado comumente de Processo de Desenvolvimento de Produtos (ROMANO, 2003).

### **3. METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento de produtos, há uma variedade de métodos e técnicas que visam resolver os problemas e questões que envolvem os produtos existentes e em desenvolvimento, por isto procurou-se identificar os métodos que mais se adequada ao projeto.

#### **3.1 PLANEJAMENTO DE PROJETO**

Com o desenvolvimento e as características do produto prontas e não havendo dúvidas a respeito da viabilidade da se inicio ao processo de pesquisa e desenvolvimento do produto. Começa-se a identificar os princípios elementares de planejamento.

O Planejamento de projeto é descrito como um processo de transformação de informações (BACK, 1983).

A atividade de planejamento de projeto é das mais importantes, mas não a única. A pesquisa de mercado parte de uma coleta mínima de informações sobre as características do produto a ser projetado, ganhando conhecimento sobre o mesmo na medida em que se vai conformando a ideia do novo produto, até ganhar forma, uma “ideia de produto” a ser projetado, na forma de problema de projeto (FONSECA, 2000).

#### **3.2 PROJETO INFORMATACIONAL**

O ponto de partida dessa fase do projeto é o problema que deu origem à necessidade de desenvolvimento de um novo produto. O projeto informatacional consiste na análise detalhada do problema de projeto, buscando-se todas as informações necessárias ao pleno entendimento do problema (MANTOVANI, 2011).

Como pode-se perceber, alguns fatores de influência tomam a forma de medidas Donaldson, citado por Mialhe apud Romano (2003), classifica essas medidas em:

- Especificações físicas: abrangendo dimensões gerais, distribuição de massa, torque, exigências tratarias, capacidade de reservatórios;

- Características dinâmicas ou tempo dependentes: incluindo potência, capacidade operacional, vida útil, durabilidade, funcionalidade;
- Características econômicas: abarcando as medidas de custos de manutenção, reparos, entre outras;
  - Para estabelecer as especificações de projetos são identificadas, as necessidades dos clientes ou usuários, para isso, é necessário identificar primeiramente quem são os clientes ou usuários ao longo do ciclo de vida do produto;
  - Cliente externo: pessoas que compra ou usam o produto;
  - Cliente intermediário: Pessoa responsável pela distribuição marketing e pós venda do produto;
  - Cliente interno: pessoas envolvidas na projetação e na implementação do produto.

Ao referir-se a tal assunto Romano (2003) diz que, estabelecidos os requisitos dos clientes faz se a valoração dos mesmos, com propósito de identificar os requisitos mais importantes. Essa ação é necessária quando deseja-se obter a hierarquia dos requisitos do projeto. A partir dos requisitos dos clientes são definidos os requisitos do projeto dí máquina, considerando diferentes atributos: funcionais, ergonômicos, segurança, confiabilidade, entre outros. Os requisitos do projeto indicam as necessidades do cliente.

À medida que as especificações do projeto vão sendo definidas são levantadas informações do ciclo de vida da máquina. Nesse levantamento inclui-se a segurança, em produtos semelhantes no mercado a fim de avaliar e estudar o risco de acidentes e danos à saúde do operador durante a utilização do produto. As especificações do projeto levam em consideração os aspectos de segurança que devem ser identificadas e acompanhadas durante seu desenvolvimento, de modo que sejam aplicadas soluções que evitem ou minimizem os riscos (ROMANO 2003).

### 3.3 PROJETO CONCEITUAL

Conforme Back (1983), a função total do sistema a ser desenvolvido será dividida em etapas, quais sejam: funções parciais ou maiores, em funções elementares ou básicas, que são interligadas de modo a satisfazer os requisitos funcionais do

sistema total. Desta forma resultam diversas alternativas de estruturas de operações básicas, dentre as quais a estrutura ótima será selecionada.

Para Amaral et al (2006) projeto conceitual, as atividades relaciona com a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema. A busca por soluções pode ser realizada através de produtos concorrentes descritos em artigos, catálogos, base de dados ou patentes. O processo de criação de resoluções de problemas é livre de restrições, porém relacionado com as necessidades, requisitos e especificações de projeto de produto. A representação das soluções pode ser feita por croquis e desenhos que podem ser computacionais ou manuais. As soluções são definidas com base em métodos que se apoiam nas necessidades e requisitos previamente definidos.

Parte se para o estudo de estruturas funcionais alternativas, com objetivo de selecionar a mais adequada. Sobre a estrutura funcional são identificadas as subjunções a serem realizadas por fornecedores de componentes. Os critérios de escolha podem ser os requisitos do projeto ou requisitos do cliente. A pesos de critério pode-se utilizar o valor percentual dos requisitos de projeto e de requisitos de clientes (ROMANO 2003)

Ainda de acordo com Romano (2003) a função desta atividade é relacionar determinado número de alternativas que possibilite a pré-seleção das mais adequadas. Através destas são desenvolvidas moldes do produto (virtuais, físicos) que supram às necessidades de projeto, viabilizando a determinação de estimativa de custo das alternativas pré-selecionadas. Para elaboração de novas soluções pode-se utilizar métodos com auxílio ao desenvolvimento de novas concepções.

Mais ainda Amaral et al (2003), para realizar o desdobramento de um problema complexo em partes mais simples, usa-se o método morfológico, que busca soluções para as partes, inicialmente o problema é definido, a seguir é dividido em parâmetros. Buscam-se formas alternativas para solucionar parâmetros, por meio de catálogos, experiência, pesquisa ou criação. Obtém-se as combinações possíveis dos parâmetros. Ao final a melhor combinação de parâmetros é adotada como solução. A busca de soluções é feita de forma separada, sem a preocupação com demais parâmetros, sendo indicado para problemas complexos.

### 3.4 FLUXOGRAMA DO MODELO UTILIZADO

A Figura 5 demonstra o fluxograma do modelo utilizado durante a fase metodológica.

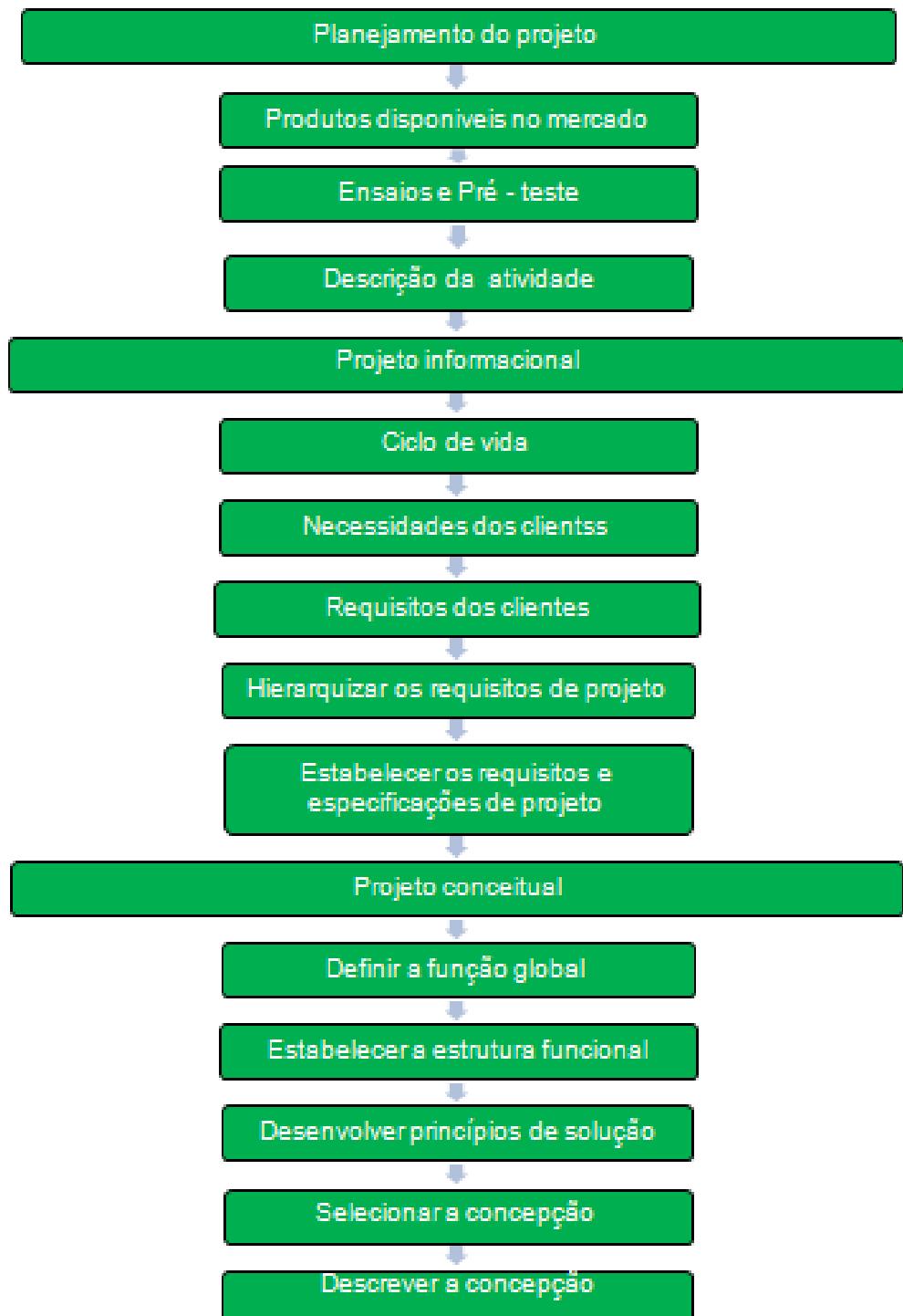


Figura 5. Fluxograma do modelo utilizado

## 4. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADO

Neste capítulo apresenta-se os resultados obtidos durante o projeto de desenvolvimento do sistema compactador/limitador para plantadeira.

### 4.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Aqui, demonstra-se tipos de sistemas compactadores/limitadores disponíveis no mercado, bem como suas respectivas fabricantes, descrevendo sua funcionalidade.

#### 4.1.1 Produtos disponíveis no mercado

A Vence Tudo apresenta a Semeadora Adubadora de Arrasto na versão PREMIUM12000, 14000 e 16000. A regulagem prática do distanciamento ou aproximação do conjunto limitador/compactador em relação ao disco duplo da semente permitindo assim a entrada na lavoura com maior umidade.

O modelo SOL TT da Semeato utiliza compactador com duas rodas estreitas com banda de borracha em forma de “V” com ação de mola e regulagem de ângulo de trabalho, podendo afastar ou fechar.

Os limitadores de profundidade SOL TT são formados por duas rodas com banda de borracha flexível, podendo ser estreita ou larga. Os limitadores podem estar montados junto aos discos ou ligeiramente atrás dos mesmos. Possuem ainda regulagem de ângulo de trabalho.

O modelo roda de banda plana de grande largura, tem as rodas limitadoras em graus e a compactara plana podendo emparelhar o sulco.

O modelo usado na plantadeira Stara limitador de profundidade fixo, possui sistema de regulagem de altura e ângulo, equipado com banda de borracha.

Os modelos descritos acima podem ser observado no Quadro 1, que demonstra esses conjuntos de limitadores e compactadores disponíveis em alguns modelos de semeadoras.

Modelos	Visualização
Limitador de profundidade e compactador da Vence Tudo.	
Limitador de profundidade e compactador SOL TT da Semeato com pneu de banda fina.	
Limitador de profundidade e compactador SOL TT da Semeato com pneu de banda larga.	
Limitador de profundidade e compactador da Stara.	

Quadro 1: Tipos de limitadores e compactadores.

#### 4.1.2 Ensaios e pré - teste

Estudos devem ser realizados em condições de campo para avaliar a capacidade mecânica do produto. Acoplados a uma plantadeira, devem ser utilizados diversos tipos de terrenos observando-se a capacidade de inclinação das rodas dos limitadores, compactação das paredes laterais do sulco de semeadura, profundidade alcançada, o desempenho em lavouras que tenham cobertura de palhada, assim como o tipo de roda a ser usado na compactação.

Outro item a ser observado refere-se à cobertura das sementes, se as rodas limitadoras estão realizando a tarefa de modo correto. Ainda, a avaliação tem a ver com a parte funcional, se a fixação do produto a plantadeira não sofreu danos, firmeza, facilidade em acoplar e desacoplar, direção, pressão exercida pelos pneus junto ao terreno. Estudar os ângulos de abertura, se eles se mantêm após algum tempo de trabalho ou se devem sofrer algum tipo de reajuste.

#### 4.1.3 Descrição da atividade

Os compactadores são criados para desempenhar a função de estabelecer um melhor contato entre a semente e o solo, de forma que fiquem cobertas. Também existe um segundo efeito, o de criar calhas para que a água umedeça o solo sem encharcar as sementes e assim aproveitar seu potencial germinativo.

O sistema compactador limitador acompanha melhor o relevo do solo, mantendo sempre a mesma profundidade de semeadura, aperta o solo contra a semente, eliminando as bolsas de ar sem compactar a superfície do solo sobre a linha de corte do sulco.

## 4.2 PROJETO INFORMACIONAL

Segundo Flores (2008), o Projeto Informacional é a fase onde são identificadas as necessidades dos clientes e transformadas em especificações para o projeto do produto, criando um conjunto de objetivos que o produto deve atender.

O alvo desta fase, segundo Amaral et al. (2006), é desenvolver um conjunto de informações, as mais prontas possíveis, para orientar a geração de soluções, fornecendo a embasamento sobre a qual serão montados os critérios de avaliação e tomada de decisão utilizados no decorrer do projeto.

O projeto informacional consiste na crítica detalhada do problema de projeto, buscando-se todos os dados necessários ao pleno acordo do problema. O modelo de produto obtido ao final dessa fase são as especificações do projeto, que é uma lista de objetivos que o produto a ser projetado deve atender.

A primeira tarefa da etapa de Projeto Informacional foi a definição do ciclo de vida do produto

### 4.2.1 Ciclo de vida



Figura 6: Fluxograma do ciclo de vida.

#### 4.2.2 Necessidades dos clientes

O objetivo desta etapa, seguindo o conceito definido por Amaral et. al. (2006) é a busca de dados com os clientes, para identificar as necessidades consideradas importantes que o produto deve atender.

De acordo com Amaral et. al. (2006), a identificação das necessidades dos clientes pode ser feita com o auxílio de pesquisa bibliográfica, análise de sistemas técnicos similares, consulta a especialista.

<b>CLIENTES</b>	<b>REQUISITOS</b>
<b>Manufatura</b>	Facilidade para produzir Otimização de ferramental Seqüencia no Lya Out
<b>Vendas</b>	Bom funcionamento da função. Baixo custo Facilidade de operação
<b>Utilização</b>	Bom funcionamento da função. Baixo custo Facilidade de operação
<b>Manutenção</b>	Fácil manutenção Baixo custo de Manutenção -Peças disponíveis no mercado

Quadro 2: Requisitos dos clientes.

#### 4.2.3 Requisitos do cliente

De acordo com Amaral et al. (2006), o principal objetivo de decidir o que os clientes esperam do produto é achar os requisitos que verdadeiramente agradam e admiram favoravelmente os clientes, gerando melhoramentos que não esperavam

As necessidades dos clientes identificadas na etapa anterior, conforme se sabe, são expressas de forma subjetiva, de difícil aproveitamento no projeto, sendo necessário, portanto, traduzi-las para a linguagem de engenharia. (MANTOVANI, 2011).

a) **Facilidade para produzir:** utilizando materiais disponíveis no mercado e trabalhando com uma tolerância considerável, sua fabricação torna-se fácil e conseqüentemente mais barata.

- b) **Otimização de ferramental:** Visa a utilização apenas de ferramental disponível, não se faz necessário a criação de ferramentas especiais para corte, dobra ou solda.
- c) **Seqüência de Layout:** Trata da seqüencia dos processos produtivos dos componentes, buscando sempre uma cadeia lógica, que conteplete da melhor maneira possível as fases de produção.
- d) **Bom funcionamento da função:** garantir que o sistema desempenhe corretamente, dentro do esperado, a função que ele foi projetado, visando a confiabilidade por parte dos clientes.
- e) **Baixo custo:** Verifica-se desde a fabricação até a montagem os processos mais adequados a serem utilizados, visando uma fácil comercialização do sistema.
- f) **Facilidade de operação:** A acessibilidade da parte de vendas precisa ser levada em conta, agilizando o processo de negociação entre produção e cliente.
- g) **Longo tempo de vida:** Visando os esforços que o sistema será submetido, buscou-se a utilização dos materiais mais adequados a função, garantindo assim a sua durabilidade.
- h) **Ser confiável:** A confiabilidade do sistema vai desde o início da fabricação, que utiliza técnicas atuais e materiais certificados em sua estrutura.
- i) **Permitir ajustes:** Devido aos diferentes tipos de terrenos encontrados em nossa região, faz-se necessária uma constante regulagem do sistema de compactação, o projeto buscou contemplar este requisito.
- j) **Seguro:** Todo o sistema foi projetado a fim de não expor de forma alguma o operador. Principalmente a parte de regulagem, que se for efetuada de maneira correta, não acarretará conseqüências ao operador.
- k) **Fácil manutenção:** A manutenção é um requisito importante e que foi pensado de maneira a ser algo simples e fácil, diminuindo assim o tempo de manutenção e a mão de obra envolvida.
- l) **Baixo custo de manutenção:** Neste item podemos destacar a simplicidade da manutenção e a disponibilidade de peças de reposição.
- m) **Peças disponíveis no mercado:** A padronização de componentes facilita e barateia os custos com manutenção em um projeto, o simples fato de se utilizar um item já disponível em linha faz com que os custos com projeto, amostragem e validação de componentes se reduza a zero.

#### 4.2.4 Diagrama de Mudge

No Diagrama de Mudge, foram enumerados os requisitos dos clientes e colocados tanto na primeira coluna como na primeira linha do diagrama, em seguida comparou cada requisito das linhas com todos os requisitos das colunas, exceto os iguais, da seguinte forma:

1º - Colocado na célula da matriz o número do requisito mais importante do par;

2º - Colocado junto ao número, uma letra que corresponde ao nível de importância deste requisito, onde: muito mais importante (valor cinco – letra A), mais importante (valor três – letra B) e pouco mais importante (valor um – letra C).

A pontuação de cada requisito foi obtida pelo somatório dos valores correspondentes em todo o diagrama, e a partir desta pontuação, chegou-se aos valores necessários a coluna “Valor do Cliente” (obtidos através da multiplicação da pontuação do respectivo requisito por dez e posteriormente dividido pela maior porcentagem das pontuações). Na figura 6, temos expresso o diagrama de Mudge.

Diagrama de Mudge														Hierarquização dos requisitos de clientes			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	pontuação	Porcentagem(%)	Vc		
1	1C	1C	4C	4C	1C	7B	8A	9C	10C	11B	12C	1C	3	2,2	1		
2	2B	2C	5C	2C	7C	8B	9C	10B	11C	12C	2B		5	3,6	1		
3	3B	5C	6C	7C	8A	9C	10A	11C	12C	13C			3	2,2	1		
4	4C	4C	4B	8C	4C	10C	4C	12C	4C				9	6,5	2		
5	5C	7B	8B	9C	10A	11B	5C	5C					5	3,6	1		
6	7C	8C	6C	10B	6B	6C	6C						7	5,1	2		
7	8B	7C	10A	7B	7B	7C							17	12,3	4		
8	8B	10C	8C	8C	8C								23	16,7	5		
9	10A	11C	12C	13C									4	2,9	1		
10	10B	10B	10B										43	31,2	10		
													11	6,5	2		
													12	4,3	1		
													13	2,9	1		
													138	100			

Figura 7: Diagrama de Mudge.

#### 4.2.5 Requisitos e especificações do projeto

De acordo com Fonseca (2000), nesta etapa do projeto, constitui-se a primeira decisão física sobre o produto que está sendo projetado realizando a conversão dos requisitos dos clientes em requisitos do projeto.

Como não há metas a serem atingidas e também não se sabe como essas metas serão analisadas, a fundamental tarefa dessa etapa é aplicar o quadro de especificações de projeto aos requisitos, obtendo assim as especificações do projeto (MANTOVANI, 2011).

Requisito do cliente	Requisito de projeto	Especificações de projeto
Utilizar materiais disponíveis no mercado e trabalhar com uma tolerância considerável, torna a fabricação fácil e consequentemente mais barata.	Tolerâncias dimensionais mínima do projeto	Utilizar aço carbono 1020
Visa a utilização apenas de ferramental disponível, não se faz necessário a criação de ferramentas especiais para corte, dobra ou solda.	Especificação das ferramentas disponíveis	Utilizar ferramental disponível
Trata da sequencia dos processos produtivos, busca sempre uma cadeia lógica, que contemple da melhor maneira possível as fases de produção.	Tempo de processo Espaço percorrido	Sequenciar operações
Garantir que o sistema desempenhe corretamente, dentro do esperado, a função que ele foi projetado, visando a confiabilidade por parte dos clientes.	Altura de material para cobertura	Testes de campo
Verifica-se desde a fabricação até a montagem os processos mais adequados a serem utilizados.	Até 50% a mais do custo atual	Bom acabamento
A acessibilidade da parte de vendas precisa ser levada em conta, agilizando o processo de negociação.	Tempo de ajuste	Boa comunicação
A confiabilidade do sistema vai desde a fabricação, que utiliza técnicas atuais e materiais certificados em sua estrutura.	Vida útil	Utilizar técnicas confiáveis
Devido aos diferentes tipos de terrenos encontrados em nossa região, faz-se necessária uma constante regulagem do sistema de compactação.	Número de regulagens	Possibilitar alterações
Todo o sistema foi projetado a fim de não expor de forma alguma o operador. Principalmente a parte de regulagem, que se for efetuada de maneira correta, não acarretará consequências ao operador.	Número de situações de riscos	Atentar a possíveis falhas
A manutenção é um requisito importante e que foi pensado de maneira a ser algo simples e fácil, diminuindo assim o tempo de manutenção e a mão de obra envolvida.	Tempo entre paradas/tempo de paradas	Dimensionamento correto de material e processo
Neste item podemos destacar a simplicidade da manutenção e a disponibilidade de peças de reposição.	Peças padronizadas	Fabricação em lotes
A padronização de componentes facilita e barateia os custos com manutenção em um projeto	Peças disponíveis no mercado	Identificar gargalos

Quadro 3: Requisitos dos clientes X especificações do projeto.

#### 4.2.6 Hierarquizar os requisitos do projeto

A aplicação da matriz da qualidade, que é uma ferramenta que possibilita o estabelecimento de relações entre necessidades dos clientes e os requisitos de projeto auxiliando a equipe de projeto por meio da busca pelo consenso nas diferentes definições sobre o produto (AMARAL et al., 2006).

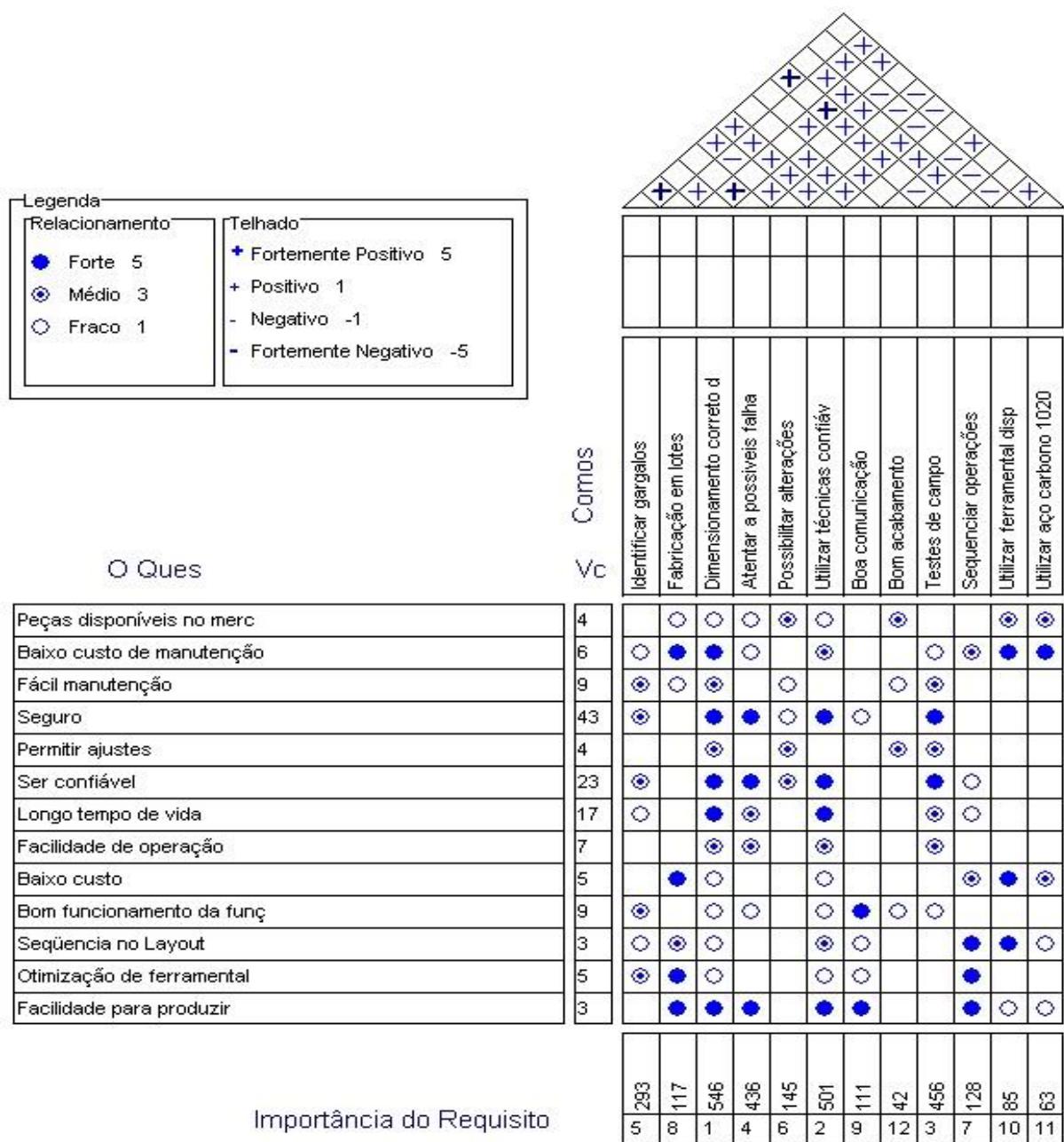


Figura 8: Matriz QFD.

<b>Especificações do projeto</b>	<b>Vi</b>
Dimensionamento correto	546
Utilizar técnicas confiáveis	501
Testes de campo	456
Atentar a possíveis falhas	436
Identificar gargalos	293
Possibilitar alterações	145
Sequenciar operações	128
Fabricação em lotes	117
Boa comunicação	111
Utilizar ferramental disponível	85
Utilizar aço carbono 1020	63
Bom acabamento	42

Quadro 4: Hierarquização das especificações do projeto.

## 4.3 PROJETO CONCITAL

### 4.3.1 Função global

O sistema limitador deve fazer o controle da profundidade de disposição das sementes no sulco, permitindo o ajuste para diferentes profundidades de operação. Devem estar posicionados ligeiramente ao lado e atrás do mecanismo rompedor, visando auxiliar a limpeza, e não permitindo o revolvimento de solo.

O sistema compactador é responsável na abertura e fechamento do sulco de semeadura e pode haver a formação de bolsões de ar. A redução desses bolsões favorece os ambientes térmicos e hídricos e o acondicionamento físico do solo ao redor das sementes. O aumento do contato solo/semente diminui o tempo para a germinação, além de aumentar a sua percentagem.

Também é responsável pelo pressionamento do solo ao redor da semente, restabelecendo o fluxo de água solo-semente.

### 4.3.2 Estrutura funcional

O controle da profundidade de deposição das sementes deve ser feito nas plantadeiras de precisão através de articulação com furos ou entalhes de regulagem. O controle de profundidade é o independente para cada linha da plantadeira. As

rodas de controle, duas em cada linha, devem ser instaladas na semeadora em sistema balancim.

O controle de profundidade de semeadura pode ser grosseiramente realizado pela regulagem da pressão exercida pelas molas, sobre os soladores, através de ajuste do cabeçalho da semeadora, do curso das molas ou da pressão hidráulica sobre as molas. Porém, uma regulagem mais precisa é obtida com uso de rodas limitadoras de profundidade. Estas rodas são acopladas ao mecanismo rompedor responsável pela colocação de sementes no sulco, permitindo o ajuste para diferentes profundidades de operação.

Nas plantadeiras de precisão o controle da compactação sobre as sementes é realizado pela roda ou rodas de controle de profundidade. Uma boa solução para se obter um sistema de compactação satisfatório é utilizar duas rodas compactadoras individuais, com distância e ângulo entre elas ajustáveis.

Deve ter um conjunto de rodas estreitas posicionadas em forma de "V" para pressionar a parede do sulco sobre a semente. O formato das rodas compactadoras deve ser em formato de "V". Pressoram o solo lateralmente, sem ocasionar selamento superficial quando se trabalha com solos com maior teor de água ou quando ocorrem precipitações logo após a semeadura.

Quando as rodas compactadoras são duplas é necessário proceder à regulagem do espaçamento entre elas e o seu ângulo com a direção de deslocamento.

O espaçamento entre as rodas deve ser suficiente para permitir uma faixa não compactada diretamente sobre as sementes, devendo a compactação ser produzida de ambos os lados da linha semeada.

O ângulo das rodas compactadoras com a direção de deslocamento deve ser regulado de forma a se obter a quantidade recomendada de solo sobre as sementes, que é função da profundidade final requerida para as sementes. Quando se deseja aumentar a quantidade de solo jogada sobre as sementes, deve-se aumentar o ângulo de ambas as rodas compactadoras com a direção de deslocamento. Quando estiverem paralelas à direção de deslocamento, haverá somente compactação do solo.

A compactação excessiva, as rodas de controle de profundidade e compactação são construídas em duas secções laterais, deixando um espaço vazio entre estas secções.

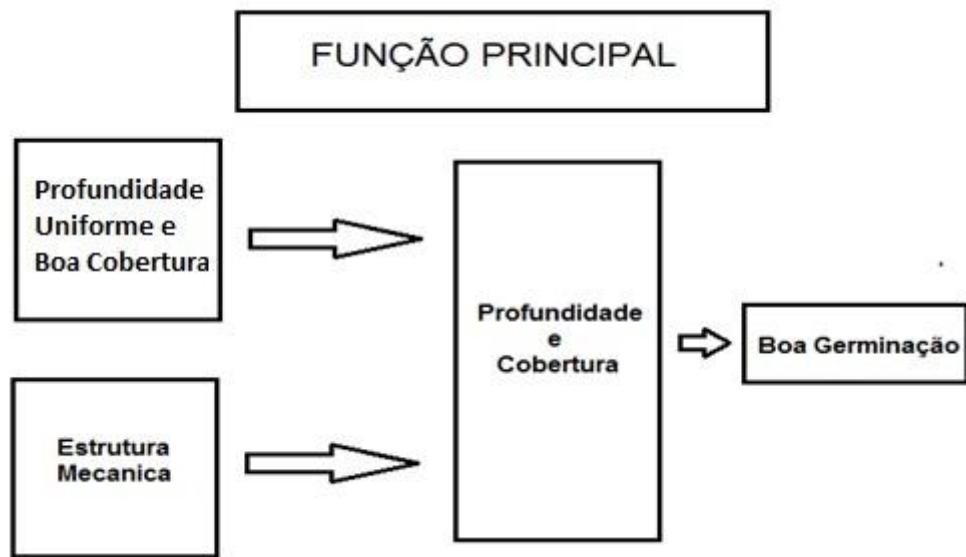


Figura 9: Função global.

A partir da definição da função global do sistema, foi possível desenvolver uma estrutura funcional desdobrada, detalhando todos os subsistemas que estão presentes no sistema global, conforme Figura 9. Já a Figura 10 demonstra o desdobramento da função global do sistema.

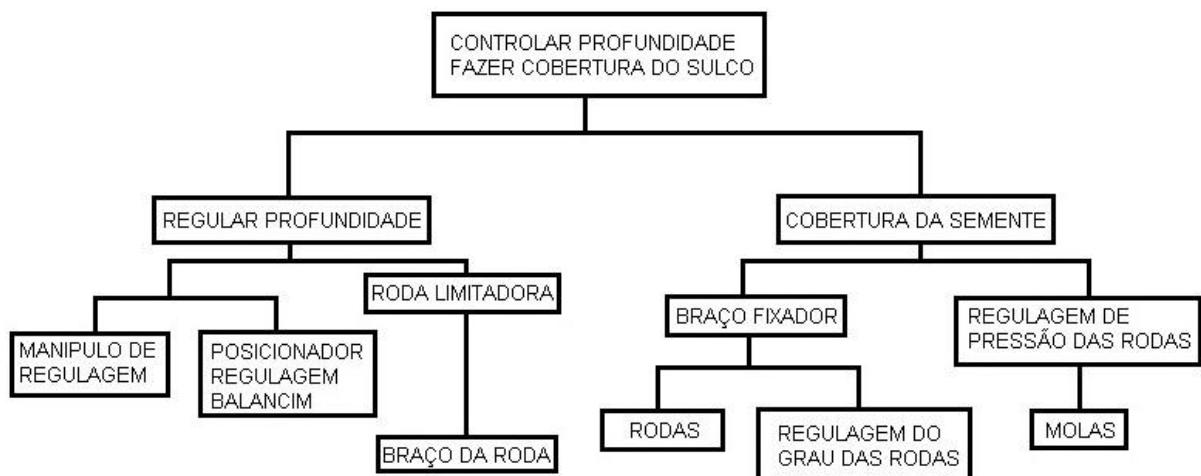


Figura 10: Desdobramento da função global.

#### 4.3.3 Princípios e soluções

Após a etapa de desdobramento da função global em subsistemas, partiu-se para a busca de princípios de solução para cada um dos subsistemas do conjunto.

As buscas foram executadas basicamente em catálogos de fabricantes e pesquisas com pessoas ligadas ao ramo.

Partindo inicialmente das divisões executadas na etapa anterior, buscou-se três princípios de solução para cada subsistema

Função	Princípios de Solução		
Regular Profundidade			
Roda Limitadora			
Braço da Roda			
Posicionador e Regulagem do balancim			
Manipulo de Regulagem			
Cobertura do sulco			
Braço fixador da Roda Compactadora			
Roda Compactadora			
Posicionador de graus da roda			
Regulador de Pressão das molas			
Molas			

Quadro 5: Princípios de solução para cada subsistema.

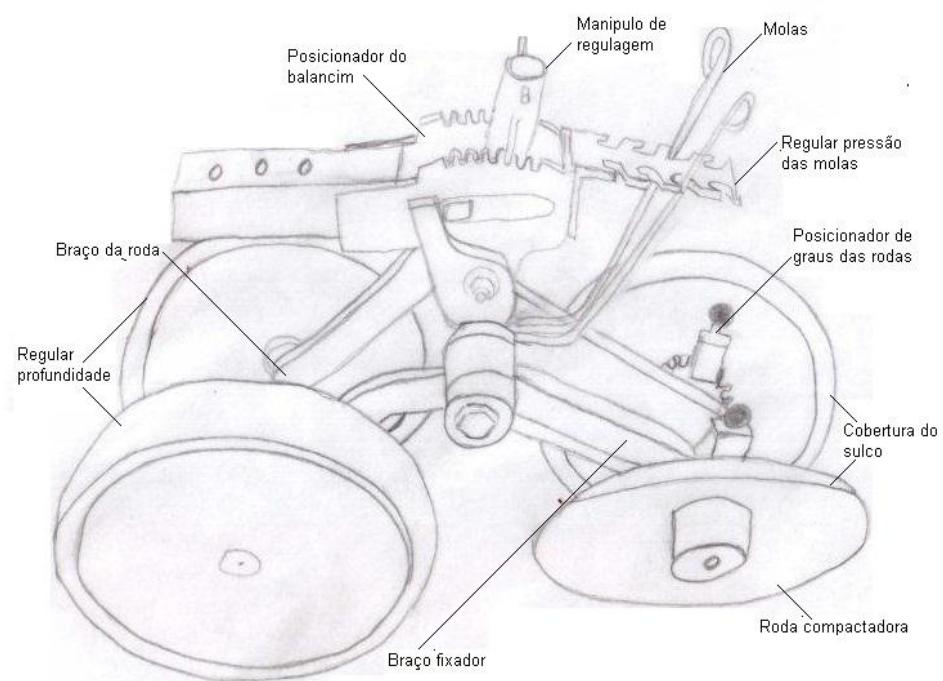


Figura 11: Concepção 1.

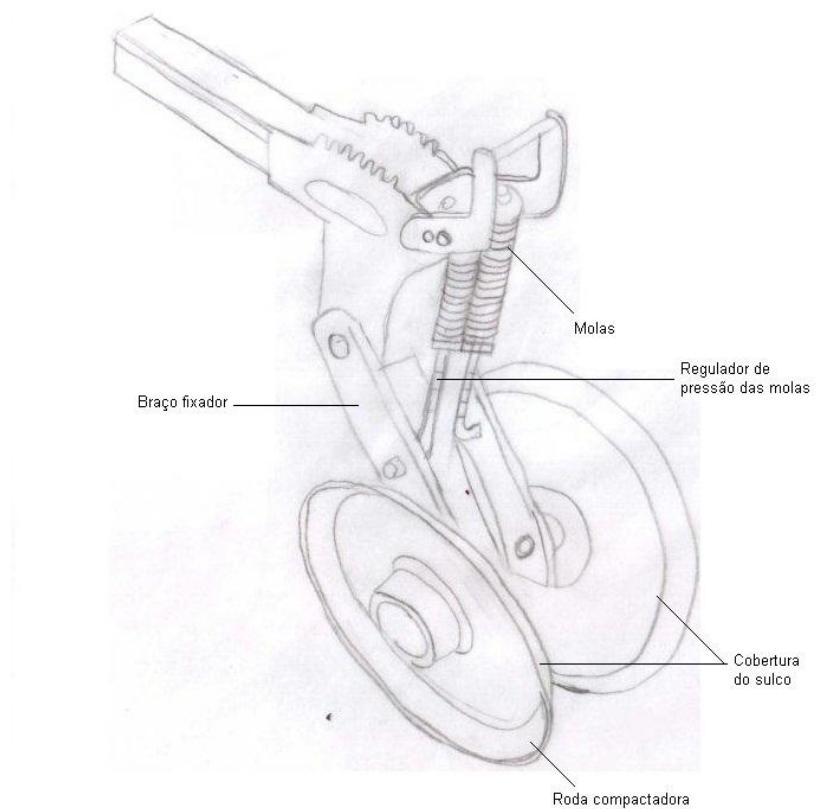


Figura 12: Concepção 2.

#### 4.3.4 Selecionar concepções

<b>Conceito</b>	<b>Viabilidade</b>	<b>Tecnologia</b>	<b>Necessidade</b>
<b>1</b>	Sim	Sim	Sim
<b>2</b>	Sim	Não	Sim

Quadro 6: Análise de concepções.

<b>Req. Projeto</b>	<b>Especificações</b>	<b>Vi</b>	<b>Valor</b>	<b>Concepção 1</b>	<b>Total</b>	<b>Concepção 2</b>	<b>Total</b>
Tempo entre paradas/tempo de paradas	Dimensionamento correto	546	12	5	60	3	36
Vida útil	Utilizar técnicas confiáveis	501	11	5	55	5	55
Altura de material para a cobertura	Testes de campo	456	10	5	50	5	50
Número de situações de risco	Atentar a possíveis falhas	436	9	5	45	5	45
Peças disponíveis no mercado	Identificar gargalos	293	8	5	40	3	24
Número de regulagens	Possibilitar alterações	145	7	5	35	3	21
Tempo de processo	Sequenciar operações	128	6	5	30	5	30
Peças adroniadas	Fabricação em lotes	117	5	5	25	5	25
Tempo de ajuste	Boa comunicação	111	4	5	20	5	20
Especificações das ferramentas disponíveis	Utilizar ferramental disponível	85	3	5	15	5	15
Tolerâncias dimensionais mínimas do projeto	Utilizar aço carbono 1020	63	2	5	10	5	10
Até 50% a mais do custo atual	Bom acabamento	42	1	5	5	5	5
<b>Somatóiro total</b>					<b>390</b>		<b>336</b>

Quadro 7: Avaliação de concepções.

#### 4.3.5 Descrever a concepção

Com base nas duas concepções apresentadas e realizando uma análise em torno dos prós e contras de ambas, foi optado pela concepção 1.

A facilidade de regulagem na pressão das molas foi um dos motivos que pesaram a favor, por prover dessa facilidade auxilia ao operador executar a regulagem, se preciso, rapidamente quando estiver na lavoura.

O posicionador de graus da roda compactadora é outro fator importante, também de fácil regulagem torna o processo de alteração de grau muito simples e rápido.

Neste conjunto todas as regulagem são efetuadas sem necessidade de ferramentas, as rodas limitadoras duplas auto compensadoras apresentam múltiplos recursos de regulagem.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O crescimento econômico da agricultura brasileira fez com que a evolução tecnológica chegasse ao campo, elevando a produtividade e capitalizando o agricultor. Com isso é necessário substituir as máquinas agrícolas obsoletas por outras mais sofisticadas.

Com o desenvolvimento da metodologia de pesquisa e desenvolvimento do produto, foi possível determinar a melhor concepção do sistema compactador limitador da plantadeira. A partir do desenvolvimento da parte informacional do projeto, pôde-se desenvolver cada etapa subsequente da melhor maneira possível, tomando decisões com auxiliar de matrizes e diagramas, que puderam orientar quanto a melhor definição de produto.

A partir do embasamento teórico foi possível tomar conhecimento dos modelos disponíveis atualmente e então fazer uma análise aprofundada de oportunidades de melhorias que pudessem ser implementadas.

Por tratar-se de um produto específico, voltado para plantio, possui média autonomia com regulagem delimitada, sendo eficiente e específico.

Com isso considero o projeto desenvolvido como uma importante fase na reta final do curso de graduação em engenharia mecânica, pois possibilitou utilizar de técnicas antes vistas somente de maneira teórica e aprofundar o conhecimento adquirido durante o curso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D. C. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos:** Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.
- BACK, Nelson. **Metodologia de Projeto de Produtos Industriais.** Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
- CANECHIO FILHO, Vicente. **Administração técnica agrícola.** 8.ed. Campinas: ICEA, 1985.
- CTUR. **Mecanização agrícola: A legislação na questão ambiental.** UFRJ, 2009. Disponível em: <<http://tecnicoagropecuaria.blogspot.com/2009/02/mecanizacao-agricola-legislacao-na-19.html>> acesso em 16 abril/2011.
- FANKHAUSER SA. **Histórico.** Disponível em: <<http://www.fankhauser.com.br/conteudo.php?empresa=true&id=1&lang=>>> acesso em 27 abril/2011.
- FLORES, E. F. **Análise de máquinas agrícolas distribuidoras de fertilizantes segundo requisitos projetuais.** PPGEM/UFSM, 2008. Tese (Doutorado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Maria, 2008.
- FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional.** Florianópolis, 2000. Tese de Doutorado, PPGEM – UFSC.
- FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **A mecanização da agricultura do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: FEE, 1979.
- MANTOVANI, C. A. **Metodologia de projeto de produto.** Faculdade Horizontina 2011. Baseado em REIS, A. V. Desenvolvimento de concepção para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas. Florianópolis. 2003. Tese – PPGEM – UFSC. Trabalho não publicado.
- MERCADO LIVRE. **Plantadeira Antiga.** Decoração. Disponível em: <[http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-148178739-plantadeira-antiga-animal-semeadeira-manual-boigado-\\_JM](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-148178739-plantadeira-antiga-animal-semeadeira-manual-boigado-_JM)> acesso em 28 abril/2011
- NUNES, Rodrigo Alencar; et al. **Grupo de Estudos em Máquinas e Mecanização Agrícola – GEMMA:** Um Agente de Extensão Universitária. Lavras: UFLA, 2009. PDF.
- PORTELA, Jose Antônio. **Semeadoras para Plantio Direto.** Aprenda Fácil Editora, 2001.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos (PMBOk Guide).** Pennsylvania: Project Management Insititute, 2000.

REIS, A. V. **Desenvolvimento de concepção para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas.** Florianópolis. 2003. Tese – PPGEM – UFSC. Trabalho não publicado.

ROMANO, Leonardo Nabaes. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas.** Florianópolis: Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFSC, 2003 (TESE).

SARUGA, Filipe. **Evolução Da Mecanização Agrícola.** 2002. PDF. Disponível em: <[http://www.cna.pt/artigostecnicos/filipesaruga/06%20vtjulho2002\\_filipesaruga.pdf](http://www.cna.pt/artigostecnicos/filipesaruga/06%20vtjulho2002_filipesaruga.pdf)> acesso em 26 abril/2011.

SEMEATO. Disponível em: <<http://www.semeato.com.br/produtos/detalhes/solt?c=334>>. Acesso em: 05 de setembro de 2012.

SHIGLEY, Joseph E, Charles R.Mischke, Richard G. Budynas. **Projeto de engenharia mecânica.** Porto Alegre : Bookman, 2005.

SLACK, Nigel. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1996.

STARA S/A IDÚSTRIA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS. Disponível em: <<http://www.stara.com.br/web/index.php?menu=produtos&sub=menu-products-cat6&id=9&language=ru>>. Acesso em: 20 de setembro de 2012.

VENCE TUDO. Disponível em: <<http://br.viarural.com/agricultura/maquinaria-agricola/vence-tudo/semeadora-adubadora-de-arrasto-premium-17.htm>>. Acesso em: 23 de agosto de 2012.

VÍTOR, Eugénio. **Evolução da Mecanização Agrícola.** 2008. Disponível em: <<http://essencia-existencialista.blogspot.com/2008/11/evolucao-da-mecanizacao-agrcola.html>> acesso em 24 abril/2011.