

JULIANO MAZUTE

**ESTUDO DE MECANISMO DOSADOR DE MANIVAS PARA PLANTADORA
DE MANDIOCA**

Dissertação submetida à Universidade Federal
de Santa Catarina para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Mecânica.
Programa de Pós-Graduação e Pesquisa.

Orientador:
Acires Dias, Dr. Eng.

Co-orientador:
Alberto Kazushi Nagaoka, Dr.

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Mazute, Juliano

Estudo de mecanismo dosador de manivas para
plantadora de mandioca / Juliano Mazute ; orientador,
Acires Dias, Dr. Eng., coorientador, Alberto Kazushi
Nagaoka, Dr. -

Florianópolis, 2014.

160 p.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de pós-
graduação em Engenharia Mecânica.

Inclui referências

1. Engenharia Mecânica. 2. Desenvolvimento de
produtos. 3. Metodologia de projeto. 4. Dosador de manivas.
I. Dias, Acires. II. Nagaoka, Alberto Kazushi. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
graduação em Engenharia Mecânica. IV. Título.

Juliano Mazute

**ESTUDO DE MECANISMO DOSADOR DE MANIVAS PARA
PLANTADORA DE MANDIOCA**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do
Título de Mestre e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica.

Florianópolis, 11 de Março de 2014.

Prof. Armando Albertazzi Gonçalves Jr., Dr. Eng.
Coordenador do curso

Banca Examinadora:

Prof. Acires Dias, Dr. Eng. - Orientador

Prof. Alberto Kazushi Nagaoka, Dr. - Co-orientador

Prof. Nelson Back, PhD.

Prof. Jonny Carlos da Silva, Dr. Eng.

Prof. Emerson Fey, Dr.

*Aos meu pais,
Aos meus irmãos,
Aos meus amigos.*

AGRADECIMENTOS

À Deus que me possibilitou novos aprendizados, amigos e possibilidades de trabalhos e conquistas.

Ao meu irmão Jeferson Antônio Mazute, que sempre me auxiliou e em conversas proveitosas me fez crescer nesse processo. A minha irmã Fabiana Mazute, que junto com minha mãe, sempre se dispuseram a dar aquele abraço e incentivo. Aos meus pais, que sempre me ampararam em momentos difíceis e comemoraram cada avanço nesse processo. Se não fosse com este apoio familiar, seria muito mais difícil.

À UFSC e seus laboratórios, nas pessoas dos inúmeros professores que tive oportunidade de conviver e aprender, além de desfrutar da possibilidade de grandes amizades.

À Capes, ao PosMEC e a EPAGRI, pela oportunidade conferida em realizar uma pós-graduação de alta qualidade além do financiamento do projeto de pesquisa.

Aos amigos que me ampararam a esta escolha e aos amigos que me auxiliaram e me guiaram para esta conquista. Aos meus grandes amigos Marcos Oro (Jesus), Henrique Rodrigues, Luiz Carlos Pinage, Geovani Bresolin, Rodrigo Bastos, Lucas Novelino Abdala, Fabiola Reinert, Steale Cristina, Simone Mazzutti, entre outros, que sempre estiveram juntos em todas as jornadas e aventuras, além de me suportarem em todos os aspectos.

Aos meus orientadores, Acires Dias e Alberto Nagaoka, que mais do que me ensinar técnicas e engenharia, me ensinaram a ser uma pessoa melhor, tanto tecnicamente quanto como pessoa.

Ao Roberto Andrade, técnico do NeDIP, que sem sua ajuda e empenho este trabalho não sairia do papel. Aos meus amigos Henrique Belani, Marilda Nagaoka, Fernando Bauer e Enilto Neubert, que com sua ajuda foi possível a elaboração de artigos deste trabalho.

“Não basta ensinar ao homem uma especialidade, porque se tornará assim uma máquina utilizável e não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Este trabalho foi focado na aplicação e na adequação da metodologia PRODIP para o desenvolvimento do Mecanismo Dosador para Plantio de Mandioca. O Mecanismo Dosador é um equipamento importante para a tecnificação da atividade de plantio do órgão de propagação (maniva) da cultura da mandioca, do ponto de vista da automação do processo, da diminuição do esforço humano na atividade, da precisão do plantio, do aumento da produtividade da área plantada e da diminuição dos custos de produção. O Mecanismo dosador é o “coração” da máquina de plantio. Para suprir as necessidades identificadas, estudou-se os métodos para o desenvolvimento do produto, em cada uma de suas fases, cujos requisitos do consumidor e do projeto, fundamentaram-se na pesquisa primária de “avaliação das características físicas das manivas para desenvolvimento de mecanismos dosadores”, e de “identificação de atributos que influenciam na aquisição de uma plantadora de mandioca” e na pesquisa secundária feita na literatura técnica requerida para o desenvolvimento do projeto. Este trabalho apresenta todas as fases do desenvolvimento do dosador, incluindo construção e testes de protótipo. O processo de avaliação do protótipo foi executado de forma semiestruturada por especialistas de projeto e de máquinas de plantio, em nível de laboratório. Os ensaios indicaram que a decisão em modularizar o desenvolvimento do protótipo foi consistente, dado que permitiu analisar cada um dos módulos separadamente. O acoplamento do protótipo ao sistema de motorização/redução funcionou, simulando a condução a partir da roda compactadora do sistema de plantio. Os módulos de armazenamento e do tubo condutor ao solo proporcionaram resultados positivos e os módulos de individualização e condução da maniva para o tubo condutor apresentaram problemas com a danificação das manivas. Para o conceito modelado, o custo ficou dentro do esperado pelos requisitos dos usuários.

Palavras chaves: Metodologia de projeto, desenvolvimento de produto, Mecanismo dosador, Plantio, Manivas.

ABSTRACT

This work is focused in the application and adaptation of PRODIP methodology for the development of a stake metering mechanism. The metering mechanism is an important equipment for technification activity of organ propagation (stake), from the point of view of process automation, reduction of human effort, accuracy of planting, increase of productivity, increase of acreage and reduce of production costs. The metering mechanism is the core of the planter machine. To support the identified needs, methods for product development were studied, and in all phases of the method applied were based on primary research concerning "evaluation of the physical stake characteristics to develop metering mechanisms", and "identification of attributes that influence the acquisition of a cassava planter" and secondary research were done in the technical literature of project development. This study presents all the stages of development of the metering mechanism, including construction and prototype testing. The prototype evaluation process was performed in a semi-structured way by design and planter machines specialists, only in the laboratory level. Many problems occurred and modifications have been implemented, even during rehearsals. The tests indicated that the decision to modularize the prototype development was consistent, given that it allowed analyzing each module separately. The prototype coupling to the electric motor /reduction system worked, simulating the conduction from the compactor wheel of the planting system. The storage modules and the driver tube to the ground have given positive results and the modules for individualization and conduction of stake to the driver tube had problems with damage to the stake. For the modeled concept, the cost was as expected by user requests.

Keywords: Design methodology, product development, metering mechanism, planting, cassava, stake.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Evolução da produção mundial da mandioca.....	5
Figura 1.2 – Quantidade de mandioca produzida por região do Brasil.....	6
Figura 2.1 – Macrofases, fases e saídas do modelo de referência..	11
Figura 2.2 – Sequência de atividades de planejamento e para a projeção do mecanismo dosador de manivas.....	12
Figura 2.3 – Fluxograma da fase de planejamento do projeto.....	13
Figura 2.4 – Transformação das informações dentro do projeto informacional do processo de projeto.....	14
Figura 2.5 – Ciclo de vida do produto.....	15
Figura 2.6 – Fluxograma da fase de projeto conceitual.....	16
Figura 2.7 – Combinação de princípios de solução para desenvolvimento da função global de uma coheitadora de batatas.	17
Figura 2.8 – Fluxograma da fase de projeto preliminar.....	18
Figura 2.9 – Fluxograma da fase de projeto detalhado.....	19
Figura 3.1 – Itinerários técnicos para a operação de plantio em diversos países no mundo.....	22
Figura 3.2 – Posição de colocação das manivas no plantio.....	25
Figura 3.3 – Patente de máquina de semear.....	26
Figura 3.4 – Transplantadora de mudas para pequenas propriedades.....	27
Figura 3.5 – Distribuição das manivas no sulco.....	27
Figura 3.6 – Plantadora semiautomática de manivas.....	29
Figura 3.7 a) – Dosador do transplanto de mudas.....	30
Figura 3.7 b) – Transplantadora de mudas Holandesa.....	30
Figura 4.1 – Fase de planejamento do projeto da metodologia utilizada.....	31
Figura 5.1 – Sequência de ações do projeto informacional.....	37
Figura 5.2 – Classificação de tipos de projeto.....	38
Figura 5.3 – Espiral do desenvolvimento.....	39
Figura 6.1 – Sequência metodologia da fase de projeto conceitual	57
Figura 6.2 – Função global do mecanismo dosador de manivas....	59
Figura 6.3 – Desdobramento das subfunções do mecanismo dosador de manivas.....	60
Figura 6.4 – Estrutura funcional E _{2,1} : Dosar manivas já preparadas para plantio (Estrutura selecionada).....	62
Figura 6.5 – Posições de referências para efetuar as medidas das	71

manivas dos cultivares utilizados.....	
Figura 6.6 – Conceção C-01 do mecanismo dosador.....	76
Figura 6.7 – Conceção C-02 do mecanismo dosador.....	77
Figura 6.8 – Conceção C-03 do mecanismo dosador.....	78
Figura 6.9 – Conceção C-04 do mecanismo dosador.....	79
Figura 6.10 – Conceção C-05 do mecanismo dosador.....	80
Figura 6.11 – Conceção C-06 do mecanismo dosador.....	81
Figura 6.12 – Constituição da concepção do mecanismo dosador selecionada.....	85
Figura 6.13 – Queda da maniva individualizada.....	85
Figura 7.1 – Sequência metodológica da fase de projeto preliminar.....	88
Figura 7.2 – Sistema de armazenagem.....	90
Figura 7.3 – Sistema de redução de manivas.....	91
Figura 7.4 – Individualizador de manivas.....	92
Figura 7.5 – Sistema de condução de manivas.....	93
Figura 7.6 – Condutor de manivas.....	94
Figura 7.7 – Mecanismo dosador de manivas fabricado.....	95
Figura 7.8 – Motor elétrico acoplado a redutor de velocidade.....	96
Figura C.1 – Função global dos equipamentos existentes.....	123
Figura C.2 – Subfunções dos mecanismos dosadores existentes...	123
Figura C.3 – Conceção com alimentação por gravidade.....	124
Figura C.4 – Conceção com plantio sistema cavadeira.....	125
Figura C.5 – Sistema de plantio cavadeira.....	125
Figura C.6 – Mecanismo dosador com sistema dedos preensores.	126
Figura C.7 – Conceção plantadora automática para batata.....	127
Figura C.8 – Conceção de plantadora alimentação manual e corte rama por sistema tipo guilhotina.....	128
Figura C.9 – Conceção de corte de rama linear com serras circulares.....	128
Figura C.10 – Conceção de corte de rama angularmente com serras circulares.....	129
Figura C.11 – Conceção de mecanismo dosador que executar corte da rama durante o processo e seleção da maniva que será plantada.....	130
Figura D.1 - IDEFØ do processo de Dosar maniva.....	135
Figura D.2 - IDEFØ de mecanismo dosador de ramas.....	136
Figura D.3 - IDEFØ de mecanismo dosador de ramas.....	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Classificação social dos tipos de produtores rurais em Santa Catarina.....	23
Tabela 3.2 – Cenário mundial da produção da mandioca.....	25
Tabela 3.3 – Distribuição das fontes de potência nas propriedades em SC.....	28
Tabela 6.1 – Escalas recomendadas por Ulman (1997).....	68
Tabela 6.2 – Caracterização física das manivas: seis cultivares....	73
Tabela 7.1 – Custo do desenvolvimento do protótipo.....	97
Tabela B.1 – Avaliação de máquinas disponíveis no mercado.....	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1 – Categorias de informações na fase de projeto informacional.....	40
Quadro 5.2 – Clientes por fase do ciclo de vida.....	41
Quadro 5.3 – Lista das necessidades dos clientes do projeto.....	42
Quadro 5.4 – Requisitos dos clientes do projeto.....	45
Quadro 5.5 – Requisitos de projeto.....	49
Quadro 5.6 – Lista de especificações do projeto do mecanismo dosador de manivas.....	50
Quadro 5.7 – Lista de especificações do projeto do mecanismo dosador de manivas.....	54
Quadro 6.1 – Lista de funções das estruturas funcionais do mecanismo dosador de manivas.....	64
Quadro 6.2 – Matriz de Pugh simplificada do quadro de requisitos de usuário para seleção da estrutura funcional do mecanismo dosador de manivas.....	69
Quadro 6.3 – Matriz de pugh simplificada do quadro de requisitos de usuário para seleção da concepção.....	83
Quadro 7.1 – Lista de objetivos das identificações.....	89
Quadro 7.2 – Avaliação da função armazenar manivas.....	98
Quadro 7.3 – Avaliação da função acionar mecanismos.....	98
Quadro 7.4 – Avaliação da função controlar fluxo de manivas....	99
Quadro 7.5 – Avaliação da função reduzir número de manivas....	100
Quadro 7.6 – Avaliação da função orientar posição.....	102
Quadro 7.7 – Avaliação da função individualizar manivas.....	103
Quadro 7.8 – Avaliação da função transportar manivas.....	105
Quadro 7.9 – Avaliação da função ejetar maniva.....	106
Quadro 7.10 – Avaliação da função receber maniva.....	106
Quadro 7.11 – Avaliação da função transportar maniva.....	107
Quadro 7.12 – Avaliação da função monitorar dosagem.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- D-01** – Carta descritiva do projeto;
- D-02** – Plano de projeto;
- D-03** – Lista de Especificações de Projeto;
- D-04** – Concepções alternativas;
- D-05** – Concepção detalhada;
- D-06** – Testes do protótipo;
- D1** - Questionário;
- D2** –Quadro de avaliação;
- D3** – Quadro de especificações de projeto;
- D4** – Modelo Jansson;
- D5** – Conversão Fonseca;
- F1** – Síntese funcional;
- F2** – Diagrama de Mudge;
- F3** – Matriz da casa da qualidade (QFD);
- F4** – Matriz de ROTH;
- F5** – Matriz de conversão de requisitos de usuários em requisitos de projeto;
- F6** – Matriz de decisão (Pugh);
- F7** – Brainstorming;
- F8** – Matriz Morfológica;
- F9** – CAD;
- F10** – BOM (Lista de materiais);
- F11** – Consulta a fornecedores;
- F13**– IDEF0 (modelagem do processo);
- P1** – Pesquisa bibliográfica;
- P2** - Análise de sistemas similares;
- P3** – Consulta a especialistas;
- S1** - Simulação de uso;
- SSC** – Sistemas, Subsistemas e Componentes;
- IFRPRI** – Sigla em Inglês para Instituto Internacional de Pesquisa de Políticas Alimentares.
- NEDIP** – Núcleo de desenvolvimento integrado de produtos, Universidade federal de Santa Catarina.
- EPAGRI** -é o órgão oficial de Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária do Estado de Santa Catarina. Está Vinculada à Secretaria de Estado da Agricultura e Política Rural e tem sua sede administrativa nas margens da Rodovia Admar Gonzaga, na cidade de Florianópolis.

EEU – Extensão experimental de Urussanga.

CIAT – Centro internacional de agricultura tropical.

EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuária.

UFSC – Universidade federal de Santa Catarina (campus Florianópolis).

IAC – Instituto de agrônomo de Campinas.

IB – Instituto biológico de São Paulo.

IFC – Instituto federal catarinense (Sombrio).

UA – Universidade de Aveiro, Portugal.

UENP – Universidade do norte do Paraná (campus Cornélio Procópio).

Unioeste – Universidade do oeste do Paraná (campus Cascavel e Marechal Cândido Rondon).

CCA – Centro de Ciências Agrárias, UFSC.

PPGEP – Programa de pós-graduação em engenharia de produção.

POSMEC – Programa de pós-graduação em engenharia mecânica.

PRODIP – Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos.

QFD – Sigla do inglês (Quantityfunctiondeployment) para método da casa da qualidade.

PUGH – Método de triagem de concepções.

CAD – Sigla do inglês (*Computer-aided design*) para desenho assistido por computador.

Fazenda da Ressacada – área de experimentos do CCA.

SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE TABELAS.....	xvii
LISTA DE QUADROS.....	xviii
LISTA DE ABREVIACÕES.....	xix
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Problemática da mecanização no plantio da mandioca em pequenas propriedades.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo geral.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Contribuições e justificativa.....	3
1.3.1 Contribuições.....	3
1.3.2 Justificativa do trabalho.....	4
1.4 Divisão e organização da dissertação.....	7
2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO..	9
2.1 Contextualização de projeto.....	9
2.2 Processo de desenvolvimento de produto.....	10
2.3 Planejamento do projeto.....	12
2.4 Projeto informacional.....	13
2.5 Projeto conceitual.....	15
2.6 Projeto preliminar.....	17
2.7 Projeto detalhado.....	18
2.8 Comentários do capítulo.....	19
3 CONTEXTO DA AGRICULTURA E MÁQUINAS DE PLANTIO.....	21
3.1 Aspectos gerais da agricultura brasileira e mundial.....	22
3.2 A cultura da mandioca.....	24
3.3 Mecanização do plantio.....	26
3.4 Fontes de potência utilizadas pelos agricultores de pequenas propriedades rurais.....	27
3.5 Máquinas de plantio de mandioca.....	28
3.6 Comentários do capítulo.....	30
4 PLANEJAMENTO DO PROJETO.....	31
4.1 Etapa 1.1 – Partes envolvidas no projeto.....	32
4.1.1 Identificação dos clientes diretos do projeto.....	32
4.1.2 Identificação dos clientes indiretos do projeto.....	32

4.1.3 Identificação dos colaboradores no projeto.....	33
4.1.4 Identificação dos fornecedores ou fabricantes.....	33
4.2 Etapa 1.2 – Escopo do projeto.....	33
4.2.1 Descrição do produto a ser desenvolvido e sua justificativa.....	33
4.2.2 Características ou atributos primários.....	34
4.2.3 Primeira avaliação de máquinas disponíveis no mercado.....	34
4.3 Comentários do capítulo.....	34
5 PROJETO INFORMACIONAL.....	36
5.1 Etapa 2.1 – Pesquisar informações sobre o tema do projeto....	36
5.1.1 Classificar tipo de produto e tipo de projeto.....	37
5.1.2 Estabelecer ciclo de vida do produto.....	38
5.1.3 Pesquisar por informações técnicas.....	39
5.2 Etapa 2.2 – Identificar necessidades dos clientes do projeto..	40
5.2.1 Definir clientes do projeto ao longo do ciclo de vida.....	40
5.2.2 Levantar necessidades dos clientes.....	41
5.3 Etapa 2.3 – Estabelecer requisitos dos clientes.....	44
5.3.1 Conversão das necessidades dos clientes em requisitos dos clientes.....	45
5.4 Etapa 2.4 – Estabelecer requisitos do projeto.....	48
5.4.1 Conversão dos requisitos dos clientes em requisitos de projeto.....	48
5.5 Etapa 2.5 – Estabelecer especificações do projeto.....	50
5.5.1 Quadro de especificações do projeto.....	50
5.5.2 Hierarquizar as especificações do projeto.....	54
5.6 Comentários do capítulo.....	55
6 PROJETO CONCEITUAL.....	57
6.1 Etapa 3.1 – Estabelecer estrutura funcional.....	58
6.1.1 Estabelecer função global do produto.....	58
6.1.2 Estabelecer estruturas funcionais alternativas.....	60
6.1.3 Selecionar estrutura funcional.....	68
6.2 Etapa 3.2 – Princípios de solução.....	74
6.1.2 Método de busca de soluções.....	74
6.3 Etapa 3.3 – Gerar possíveis concepções.....	75
6.3.1 Combinação dos princípios de solução.....	75
6.4 Etapa 3.4 – Selecionar combinações.....	81
6.4.1 Método de seleção de combinações.....	82
6.5 Etapa 3.5 – Evoluir a concepção.....	84
6.5.1 Detalhe da concepção selecionada.....	84
6.6 Comentários do capítulo.....	86
7 PROJETO PRELIMINAR.....	87
7.1 Etapa 4.1 – Definir estrutura do produto.....	88

7.1.1 Identificar sistemas, subsistemas e componentes.....	89
7.1.2 Desenhos de leiautes preliminares.....	94
7.2 Etapa 4.2 – Desenvolver protótipo.....	94
7.2.1 Fabricação dos componentes.....	94
7.2.2 Montagem dos componentes e conjuntos.....	95
7.3 Etapa 4.3 – Testes.....	97
7.3.1 Execução dos testes.....	97
7.3.2 Descrição e avaliação dos princípios de solução.....	97
7.4 Comentários do capítulo.....	107
8 CONCLUSÃO	109
8.1 Resultados e contribuições.....	109
8.2 Recomendações para trabalhos futuros.....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
APÊNDICE	118
Apêndice A – Carta descritiva do projeto (D-01).....	118
Apêndice B – Plano de projeto (D-02).....	119
Apêndice C – Pesquisa por informações técnicas e mercado.....	123
Apêndice D – Identificação do processo de plantio IDEFØ.....	135
Apêndice E – Questionário.....	139
Apêndice F – Resumo de respostas da pesquisa.....	143
Apêndice G – Matriz de ROTH: Identificação das necessidades dos clientes.....	149
Apêndice H – Matriz QFD (casa da qualidade).....	155
Apêndice I – Estrutura funcional.....	161
Apêndice J – Avaliação das características físicas de maniva para desenvolvimento de dosadores (Artigo).....	164
Apêndice K – Princípios de solução: Matriz Morfológica.....	171
Apêndice L – Concepções alternativas.....	177
Apêndice M – Identificação de atributos que influenciam na aquisição de uma plantadora de mandioca (Manihot esculenta Crantz) Artigo.....	189
Apêndice N – Relatório de testes.....	197
Apêndice O – Desenhos técnicos.....	200
Apêndice P – Certificado de prêmio em congresso.....	255
Apêndice Q – Projetos auxiliados.....	256
Apêndice R – Descritivo da concepção selecionada.....	262

1.1. PROBLEMÁTICA DA MECANIZAÇÃO NO PLANTIO DA MANDIOCA EM PEQUENAS PROPRIEDADES

Dados do Censo de 2000 registraram que 33.997.406 de pessoas viviam no meio rural no Brasil, representando 21,6% da população. Já no Censo de 2010 foram registradas 29.852.986 pessoas, o que então representa 15,85% da população. Estes números identificam a redução da população nas propriedades rurais (IBGE, 2011).

Estes dados ganham intensidade se analisarmos estatísticas do IFRPRI (2010) que mostram que 925 milhões de pessoas no mundo não têm o que comer. Dos 122 países incluídos no estudo, 25 têm níveis considerados “alarmantes” de fome, e quatro nações da África registram números “extremamente alarmantes”. Por isto há grande relevância em tornarmos os equipamentos cada vez mais eficientes e de baixo custo operacional na produção de alimentos.

No cenário nacional, Agra (2000) afirma que a modernização da agricultura é excludente e parcial. Conforme Arend (2003) a mecanização agrícola busca um melhor retorno financeiro e ambiental, mas em pequenas propriedades é defasada tecnologicamente.

Todos os sistemas de cultivo irão gerar, além do retorno financeiro para o agricultor, consequências benéficas e maléficas ao meio ambiente. Com o intuito de minimizar as consequências ao meio ambiente, Weiss (1998) descreve o plantio direto como um bom sistema, pois o preparo do solo é mínimo.

A operação é realizada com atenção à conservação do solo, que se mantém completamente coberto com espécies ou resíduos culturais. Mazetto (2000) cita vantagens encontradas neste sistema de plantio, tais como as reduções no uso de mão de obra, da erosão pluvial do solo e da compactação subsuperficial do solo, além do melhor aproveitamento da época preferencial de cultivo.

Em relação ao cultivo da mandioca, a EPAGRI (2011) relata que no cenário nacional, estima-se a geração de mais de um milhão de empregos diretos, considerando-se apenas a fase de produção primária e o processamento de farinha e fécula. Ferreira (2007) cita que 84% da produção nacional da mandioca ocorre por meio da agricultura familiar. Na maioria dos países localizados em regiões tropicais, a mandioca é cultivada em pequenas propriedades, no entanto, em certos países (como o México, Brasil e Nigéria), grandes plantações foram iniciadas, o que

gerou interesse crescente pela mecanização do processo de plantio desta cultura. O grau de mecanização depende da extensão da área cultivável, mão de obra disponível e da legislação trabalhista vigente sobre o uso do trabalho manual.

Sabe-se que no Brasil, há carência de indústrias que produzam máquinas plantadoras de mandioca para tração animal e microtratores, o que limita a mecanização do plantio direto apenas aos produtores de médio e grande porte (PEQUENO *et al.*, 2007).

Além disso, as plantadoras de mandioca adaptadas ao sistema de plantio direto, disponíveis comercialmente, apresentam sérias limitações tecnológicas quanto à capacidade de penetração no solo para fazer o sulco de plantio (FEY, 2009). A operação de plantio da mandioca em pequenas propriedades é, geralmente, efetuada manualmente, em covas preparadas com enxadas ou em sulcos abertos e fechados com equipamentos por tração animal (ALONÇO, 2009), operações que demandam tempo e significativo desgaste físico.

Mialhe (2012) que trabalha com desenvolvimento de máquinas agrícolas, aponta que os problemas de plantio estão centrados em duas dimensões: a dosagem e a incorporação no solo. Este fato, como já apontado, é também existente para o caso do plantio de mandioca.

Nesta dissertação, o trabalho de pesquisa se concentra nos equipamentos de dosagem, por serem considerados fundamentais para a mecanização do plantio de mandioca.

Atualmente, as necessidades dos agricultores de pequenas propriedades não são atendidos pelos fabricantes de equipamentos. Para atender e viabilizar soluções de tecnologia, realizou-se uma pesquisa inicial com o intuito de coletar a opinião dos usuários e propor concepções para desenvolver um protótipo de dosador de manivas.

As soluções desenvolvidas seguem um processo sistematizado de desenvolvimento de produtos. A concepção é transformada em protótipo e ensaiada em laboratório, com todos os resultados devidamente descritos. Com o protótipo da concepção testada, se pode gerar variações do sistema técnico da concepção.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral desta dissertação consiste em desenvolver e testar, a partir de métodos estruturados de desenvolvimento de produtos, concepção de mecanismo dosador de manivas para operar em máquina

de plantio direto de mandioca, adequada à realidade das pequenas propriedades agrícolas.

1.2.2. Objetivos específicos

- Aplicar o conhecimento de metodologia de projeto para estruturar o processo de projeto para a inovação em máquinas agrícolas;
- Estudar e caracterizar as manivas para os principais cultivares de mandioca;
- Identificar e organizar as necessidades e requisitos demandados nas pequenas propriedades agrícolas quanto a máquinas de plantio direto, tendo como referência o Estado de Santa Catarina, que foi escolhido pela facilidade de acesso e por possuir grande diversidade de atividades agrícolas;
- Construir a solução de concepção do mecanismo dosador e propor variações do mecanismo dosador e adaptações a uma máquina de plantio;
- Fazer os ensaios do dosador e avaliar o projeto proposto;
- Propor soluções a partir do teste do dosador, para o projeto detalhado e processo de fabricação.

1.3 CONTRIBUIÇÕES E JUSTIFICATIVA

1.3.1 CONTRIBUIÇÕES

O engenheiro de projetos atua em uma posição relevante e responsável, necessitando de procedimentos que sejam possíveis de planejar, flexibilizar, otimizar e verificar, para assim gerar boas soluções. Com tais auxílios metodológicos é possível intensificar a capacidade de produção e invenção (PAHL, BEITZ, *et al.*, 2011).

Este trabalho tem como principal contribuição melhorar o estudo e aplicação da metodologia nas empresas que queiram ou estejam utilizando a metodologia no desenvolvimento de produtos.

Elaborou-se todos os passos do desenvolvimento, desde o planejamento do projeto até o projeto preliminar, que se conclui com a avaliação do protótipo.

A contribuição para os usuários da plantadora é a existência de um estudo de produto compatível com suas necessidades. Já para a academia e para os desenvolvedores de produtos, é a exemplificação do uso da metodologia, com sugestões e adaptações que ocorreram no desenvolvimento deste trabalho.

1.3.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Pesquisas realizadas pela Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade de São Paulo, apontam que até a década de 80, quase a totalidade da indústria nacional de máquinas agrícolas se encontrava em estágio tecnológico bastante primitivo. O desenvolvimento do produto ocorria empiricamente, na base *trials and erros*, fazendo grosseiras adaptações em cópias de máquinas importadas ou ainda reforçando estruturalmente antigas máquinas de tração animal (MIALHE, 2012).

O despertar do setor de máquinas agrícolas aconteceu de 1982-85, com visitas em grandes exposições de máquinas agrícolas na Europa e Estados Unidos. Este despertar incorporou aprimoramentos e inovações tecnológicas na crescente demanda do mercado de máquinas de plantio direto (MIALHE, 2012).

Segundo Carrafa (2002) o processo de inovação e aprimoramento não chegou aos nichos de mercado específicos, caso de máquinas e implementos para a agricultura familiar, devido a maioria destas companhias desenvolvedoras de maquinário agrícola serem formadas por empresas multinacionais que trabalham com produtos destinados à produção em grande escala e com foco no grande produtor. Além disto, Mialhe (2012) cita a falta de política governamental específica.

Assim, a maioria das máquinas de plantio de mandioca disponíveis no mercado, não é adequada aos pequenos produtores agrícolas, devido ao alto custo de aquisição e ao porte da máquina. Esses agricultores então, deixam de ser competitivos perante aos grandes produtores, induzindo-os ao êxodo rural, por consequência, causando outros problemas sociais.

Neste trabalho o produto é focado a atender produtores que utilizam tratores com potência entre 9 e 15 cv. As máquinas disponíveis no mercado com uma linha de plantio de manivas, demandam aproximadamente 40 cv, o que implica na necessidade de um projeto simplificado que deve efetuar a operação do plantio com apenas 25% da potência usualmente utilizada, isto determina que a configuração do projeto também possua apenas uma linha de plantio.

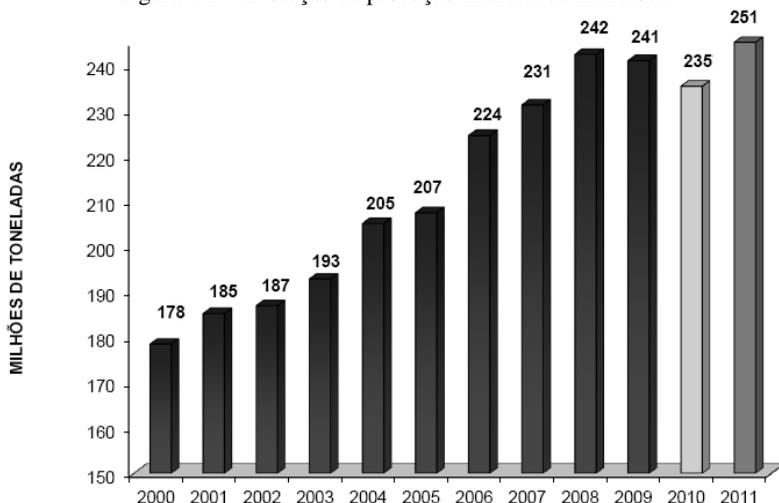
A concepção do mecanismo dosador para distribuição de manivas, se origina de funções presentes em mecanismos de dosagem para sementes graúdas e miúdas, além de abranger funções encontradas em dosadores de transplantio. Tais informações estão disponibilizadas no capítulo de projeto conceitual.

A importância do cultivo da mandioca nos dias atuais é notada com a evolução na produção em âmbito mundial, representada pela

Figura 1.1. Tais dados explicitam um aumento de 73 milhões de toneladas produzidas em 11 anos.

Ainda segundo CONAB (2012), a China anunciou que passará a utilizar a mandioca para a produção de etanol, que é produzido atualmente a partir de milho, onde as usinas terão um prazo de cinco anos para se adequarem. Em países como China e Tailândia se projeta forte incremento do uso da mandioca na produção de plásticos biodegradáveis, além de novos usos no setor têxtil, alimentício, entre outros.

Figura 1.1 – Evolução da produção mundial da mandioca.



Fonte: CONAB, (2012)

No Estado proponente de estudo, Santa Catarina, segundo o (IBGE, 2008), a maior área produtora está localizada na região oeste, ilustrada na Figura 1.2, tal produção tem declinado continuamente nos últimos três anos, cita-se como motivo principal a baixa competitividade financeira desta agricultura para os pequenos produtores. Apesar do estado de Santa Catarina ser reconhecido como “berço da industrialização da mandioca” no país, o deslocamento dos volumes de produção desta raiz para outros estados foi aos poucos relegado a um plano secundário no cenário nacional (EPAGRI, 2012).

Figura 1.2 - Quantidade de mandioca produzida por região do Brasil.



Fonte: IBGE, (2008)

A necessidade de se desenvolver um dosador foi demandada por um projeto mais amplo, aprovado em nível federal e estadual (pelas instituições: EPAGRI, EEUr¹, CIAT², EMBRAPA³, UFSC⁴, IAC⁵, IB⁶, IFC⁷, UA⁸, UENP⁹, Unioeste¹⁰), com o tema de criação de redes que envolvam pesquisas, desenvolvimento, inovação e transferências de tecnologias e temas estratégicos bem fundamentados e de abrangência nacional, com financiamento FINEP aproximado de R\$ 1.000.000,00. Sendo que a etapa onde está vinculado o projeto (desenvolvimento e avaliação de plantadora de mandioca para trator de rabiças no sistema de plantio direto) está sendo desenvolvido pela UFSC com os laboratórios do NeDIP e CCA¹¹, além da colaboração, como facilitador da integração com os agricultores e testes realizados com plantadoras comerciais na EPAGRI, através da EEUr.

O desenvolvimento e avaliação da máquina plantadora de mandioca, adequada ao sistema de plantio direto, foi aprovado em

¹ EEUr – Estação experimental de Urussanga.

² CIAT – Centro internacional de agricultura tropical.

³ EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuária.

⁴ UFSC – Universidade federal de Santa Catarina (campus Florianópolis).

⁵ IAC – Instituto agrônomo de Campinas.

⁶ IB – Instituto biológico de São Paulo.

⁷ IFC – Instituto federal catarinense (Sombrio).

⁸ UA – Universidade de Aveiro, Portugal.

⁹ UENP – Universidade do norte do Paraná (campus Cornélio Procopio).

¹⁰ Unioeste – Universidade do oeste do Paraná (campus Cascavel e Marechal Cândido Rondon).

¹¹ CCA – Centro de Ciências Agrárias, UFSC.

Agosto de 2010, com uma equipe multidisciplinar trabalhando no mesmo.

1.4 DIVISÃO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está dividida em 8 capítulos. No primeiro capítulo procurou-se mostrar a natureza e a importância desta dissertação, que se encontra apresentada sucintamente no cenário das pequenas propriedades agrícolas do Brasil e principalmente do estado de Santa Catarina, que a maioria da produção agrícola é nesta forma. Para a mandiocultura, este trabalho traz um avanço na mecanização do plantio, porque o mecanismo dosador é considerado o “coração da máquina”.

No capítulo 2 foi realizado uma revisão referente à metodologia adotada para desenvolvimento de produtos, este é o modelo de referência criado pelo NeDIP. Esta metodologia é dividida em três macrofases: planejamento, projeção e implementação. Nesta dissertação trabalhou-se na fase de planejamento de projeto, referente a macrofase de planejamento e na macrofase de projeção, as três fases: projeto informacional, projeto conceitual e projeto preliminar, apresentadas nos capítulos subsequentes.

O capítulo 3 apresenta uma revisão bibliográfica das principais máquinas oferecidas para o plantio da mandioca, bem como os mecanismos dosadores, que hoje são oferecidos para os clientes que cultivam esta raiz.

No capítulo 4 é apresentada a fase de planejamento do projeto, que têm por objetivo a geração do plano de projeto, tornando o projeto viável para iniciar a macrofase da projeção, e obtendo os primeiros dados de máquinas com o mesmo intuito do trabalho.

No capítulo 5 é apresentada a fase de projeto informacional, onde o principal objetivo deste capítulo é a obtenção das necessidades dos clientes, que por sua vez serão transformadas em requisitos de projeto e estas em especificações de projeto, conforme será mostrado pelo capítulo e seguindo a metodologia.

No capítulo 6 apresenta-se a fase de projeto conceitual, onde o principal objetivo do capítulo é a obtenção da concepção que entra na próxima fase, por sua potencialidade. Esta é selecionada com auxílio de algumas ferramentas, conforme será apresentado neste capítulo e seguindo a metodologia referência de desenvolvimento de produtos.

No capítulo 7 é apresentada a fase de projeto preliminar, que tem o objetivo de dar forma física ao conceito desenvolvido, na forma de um

protótipo, com apoio de documentos e ferramentas que neste capítulo serão descritas. A saída desta fase é na documentação do produto, relacionada com o teste do protótipo desenvolvido nesta fase.

No capítulo 8 são apresentados os pareceres conclusivos sobre o trabalho realizado na presente dissertação, onde são discutidos e analisados os resultados e contribuições alcançados. Neste capítulo são feitas algumas considerações para trabalhos futuros envolvendo a metodologia de projeto, mandiocultura, mecanismos dosadores e máquinas para mecanização em pequenas propriedades agrícolas.

2. Processo de desenvolvimento de produto

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DE PROJETO

Este capítulo apresenta a introdução ao processo de projeto de produto. O PMBOK (2008) descreve projeto como “[...] *um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo*”, por sua vez Fonseca (2000) enfoca no projeto aplicado a engenharia, contextualizando como “[...] *uma atividade tecnológica, estruturada e gerenciável, que visa à solução de problemas típicos da engenharia, voltada ao futuro e usando a criatividade*”. Filho *et al.* (2010) destaca que não há uma definição satisfatória ou senso comum para projeto, como apresentado por autores acima. Mas Back *et al.* (2008) descreve projeto como o resultado da atividade Projetar.

Segundo o dicionário Aurélio (2011) Projetar é “*fazer projeto de; planejar; planejar*”, Pahl e Beitz (2011) destaca o ponto de vista da psicologia do trabalho onde projetar é uma atividade intelectual, criativa, que requer uma base segura de conhecimento nas distintas áreas de conhecimento. Filho *et al.* (2010) cita que este tipo de atividade não é possível explicar ou ensinar, mas que de maneira geral havendo conhecimento para gerar ideias, para avaliar conceitos e para estruturação do processo de projeto, pode-se satisfazer esta atividade.

O procedimento metódico para o desenvolvimento de um produto segundo Pahl e Beitz (2011), é aplicável quando, além do conhecimento específico, os projetistas começam a trabalhar de forma sistêmica e auxiliada por medidas organizacionais. A sistemática de projetos, segundo Asimov (1962 apud BACK *et al.*, 2008) evidencia mais os aspectos procedurais da atividade de projeto do que o próprio objeto de projeto. Sua proposta é uma sequência de eventos comuns a todo tipo de projeto, qualquer campo de tecnologia, caracterizando-se assim como um método.

Para a sistematização destes eventos comuns ou processos é importante o uso de uma metodologia, mas não basta que as empresas as elaborem, mas que haja participação de equipes multifuncionais, além do uso de maneira integrada (CORAL, OGLIARI e ABREU, 2011).

Filho *et al.* (2010) escreve que existe um senso comum para o assunto do processo de desenvolvimento de produto (PDP) e projeto de produtos, que são atividades complexas e os problemas chegam incompletos e mal estruturados para o engenheiro. Este como descrito

por Pahl e Beitz (2011), baseia-se em conhecimentos para encontrar soluções para problemas técnicos.

Quando a equipe de projeto recebe um problema a ser resolvido, esta precisa (para ser mais eficiente no trabalho) de uma sequência de passos ordenados, que inclua ferramentas específicas, visando orientar o adequado encaminhamento dos trabalhos a serem executados [...](FONSECA, 2000)

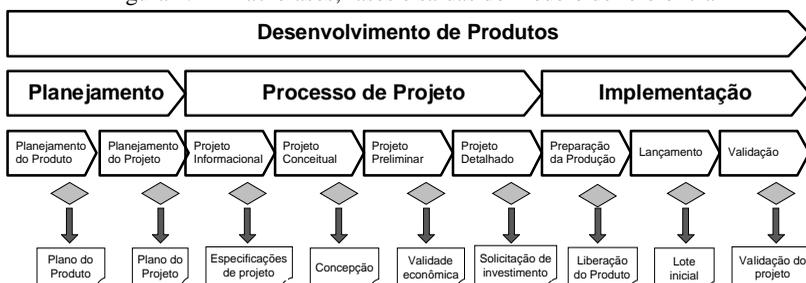
2.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

O processo de desenvolvimento de produto, como descrito por Filho *et al.* (2010) é o processo que faz uso das informações do mercado, especialistas e equipe de projeto, além de outras informações para que um produto seja produzido.

Back *et al.* (2008) descrevem que a maioria dos procedimentos pesquisados têm seu enfoque no processo de projeto, é intrínseco a um processo mais amplo - o processo de projeto de desenvolvimento de produtos. O modelo de projeto de produto proposto por Pahl e Beitz (1996) é um dos mais difundidos, partindo-se deste modelo, foram originados outros modelos, como o modelo de referência para este trabalho, o modelo de Back *et al.* (2008), que adota algumas ferramentas não exploradas no modelo de Pahl e Beitz (1996), conforme descrito por Reis (2003).

O modelo de referência desenvolvido e descrito em mais detalhes por Romano (2003) e adotado por Back *et al.* (2008), está ilustrado na Figura 2.1, como “[...] *um modelo que contribui para que as empresas passem a executar um processo de desenvolvimento de produtos formal, sistemático e integrado aos demais processos empresariais, e participantes da cadeia de fornecimento, clientes finais [...]*”. Tal modelo, conforme Back *et al.* (2008), favorece as empresas à inovação e desenvolvimento de novos produtos, englobando todo o ciclo de vida do produto, como será apresentado nos capítulos subsequentes.

Figura 2.1 - Macrofases, fases e saídas do modelo de referência



Fonte: Back *et al.* (2008)

O modelo de referência para o desenvolvimento de produtos é dividido em macrofases e fases, onde o encerramento da fase é caracterizado pela saída de um documento, que será à entrada da próxima fase. As macrofases são divididas em três, sendo:

Planejamento – pode ser dividida em fase de planejamento do produto e planejamento do projeto. A fase de planejamento do projeto será trabalhada no texto de dissertação, enquanto o planejamento do produto foi a entrada da fase, por meio do plano do produto.

Processo de projeto ou projeção (ROMANO, 2003) – constitui-se em projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Neste estudo foram trabalhadas as primeiras três fases, que são contextualizadas neste capítulo e aplicadas suas etapas nos próximos capítulos.

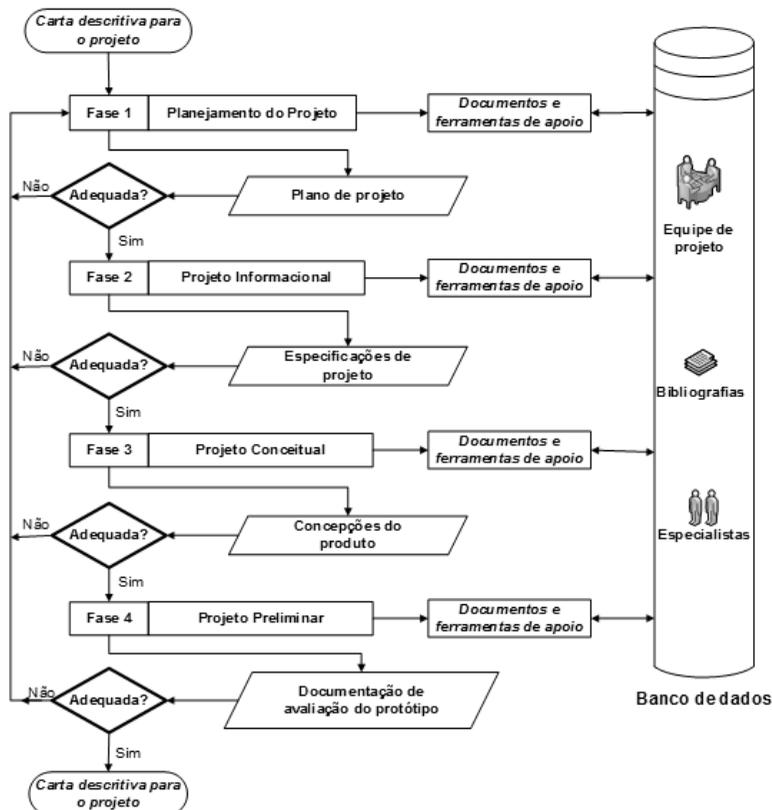
Implementação – dividido nas fases de preparação da produção, lançamento e validação, que não serão foco desta pesquisa. Esta macrofase é importante para a adequação do protótipo, já testado e aprovado, aos meios de fabricação em série da empresa.

Com a adoção deste modelo, se pode observar na **Figura 2.2**, um fluxo de informações entre as fases. Em cada fase entra um documento, originado na fase antecedente que contribuíram para alcançar os objetivos pretendidos pela fase.

Em alguns momentos necessita-se de tomada de decisão, como no documento de saída de cada fase, onde deverá ser considerado “adequado ou inadequado”, assim retornando para etapas anteriores ou seguindo para próxima fase, quando cumpridos os objetivos da fase. Estes documentos de saída de cada fase, além de ser procedido com auxílio do banco de dados do projeto (equipe de projeto, bibliografias e especialistas), alimentará este banco de dados com novas informações,

estas que supriram as necessidades de cada etapa, assim alcançando o “*produto projeto*”, nomenclatura de (FONSECA, 2000).

Figura 2.2 - Sequência de atividades de planejamento e projeção do mecanismo dosador de manivas



Fonte: adaptado de (ROMANO, 2003)

Como pode ser observado na Figura 2.2, cada fase é constituída de Etapas e estas são realizadas por Tarefas. As etapas e tarefas têm suporte em Documentos (D), Planos (P), Ferramentas (F), etc. acumuladas ou existentes no Banco de dados.

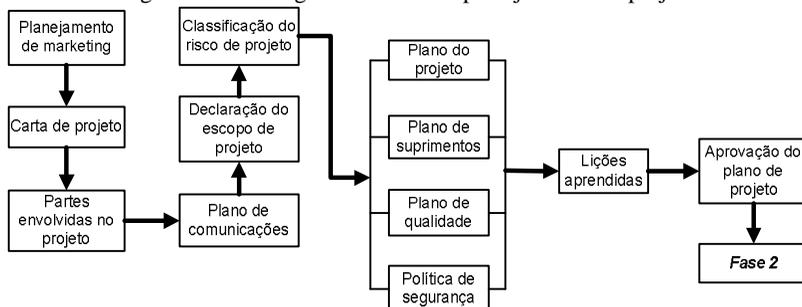
2.3 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Esta é a primeira fase trabalhada neste estudo e como descrito por Romano (2003), esta fase tem suma importância por aprovar o plano de marketing, ou seja, o plano estratégico de produtos potenciais para a

expansão ou manutenção do negócio da empresa. Filho *et al.* (2010) descrevem tal fase, como a que foi definida o escopo de projeto. Com base nisto Coral, Ogliari e Abreu (2011) enfatizam que esta fase leva ao reconhecimento da existência de um novo projeto, sendo nesta onde ocorre a autorização do projeto.

A Figura 2.3 ilustra as etapas desta fase, onde é elaborada a definição da viabilidade técnica-econômica, que consiste na documentação e parecer das partes envolvidas no projeto com a declaração do escopo do projeto.

Figura 2.3 - Fluxograma da fase de planejamento do projeto



Fonte: adaptado de ROMANO (2003)

No caso do mecanismo dosador de plantadora de mandioca, todos os passos do fluxograma da Figura 2.3 ocorreram no contexto do projeto REPENSA, aprovado na FINEP em 2010, como comentado no Capítulo 1. Assim, estas informações supriram estas etapas e auxiliaram a adequação do escopo de projeto.

2.4 PROJETO INFORMACIONAL

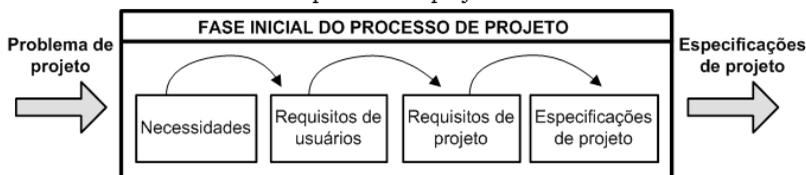
A fase de projeto informacional do processo de projeto, Figura 2.1, é a segunda fase deste estudo, em metodologias clássicas de projeto de autores como Pahl e Beitz (2010), Back *et al.* (2008), Filho *et al.* (2010), Romano (2003) e Baxter (2011) que descrevem-na como sendo a primeira fase do processo de projeto ou projeção. A nomenclatura não é padronizada pelos autores, mas sim as informações que serão transformadas, sendo estas relacionadas às necessidades dos clientes.

É de suma importância que a obtenção das especificações de projeto tenha participação dos usuários do produto desde o início, assim há maior efetividade nesta fase. A fase fornece as informações que servem de critérios de avaliação das fases posteriores do processo de projeto (FONSECA, 2000).

No projeto informacional, ilustrado na Figura 2.4, há a transformação das necessidades dos usuários em especificações do projeto. Esta transformação ocorre por meio da entrada do plano de projeto, da fase anterior. Obtém-se as necessidades dos usuários com base neste plano e com auxílio dos usuários, que são diferentes em cada fase do ciclo de vida do projeto, ilustrados na Figura 2.5. Como designado por Fonseca (2000), estas são declarações obtidas diretas do usuário. A transformação para linguagem de projeto, de requisitos de usuário para requisitos de projeto, possibilita a mensuração do requisito de projeto.

A documentação de saída desta fase, especificações de projeto, é a classificação dos requisitos de projeto explicitada em uma tabela, sendo nomeada, segundo Filho *et al.* (2010), de valores meta para os parâmetros de projeto identificados.

Figura 2.4 – Transformações das informações dentro do projeto informacional do processo de projeto



Fonte: adaptado de FONSECA (2000)

O ciclo de vida do produto, além de auxiliar a obtenção do tempo de vida do produto, do projeto até o seu descarte, auxilia na obtenção dos clientes em cada fase do ciclo de vida, ilustrado na Figura 2.5. Esta designação dos usuários é de suma importância, pois as necessidades são diferentes em cada fase.

Romano (2003) seguindo este raciocínio descreve a saída desta fase como:

“[...] documento formal e aprovado, que apresenta os objetivos que a máquina deve alcançar, de modo a atender aos requisitos dos clientes e/ou usuários. As especificações de projeto são usadas para orientar o desenvolvimento dos projetos conceitual, preliminar e detalhado da máquina agrícola”.

Para a obtenção deste documento há ferramentas citadas por Pahl e Beitz (2011), Back *et al.* (2008) e outros autores, tais como questionário estruturado, entrevistas, *check-list*, *brainstorming*,

diagrama de Roth, diagrama de Mudge e Quality Function Deployment (QFD).

Pahl e Beitz (2011) e Roozemburg e Eekels (1995) relacionam e classificam os requisitos em exigências e desejos, assim havendo necessidade de atender as exigências requeridas e se possível, para melhor atender o mercado e os clientes, prover os desejos requeridos.

Figura 2.5 – Ciclo de vida do produto.



Fonte: FONSECA (2000)

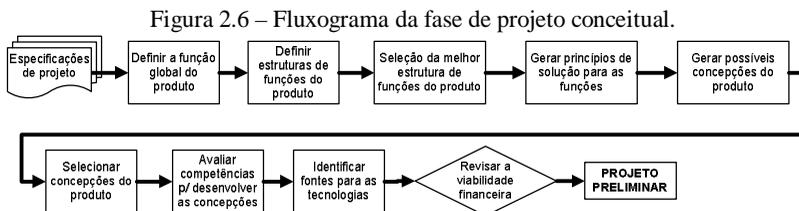
2.5 PROJETO CONCEITUAL

Nesta fase, dentro do processo de projeto, tem-se a transformação da linguagem verbal em linguagem geométrica, segundo Filho *et al.* (2010). No desenvolvimento desta etapa, conforme Pahl e Beitz (2010), define-se o estágio onde há oportunidade de explorar as atitudes do projetista, entre as possibilidades de solução convenientes e mais econômicas. Back *et al.* (2008) enfocam que para alcançar soluções criativas e inovadoras, é recomendado que a equipe de projeto use métodos e procedimentos, tais como Brainstorming, método de Delphi, analogias direta, simbólica e pessoal, método cinético, método da listagem de atributos, entre outros.

Autores como Romano (2003), Fonseca (2000), Back *et al.* (2008) e Pahl e Beitz (2011) enfatizam que para atingir o propósito desta segunda fase da macrofase do processo de projeto, deve-se

determinar as funções a serem realizadas pela máquina. Assim, como ilustrado na Figura 2.6, a primeira etapa desta fase é a elaboração das estruturas funcionais da máquina.

No fluxograma apresentado na Figura 2.6, a entrada é a documentação do projeto informacional, ou seja, as especificações de projeto. Com elas define-se a função global do produto e subsequentemente as estruturas funcionais para atender esta função. Selecionando a estrutura funcional que melhor atende as especificações de projeto, se gera os princípios de solução para as funções da estrutura funcional.



Fonte: adaptado de CORAL; OGLIARI; ABREU (2010)

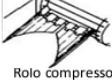
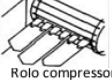
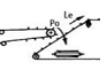
Com a seleção da estrutura funcional mais adequada, são desenvolvidas concepções ou configurações de máquinas, ilustrado na Figura 2.7. Combinando os princípios de soluções possíveis, gera-se algumas soluções para o produto. O método de combinação de princípios de solução é chamado de matriz morfológica, e difundido por autores como Pahl e Beitz (2011) e Back *et al.* (2008).

Segundo Romano (2003), para a seleção da concepção faz-se necessário uso de ferramenta onde se analise as especificações de projetos provenientes do projeto informacional. Com base nas especificações de projeto, Pahl e Beitz (2011) ponderam esta avaliação segundo as ideias de valor.

Com frequência há incerteza na pontuação. É sugerido que pontuações que haja grande dúvida, sejam acompanhadas por um ponto de interrogação na matriz de avaliação, onde serão ponderadas as concepções.

Após a seleção da concepção são iniciados os estudos dos processos de fabricação possíveis a serem utilizados, como apresentado na Figura 2.7, com envolvimento dos fornecedores. Como saída desta fase de projeto, a aprovação da concepção deve ser acompanhada por uma análise econômica financeira, e encaminhado este documento para a quarta fase deste estudo ou a terceira fase do processo de projeto.

Figura 2.7 – Combinação de princípios de solução para desenvolvimento da função global de uma colheitadora de batatas.

Soluções Sub-funções	1	2	3	4	...
1 Levantar	 Rolo compressor	 Rolo compressor	 Rolo compressor	 Rolo compressor	...
2 Peneirar	 Peneira de correia	 Peneira de grelha	 Peneira de tambor	 Peneira rotativa	...
3 Separar folhas			 Rolo para desfilar
4 Separar pedras					...
5 Classificar batatas	Manual	por atrito (inclinado)	Verificar tamanho (chapa perfurada)	Checar peso (pesagem)	...
6 Juntar	Silo de tombamento	silo com esteira rolante	Dispositivo de ensacamento

Fonte: adaptado de PAHL e BEITZ (2011)

2.6 PROJETO PRELIMINAR

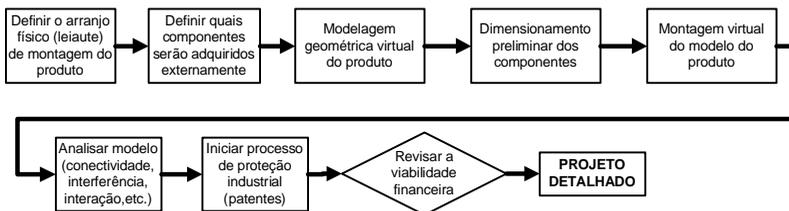
Nesta fase há consenso de todos os autores da entrada da concepção do produto, mas há divergência em relação à saída. Na metodologia de referência, de Back *et al.* (2008) à saída desta etapa é a configuração e o leiaute final do produto. Neste trabalho, a saída é acompanhada pelo desenvolvimento do protótipo, juntamente com os testes das funções do mesmo.

A entrada desta fase compreende a utilização de documentos e informações das fases antecedentes, tais como a(s) concepção(ões) do(s) produto(s) a ser(em) desenvolvida(s), especificações de projeto, necessidades do usuário e desenhos (AREND, 2003).

Para cumprir esta transformação da entrada até a saída desejada, há etapas a serem cumpridas para o processamento, como ilustrado na Figura 2.8, onde o leiaute inicial do produto é trabalhado com auxílio de programas, como CAD, CAE e CAM, conforme Coral, Ogliari, Abreu (2010) e Pahl e Beitz (2011), para a escolha de materiais e dos processos de manufatura, definição das dimensões principais, além dos aspectos tecnológicos e econômicos.

O Documento formal e aprovado (saída do projeto preliminar) é utilizado para determinar a viabilidade econômica de se desenvolver a máquina agrícola. Este documento deve conter os dados do teste do protótipo e suas recomendações futuras, tais como alterações sugeridas ou recomendações com manufatura ou etapas que devem ser mais desenvolvidas (ROMANO, 2003).

Figura 2.8 – Fluxograma da fase de projeto preliminar.



Fonte: adaptado de (CORAL, OGLIARI e ABREU, 2011)

2.7 PROJETO DETALHADO

“A fase da elaboração do projeto detalhado do produto destina-se a vários propósitos: aprovação do protótipo; finalização das especificações dos componentes; detalhamento do plano de manufatura; e preparação da solicitação de investimento” (BACK, et al. 2008).

Parte da metodologia de referência é explorada por Arend (2003), em que faz um delineamento de um consenso entre metodologias de diferentes autores, como Pahl e Beitz (1996), Back (1983), Baxter (2011), entre outros. Arend (2003) obtém algumas conclusões desta comparação, tais como:

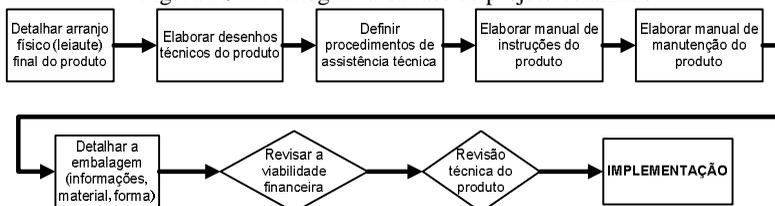
- a) Na fase de projeto detalhado, são definidas especificações minuciosas das partes do produto para produção;
- b) Engenheiros e projetistas devem tomar a frente nas ações nesta etapa de projeto;

A entrada desta fase compreende documentos e informações vindas da fase de projeto preliminar, tais como a configuração do produto com suas especificações, leiaute final do produto e recomendações sugeridas para o protótipo.

A Figura 2.9, que representa a fase de projeto detalhado, foi explorada por autores como Coral, Ogliari e Abreu (2011), Back *et al.*

(2008) e Romano (2003), sendo nesta fase finalizada a macrofase de projeção, onde as entradas são transformadas e o produto está pronto para ser comercializado em série ou lote piloto, se este for o caso.

Figura 2.9 – Fluxograma da fase de projeto detalhado.



Fonte: adaptado de (CORAL, OGLIARI e ABREU, 2011)

Como ilustrado na Figura 2.9, para o produto entrar para a macrofase de implementação deve estar com toda a documentação elaborada, assim instruindo a montagem do produto, sua manutenção, seu uso e seu transporte. A macrofase de implementação é a responsável por avaliar a satisfação dos usuários, além do monitoramento do desempenho do produto, desempenho técnico e econômico.

2.8 COMENTÁRIOS DO CAPÍTULO

Este capítulo da dissertação buscou constatar a base teórica da metodologia utilizada nesta dissertação de forma simplificada, onde se pode observar que a metodologia de referência é fomentada por autores há algum tempo, isto acarretando em uma maior robustez e confiança.

Para o projeto do mecanismo dosador de manivas para plantadora de mandioca, tem-se como referência trabalhos desenvolvidos com a integração de professores do Departamento de Engenharia Mecânica (EMC), do Centro Tecnológico (CTC) e do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias (CCA), assim havendo grande importância para o processo de projeto.

Ferramentas que são utilizadas durante as fases de: planejamento de projeto, projeto informacional, conceitual e preliminar foram brevemente explicadas neste capítulo e serão desenvolvidas nos seus capítulos respectivos. Embora tenham sido apresentadas as quatro fases da projeção, a atividade de desenvolvimento de produto do dosador de manivas, contemplará até a fase do projeto preliminar, incluindo plano de fabricação, fabricação, montagem e teste do protótipo.

Na fase do projeto preliminar serão desenvolvidas tão somente as atividades de fabricação para a construção do protótipo, como também a aquisição de itens já existentes no mercado. Todos os testes serão

analisados em nível de laboratório para definir o processo de avaliação do protótipo em relação aos requisitos definidos no projeto informacional. Assim, neste trabalho não será incluído a fase de projeto detalhado.

CAPÍTULO 3**3. Contexto da agricultura e máquinas de plantio**

Este capítulo apresenta uma contextualização da agricultura brasileira e a apresentação do estado da arte das máquinas de plantio. Com esta contextualização é mostrado o entendimento dos atributos e necessidades dos clientes que são levantados na fase de projeto informacional.

A agricultura precisa de um maior amparo mundial, para alterar o problema de fome em alguns países. A citação de Dowbor (2004), abaixo exposta, representa bem o assunto, sendo que para isto é necessário um maior empenho na mecanização agrícola e manutenção dos agricultores na área rural.

[...] O solo agrícola constitui outro fator absurdamente subutilizado. Podemos utilizar a cifra de 90 milhões de hectares parados mencionados por membros do governo, os 110 milhões estimados pelo Banco Mundial, ou elevar o número para 150 milhões de hectares se incluirmos o desperdício do solo comodamente disfarçado sob o termo “pecuária extensiva”. É compreensível a fome em países do Sahel africano. Mas termos dezenas de milhões de desnutridos num país com a disponibilidade de terra, de água e de clima favorável com que a natureza nos brinda, constitui um atestado impressionante de ausência de capacidade de gestão econômica e social (DOWBOR, 2004).

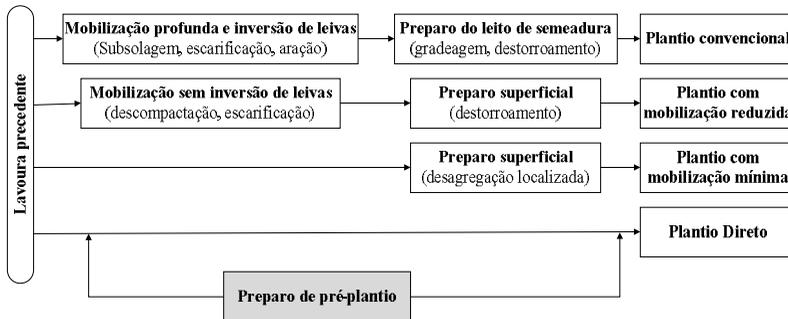
Na agricultura uma das principais tarefas é o plantio, designação à operação de colocar no solo órgãos de propagação vegetativa (colmos, tubérculos, raízes e outras partes do tecido vegetal) visando à instalação de uma cultura. Esta operação pressupõe as condicionantes básicas do terreno preparado para receber os órgãos de propagação, elemento de propagação qualificado, época definida, técnica de plantio selecionada e disponibilidade de máquinas para a operação (MIALHE, 2012).

Ainda segundo o mesmo autor, o terreno onde se realiza a operação de plantio pode ser caracterizado por três camadas, sendo a de terra arável, subsolo e a base geológica, onde na camada arável é efetuado o plantio. Assim, o solo se torna apto ao plantio quando em um leito de semeadura possibilita a migração de água e a transferência de calor ao órgão de propagação.

A Figura 3.1, apresenta os principais sistemas de preparo do solo. No plantio convencional a operação de plantio exige algumas mobilizações com inversão de leivas antes de dosar e colocar as partes vegetativas no solo, enquanto que no plantio com mobilização reduzida ou mobilização mínima ocorre um preparo subsuperficial do solo. No plantio direto se exclui estas operações mecanizadas, havendo economia de combustível e menor desgaste das máquinas.

No plantio direto são efetuadas apenas as operações de corte da palhada, abertura do sulco, deposição dos órgãos de propagação, fechamento do sulco e o adensamento do leito por meio de elementos mecânicos. Silveira *et al.* (2001) evidencia que operando deste modo, a eliminação das ervas daninhas é realizada com herbicidas e a mobilização do solo é apenas onde as linhas de plantio da máquina passam, procurando assim preservar a matéria orgânica (ou palhada) na superfície do terreno.

Figura 3.1 – Itinerários técnicos para a operação de plantio em diversos países no mundo



Fonte: MIALHE (2012)

3.1 ASPECTOS GERAIS DA AGRICULTURA BRASILEIRA E MUNDIAL

Analisando o cenário atual da agricultura brasileira fica explícita a redução do número de pessoas relacionadas a esta atividade, mesmo constatando-se que a demanda de produtos agrícolas não diminuiu. Assim, há necessidade da disponibilização de meios que permitam aos pequenos produtores rurais produzirem um mesmo volume de produto contando com cada vez menos mão de obra, fato que se torna possível apenas com uma modernização da agricultura (FARINA, 2010).

Santa Catarina é conhecida como o estado onde a maior parte dos agricultores é classificada em pequenos produtores rurais, e muitos destes praticantes da agricultura familiar. Tal característica se deve provavelmente a grande declividade do terreno da região.

A Tabela 3.1 apresenta a classificação social dos agricultores do estado de Santa Catarina, com base na área total plantada, mão de obra necessária e valor bruto de produção. Com estes dados, diferencia-se os micro produtores, pequenos produtores, médios e grandes produtores.

Tabela 3.1 - Classificação social dos tipos de produtores rurais em Santa Catarina

Variáveis	Unidade	Micro produtor	Pequeno	Médio	Grande
Área Total	ha	< 5	5 a 15	15 a 40	> 40
Mão de obra	empregados	< 2	2 a 4	4 a 6	> 6
Valor bruto de produção	US\$	< 1.800	1.800 a 4.500	4.500 a 11.000	> 11.000

Fonte: adaptado Instituto CEPA/SC(2011)

As máquinas e equipamentos para este nicho de mercado, são produzidos, quase em sua totalidade, por indústrias fabricantes de pequeno e médio porte.

Cada vez mais se nota a necessidade de um auxílio para as pequenas e médias indústrias fabricantes de máquinas e equipamentos agrícolas. Estas, muitas vezes não possuem um processo de projeto, como apresentado no capítulo 2, assim dificultando a manutenção da empresa no mercado. Com isto as empresas que possuem tais processos acabam obtendo e mantendo maior estrutura fabril, sendo que atualmente no Brasil as que possuem tal processo são multinacionais, e atuam para grandes latifundiários como é citado por Angra e Santos (2000).

É por ter sido um processo integrado ao movimento mais amplo do capital, que se deu à modernização da agricultura, um caráter imediatista, voltado para o aumento da produtividade no curto-prazo, buscando-se minimizar os riscos e maximizar o controle do homem sobre a natureza aumentando, cada vez mais, a capacidade de reproduzir, artificialmente, as condições da natureza. Além disso, o processo de modernização do latifúndio, para os grandes proprietários, potenciais compradores dos produtos industriais, cuja produção se instalara no Brasil tendo, como base, os complexos agroindustriais, que tinham como função maior o

direcionamento da produção para o mercado externo (AGRA E SANTOS, 2000).

A preocupação com a agricultura familiar, nos últimos anos, vem ganhando importância e consequentemente ocupando o seu espaço nas discussões que envolvem desenvolvimento social. Os debates em torno da agricultura familiar geram propostas de modelos que possibilitem a melhoria de vida dos pequenos agricultores (SEBRAE, 2011).

Conforme Rego e Marques (2003), a utilização do conceito de agricultura familiar no Brasil remete a década de 1990, quando inúmeros estudos buscaram quantificar e aferir a participação deste segmento na produção agrícola nacional. Souza (1997) coloca que no início da década de 1960, a agricultura familiar era vista pelas instituições públicas e privadas como modo de sobrevivência dos agricultores cujo setor ficou carente devido aos esforços apenas concentrados na industrialização.

3.2 A CULTURA DA MANDIOCA

A mandioca (*Manihot esculenta crantz*) é uma planta nativa, considerada uma raiz domesticada pelos aborígenes da América do Sul, espécie vegetal que possui importância socioeconômica e cultural (CEPA, 2006). É também conhecida como macaxeira ou aipim, é um dos alimentos de maior consumo no Brasil, podendo ser consumida cozida, frita, como farinha, amido e chips, além de entrar na composição de diversos produtos de gênero alimentício e recentemente na composição de polímeros biodegradáveis (CAMINHA, 2009).

Depois de inserida na alimentação da população, a mandioca se tornou uma cultura de destaque nos primórdios do desenvolvimento da economia de diversos municípios do Brasil, gerando riquezas precursoras que auxiliaram o estabelecimento de outras atividades (e. g. farinha de mandioca, tapioca, polvilho azedo) (CEPA, 2006).

Por ser uma cultura rústica, adaptável a variados ambientes sem grandes exigências de agroquímicos e sem depender de sementes, a mandioca não despertou o interesse das grandes corporações controladoras da “agricultura moderna”. Pouco exigente em água, produtiva mesmo em solos mais pobres e cultivados principalmente em pequenas propriedades, ficou por longo tempo à margem das atenções dos governos e do agronegócio (CEPEA, 2006).

Os maiores produtores mundiais de mandioca, relacionados na Tabela 3.2, com o Brasil em terceiro maior produtor desta raiz, enfatizando sua importância no contexto da agrícola mundial.

Tabela 3.2 - Cenário mundial da produção da mandioca

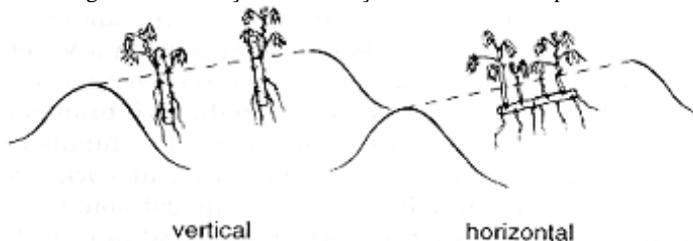
	País	Produção (MT)		País	Produção (MT)
1	Nigéria	34.410.000	11	Paraguai	5.100.000
2	Tailândia	26.915.541	12	Moçambique	5.038.623
3	Brasil	26.541.200	13	Uganda	4.456.000
4	Indonésia	19.988.058	14	China	4.361.573
5	Congo	15.004.430	15	Malauí	3.238.943
6	Gana	9.650.000	16	Madagascar	2.400.000
7	Angola	8.800.000	17	Costa do Marfim	2.342.158
8	Índia	8.429.000	18	Benim	2.284.056
9	Vietnã	7.984.900	19	Camboja	2.215.000
10	Tanzânia	6.600.000	20	Camarões	2.100.000

Fonte: CONAB (2011)

A Figura 3.2 ilustra o brotamento após a colocação das manivas no solo. Conforme Alonço (2009), quando se usa estacas ou rebolos no plantio, a posição da maniva mais indicada é a horizontal, porque facilita a colheita das raízes. Quando se usa a plantadora mecanizada as manivas também são colocadas na posição horizontal. As posições inclinada e vertical são menos utilizadas porque as raízes se desenvolvem em maior profundidade, dificultando a colheita, assim tais posições utilizadas apenas para plantios em matumbos ou camalhões.

A profundidade de plantio tem uma importância significativa no processo, pois em uma profundidade maior que o necessário, o órgão de propagação pode não receber oxigênio suficiente para germinação. Por outro lado, se a profundidade de plantio for menor, os órgãos tendem a não brotar, por estarem ressequidos e o sistema radicular não atingir camadas do solo mais úmido (MIALHE, 2012).

Figura 3.2 – Posição de colocação das manivas no plantio



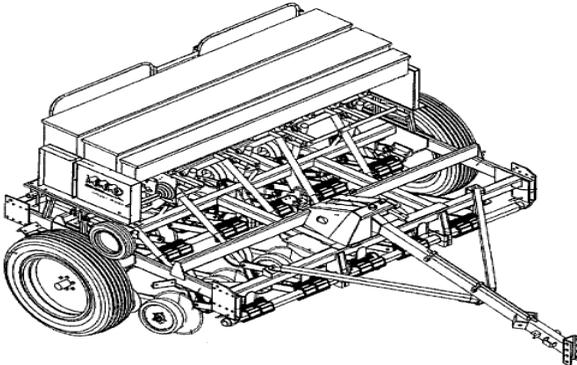
(Fonte: ALONÇO, 2009)

3.3 MECANIZAÇÃO DO PLANTIO

A ideia de realizar o plantio com utilização de máquinas, conforme Balastreire (2005) é muito antiga e já era comum aos persas e hindus, mas adotadas pelos europeus ao final do século XVII. Segundo Bernacki, *et al.* (1972, apud Mialhe, 2012) o primeiro mecanismo de semear surgiu em 1636 construída por Locatelli, na Grécia, enquanto nos EUA a primeira patente foi registrada em 1799. Já a primeira fábrica de máquinas para plantio e semeadura foi construída em 1840.

No Brasil foi introduzido um grande volume de máquinas agrícolas importadas logo após a segunda guerra mundial, e em 1960 com a implantação da indústria nacional de tratores, surgiram as primeiras máquinas para plantio que eram cópias fieis das importadas, representada pela patente da Figura 3.3. Há ainda muitos mecanismos desenvolvidos de longa data no exterior que não foram absorvidos pela indústria nacional de máquinas agrícolas (MIALHE, 2012).

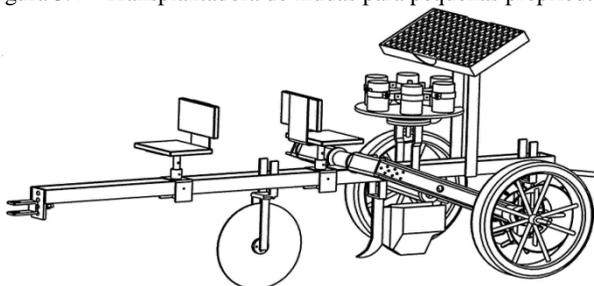
Figura 3.3– Patente de máquina de semear



Fonte: Patente US 7.387.077 – J. R. Truax, (2008)

As pesquisas relacionadas a máquinas agrícolas no Brasil são bem limitadas. Conforme Farina (2010) o normal é importar projetos e adequá-los no que for conveniente (i. e. tropicalizá-los), principalmente, para o setor industrial. Constatase, porém, que há esforços em produzir no Brasil conhecimento sobre máquinas agrícolas apropriadas para as pequenas propriedades, particularmente pela Engenharia Mecânica da UFSC, onde se tem investido neste campo de pesquisa, no contexto de projeto de produtos, desde 1984. Na Figura 3.4 é ilustrada uma transplantadora para pequenas propriedades desenvolvida na instituição.

Figura 3.4 - Transplantadora de mudas para pequenas propriedades

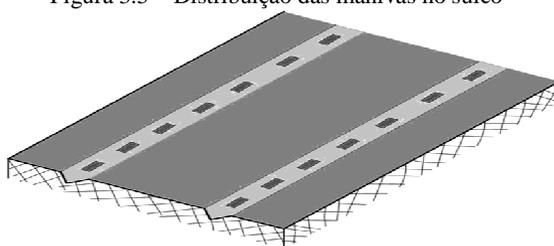


Fonte: CARRAFA, (2002)

Conforme Iida (2005), produtos agrícolas, principalmente os cereais como arroz, feijão, trigo, soja e milho já são plantados e colhidos mecanicamente. Entretanto essa mecanização é aplicada a grandes áreas destas culturas e exigem terrenos relativamente planos.

Nas máquinas de plantio de mandioca, Mialhe (2012) enfatiza que a realização da mecanização desta tarefa, na sua maioria, trabalha no modelo de distribuição dos órgãos de propagação no plano vertical e em nível (ou plana), ilustrado na Figura 3.5. Em que as manivas são distribuídas no sulco linearmente, ao acaso e individualizados, efetuando o plantio em linha. Segundo a Embrapa (2011), este processo geralmente é realizado em solos não sujeitos a encharcamento.

Figura 3.5 – Distribuição das manivas no sulco



3.4 FONTES DE POTÊNCIA UTILIZADAS PELOS AGRICULTORES DE PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS

Para o acionamento do mecanismo dosador proposto e tracionar a plataforma de plantio, é necessário uma força motriz proveniente de uma fonte de potência. As principais fontes de potência para o plantio normalmente utilizadas pelos pequenos agricultores catarinenses resumem-se a microtratores (e. g. tobatas, trator de rabiça) e a animais (e. g. bovinos e equinos). Os tratores de médio e grande porte são

encontrados em número reduzido, principalmente em virtude das características geográficas das propriedades do estado de Santa Catarina (CARRAFA, 2002).

A Tabela 3.3 relaciona o grau de utilização das fontes de potência para pequenos grupos produtivos no estado de Santa Catarina. Nesta tabela percebe-se a baixa modernização dos agricultores do estado, por se tratarem principalmente de praticantes da agricultura familiar.

Tabela 3.3 - Distribuição das Fontes de Potência nas Propriedades em SC

Fonte de Potência	Valor Percentual Encontrado
Tração animal	36%
Trator de rabiças + tração animal	33%
Trator de rabiças	19%
Trator 4 X 2	5%
Trator 4 X 2 + tração animal	5%
Trator 4 X 2 + trator de rabiças	1%

Fonte: WEISS E SANTOS, (2006)

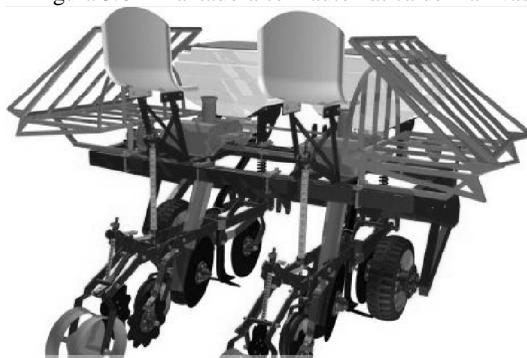
3.5 MÁQUINAS DE PLANTIO DE MANDIOCA

A plantadora de mandioca, segundo Alonço (2009) é uma máquina utilizada para realizar o plantio das manivas de mandioca. Tal plantadora é constituída por um reservatório de manivas e de adubo, sulcador(es), mecanismo(s) dosador(es), cobridor(es) de sulco(s) e compactador(es). Existem equipamentos de uma, duas, três ou quatro linhas de plantio de mandioca, a serem acoplados ao trator ou arrastados pelo mesmo.

A divisão das máquinas de plantio para mandioca podem ser, conforme designação de Mialhe (2012): semiautomática de manivas ou semiautomática de ramas. A plantadora semiautomática de manivas exige o preparo prévio das manivas, assim, já seccionadas no comprimento recomendado, conforme Alonço (2009) de 10 a 15 cm. Este dado é comprovado por meio de pesquisa de caracterização das manivas, encontrada no Apêndice J deste trabalho.

No caso, ilustrado na Figura 3.6, de plantadora semiautomática de ramas, a rama é picada no mecanismo dosador do equipamento de plantio de duas linhas, ou seja, capaz de plantar duas linhas ao mesmo tempo, com necessidade de dois operadores para seu abastecimento e mais um operador para conduzir o trator.

Figura 3.6 – Plantadora semiautomática de manivas



Fonte: TREVISAN, (2011)

As operações realizadas pela plantadora no plantio direto são: primeiro a realização do corte da palhada existente, seguida pela geração do sulco de deposição, a deposição da maniva no sulco, após a deposição se tem os discos recobridores para fechamento do sulco e por fim, a roda compactadora e/ou adensadora. Alguns modelos de plantadoras de manivas, possuem uma roda alinhadora da maniva, antes dos discos de recobrimento, com a finalidade de melhorar o adensamento da maniva dentro do sulco. A regulagem da distância entre as manivas na linha de plantio é realizada por meio da variação da velocidade do rotor do dosador (relação de transmissão de engrenagens) ou mecanismo de corte de rama.

Contudo, os produtos da indústria de equipamentos para o plantio de mandioca destinam aos médios e grandes produtores, encontrados em regiões como norte do Paraná, equipamentos de uma a quatro linhas e que requerem grande potência para tração.

O sistema de dosagem semiautomático de manivas pode ser comparado com os sistemas de dosagem das transplantadoras, como ilustrado na Figura 3.7. O dosador da transplantadora, ilustrada na Figura 3.7a, é composto por seis dutos recipientes, onde cada muda é inserida no duto por um operador e quando alinhado o duto recipiente com o duto condutor (saída do dosador), a muda será conduzida até o sulco.

Figura 3.7: a) Dosador do transplanto de mudas; b) Transplantadora de mudas Holandesa

a)



b)



Fonte: CARRAFA, (2002)

3.6 COMENTÁRIOS DO CAPÍTULO

Neste capítulo da dissertação foram expostos aspectos gerais e específicos da agricultura, com o objetivo de apresentar a operação de plantio e suas particularidades. Tem-se, desse modo, a ideia de detalhar a operação de plantio, e assim o desdobramento em funções necessárias para prover o plantio.

No contexto proposto, foi explorado o plantio na cultura da mandioca. Com este conhecimento, pode-se ter a primeira verificação da mecanização utilizada e disponível industrialmente para exercer as funções do plantio da mandioca. As máquinas existentes requerem a presença de mão de obra para fazer a individualização das ramas, requerendo um trabalhador por linha, além do condutor da máquina.

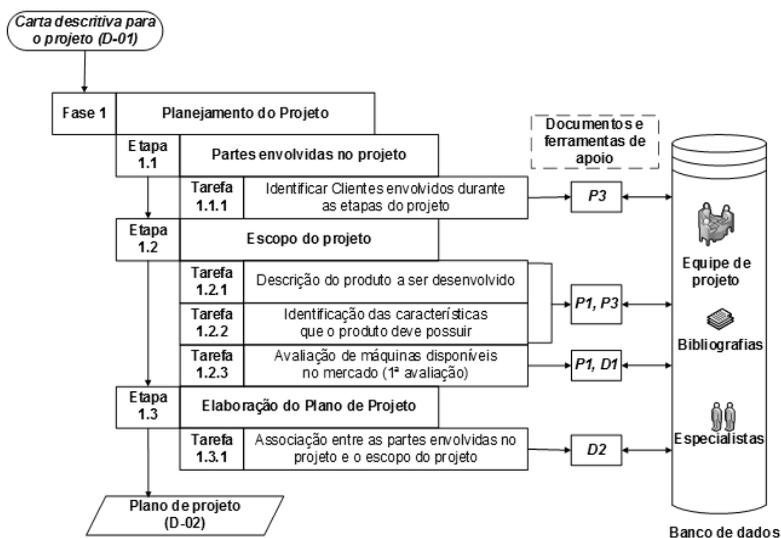
Assim, desta revisão serão utilizados dados que são explorados nos capítulos seguintes desta dissertação. O desenvolvimento do mecanismo dosador de manivas, foco deste trabalho, é apresentado nos próximos capítulos. Tem como objetivo automatizar o processo de plantio da maniva.

CAPÍTULO 4

4. Planejamento do projeto

No trabalho proposto, conforme ilustrado anteriormente na Figura 2.3, a fase de planejamento do projeto inclui três etapas, com uma ou mais tarefas. A saída de cada tarefa tem auxílio do banco de dados (bibliografias, especialistas e a equipe de projeto). Para integrar a tarefa com o banco de dados, são utilizados documentos e ferramentas de apoio, que auxiliam na obtenção das informações, estas que são utilizadas nas próximas tarefas, até a saída da fase - o plano de projeto - como ilustra a Figura 4.1.

Figura.4.1 – Fase de planejamento do projeto da metodologia utilizada.



A entrada desta fase é a “carta descritiva para o projeto” (D-01), elaborada juntamente com o grupo de pesquisa da EPAGRI, conhecedores da mandiocultura e das necessidades de mecanização dos pequenos agricultores. Este documento pode ser observado no Apêndice A desta dissertação. Neste documento contém dados e/ou atributos importantes para obter efetividade ao final do projeto, tais como:

- Mercado a ser alcançado;
- Definição da faixa de preço de venda do produto;
- Descrição das características do mercado;

- Vida útil da máquina;
- Identificação dos possíveis colaboradores no projeto;

A obtenção destas informações, segue os parâmetros de pesquisa de mercado propostos por Samara e Barros (1997), que visa obtenção dos atributos de forma objetiva, sistêmica e empírica. Para obter estas informações, utilizou-se documentos e ferramentas de apoio, que estão descritos a seguir. Com as informações de cada etapa, se resultou no documento de saída - plano de projeto D-02 - apresentado no Apêndice B desta dissertação.

4.1 ETAPA 1.1 - PARTES ENVOLVIDAS NO PROJETO

PMBOK (2008) citou como as partes interessadas no projeto as organizações e pessoas que possuem interesse na execução e término do projeto. Autores que descreveram esta etapa da metodologia, tais como Romano (2003) e Back *et al.* (2010) consideram como sendo uma fase de suma importância, porque as partes envolvidas obtém um senso comum do que é explorado, como é explorado e o que cabe a cada envolvido, além de haver o primeiro contato com os clientes envolvidos no processo de projeção e posteriormente no produto a ser entregue.

Para cumprir a etapa 1.1 foi utilizado o método de consulta a especialista (P3), identificando os clientes diretos do projeto, clientes indiretos do projeto, os colaboradores e o fornecedor das peças e conjuntos do protótipo do produto.

4.1.1 Identificação dos clientes diretos do projeto (contratante):

O projeto explorado no capítulo 1, inclui uma rede de inovação, pesquisa e desenvolvimento da cadeia produtiva da mandioca na região Centro-Sul do país, no edital REPENSA. O coordenador da rede de inovação é o pesquisador Luiz A. M. Peruch, vinculado a EPAGRI, que por sua vez é a facilitadora do financiamento para manutenção da rede. O financiamento por sua vez, é gerido pelos órgãos CNPQ e FAPESC.

4.1.2 Identificação dos clientes indiretos do projeto (usuários):

Os clientes são os agricultores das pequenas propriedades agrícolas da região centro sul do Brasil, com maior ênfase para os agricultores da região de Santa Catarina, pela facilidade no contato pessoal, pela menor distância, além de ser um estado com a maioria das propriedades rurais consideradas agricultura familiar, por empregar mão-de-obra própria.

4.1.3 Identificação dos colaboradores no projeto:

A EPAGRI de Urussanga foi um colaborador no projeto, pelo know-how na mandiocultura regional e fornecer pesquisas e extensão do cultivo desta cultura, além do auxílio para a localização dos clientes e usuários deste tipo de produto.

O CCA / UFSC, é o Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, com o seu departamento de Engenharia Rural, no Laboratório de Mecanização Agrícola, este conhecedor de máquinas e equipamentos que facilitam o trabalho dos agricultores.

O Laboratório da Engenharia Mecânica, onde se iniciou o estudo de metodologia de projetos na UFSC, o NeDIP vêm colaborando com o conhecimento já fomentado em projetos de máquinas e equipamentos agrícolas.

4.1.4 Identificação dos fornecedores ou fabricantes:

Serviço terceirizado, a partir do projeto, se requer contatos com fabricantes e fornecedores que contribuem com equipamentos para a fabricação do protótipo. É importante salientar que para a fabricação do protótipo foram contratados serviços de fabricação de peças e conjuntos do mecanismo dosador de plantadora de mandioca.

4.2 ETAPA 1.2 - ESCOPO DO PROJETO

Esta etapa é separada em três tarefas, sendo a primeira, a descrição do produto a ser desenvolvido com sua justificativa para a elaboração, consultando especialistas do projeto (P3). A segunda parte foi a identificação de algumas características ou atributos primários estabelecidos pelos potenciais usuários e clientes do projeto, consultando especialistas (P3) e com uma primeira pesquisa bibliográfica (P1), para se fazer avaliação de máquinas disponíveis no mercado, por meio de publicações existentes. A terceira parte foi realizada com a avaliação de máquinas (D2) disponíveis no mercado, o resultado deste estudo foi apresentado em uma tabela em forma de lista de verificação.

4.2.1 Descrição do produto a ser desenvolvido e sua justificativa:

Desenvolver sistema dosador de maniva utilizando o sistema de plantio direto, realizado até a fase de projeto preliminar da metodologia proposta, que se constitui no protótipo de um mecanismo dosador.

Justifica-se a elaboração deste projeto devido a necessidade de automação dos processos agrícolas, com demandas de equipamentos que

executem as tarefas de cortar manivas, plantar, cultivar, colher, processar, etc., sendo neste caso, o objetivo principal a dosagem das manivas para o plantio na cultura de mandioca

4.2.2 Características ou atributos primários:

Para obter maior eficiência no projeto do produto a ser desenvolvido, foi realizada uma pesquisa com alguns agricultores na região de Trombudo Central, sul de Santa Catarina, avaliando plantadoras de mandioca existentes para maior conhecimento das características básicas e principais funções do equipamento. Abaixo algumas características sugeridas durante as visitas nas propriedades:

- Possuir apenas um operador na plantadora, ou seja, o mecanismo dosador não necessita de alimentação manual, o que não ocorre nos equipamentos encontrados.
- Utilizar manivas seccionadas antes da inserção das manivas no reservatório, conforme diâmetro e comprimento.
- Ser um equipamento de simples operação, manutenção e regulagem.
- Foi sugerido um equipamento de baixo custo, com valor referência inferior a R\$ 10.000,00, sendo que o mecanismo dosador é apenas um mecanismo existente na plantadora de mandioca.

4.2.3 Primeira avaliação de máquinas disponíveis no mercado:

A primeira avaliação das máquinas disponíveis no mercado atual de máquinas agrícolas para o plantio de mandioca na região do sul de Santa Catarina, foi realizado com questionário e visita em pequenas propriedades e observando as máquinas utilizadas por estes agricultores, listando suas vantagens e desvantagens.

Esta primeira avaliação está no Apêndice B, no documento de saída desta fase, o plano de projeto. E esta avaliação será mais explorada no capítulo 5, no projeto informacional.

4.3 COMENTÁRIOS DO CAPÍTULO

Este capítulo da dissertação iniciou com a preparação para a macrofase de projeção, com os primeiros atributos do projeto, além dos contatos com os colaboradores e possíveis usuários do projeto e produto.

Para o projeto do mecanismo dosador de manivas para plantadora de mandioca, produto desta dissertação, foram necessários obter dados confiáveis e incorporação de colaboradores e usuários desde antes da

macrofase de projeção, para atender as demandas de mercado e adequação das necessidades dos pequenos grupos agrícolas.

Os atributos e informações deste capítulo serão detalhados nos capítulos subsequentes, assim sendo transformados e explorados quantitativamente e qualitativamente. Esta fase além de ser a primeira abordada neste trabalho, deve receber atenção da equipe de projeto.

No presente capítulo serão apresentadas e analisadas as principais concepções de mecanismos dosadores para plantadoras, encontradas na literatura em patentes, catálogos de fabricantes, relatórios de pesquisa e em análise do funcionamento. As informações encontradas neste capítulo são importantes, para determinar as especificações de projeto.

O mecanismo dosador de uma plantadora de mandioca tem como finalidade a dosagem uniforme das manivas causando o mínimo de danos mecânicos as mesmas, constituindo assim um requisito fundamental para o desenvolvimento da raiz e a produtividade da cultura. Para os pequenos produtores agrícolas, as alternativas de equipamentos para a mandiocultura é bastante reduzida, como destacado nos capítulos antecedentes.

Fonseca (2000) enfatiza que a fase de projeto informacional com base sistêmica, é onde se sistematiza a documentação técnica e a efetividade na obtenção da lista de especificações. A lista de especificações é levada até o final da macrofase de projeção, possibilitando a comprovação da eficácia do produto.

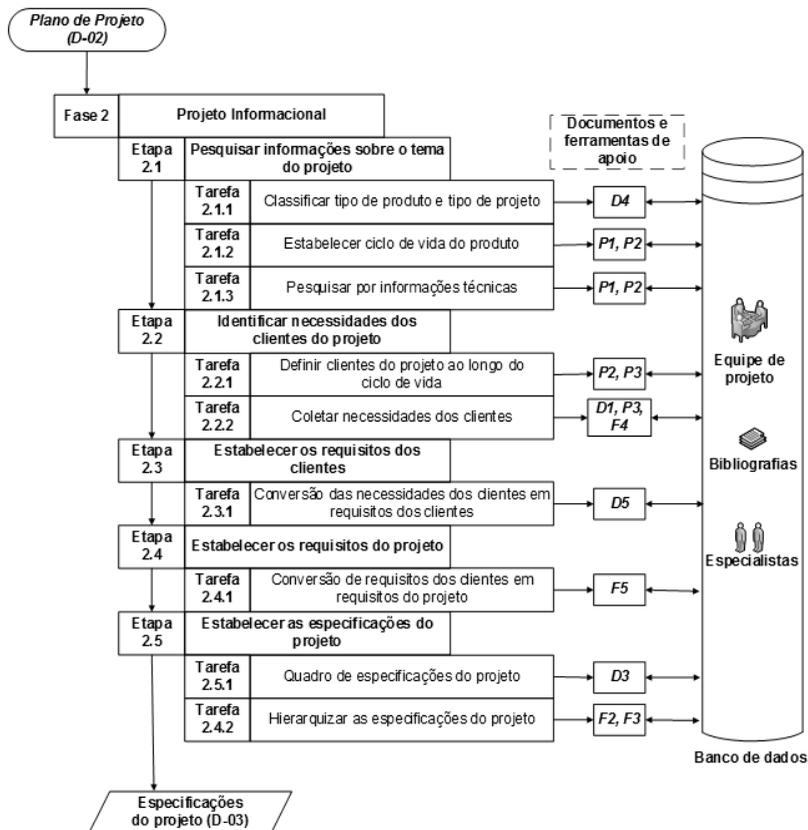
Para este projeto é proposto uma metodologia para servir de guia na obtenção das especificações de projeto, ilustrado na Figura 5.1. A fase de projeto informacional foi dividida em cinco etapas, e se ampara de documentos e ferramentas de apoio. A saída desta fase é uma lista de especificações do projeto.

As etapas e tarefas são apresentadas em subtítulos e são complementadas com os Apêndices C, D, E, F, G e H, sendo estes citados durante o texto para complementar as informações dos documentos e ferramentas de apoio.

5.1 ETAPA 2.1–PESQUISAR INFORMAÇÕES SOBRE O TEMA DO PROJETO

Nesta etapa, o objetivo é a obtenção do ciclo de vida do produto a ser projetado. Fonseca (2000) descreve como início desta etapa a elaboração ou adoção da espiral do desenvolvimento do produto. Nesta dissertação adotou-se uma espiral de desenvolvimento do produto com a classificação do produto e do projeto, descritas a seguir.

Figura 5.1 – Sequência de ações do projeto informacional.



5.1.1 Classificar tipo de produto e tipo de projeto:

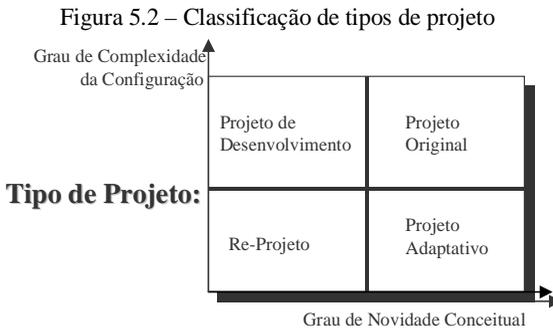
Para buscar informações adicionais sobre o produto, adotou-se o modelo de Jansson (D5), seguindo a proposta mínima, citado por Fonseca (2000), onde a classificação do tipo de produto a ser desenvolvido facilita na adoção do ciclo de vida e seus atributos, pela similaridade.

Com relação ao tipo de produto a ser desenvolvido, o produto foi definido pela proposta mínima de classificação, um **bem de capital - máquina agrícola**, proposta apresentada por Fonseca (2000).

Já com relação ao tipo de projeto a ser desenvolvido, autores como Pahl e Beitz (2011) diferenciaram os tipos de projeto, classificando o projeto em três categorias sendo projeto **original**,

adaptativo e Re-Projeto ou **variante**, enquanto Condoor (1992) e Fonseca (2000) propõem o uso do modelo de Jansson, que relaciona o grau de complexidade da configuração (relacionado à complexidade na configuração do produto em projeto) com o grau de novidade conceitual (relacionado ao grau de inovação conceitual).

Conforme ilustrado na Figura 5.2, o projeto de pesquisa do mecanismo dosador para plantadora de mandioca, segundo o modelo de Jansson, é classificado como um projeto adaptativo, pois apresenta alto grau de novidade conceitual e baixo grau de complexidade da configuração.



Fonte:(CONDOOR, 1992, apud FONSECA, 2000)

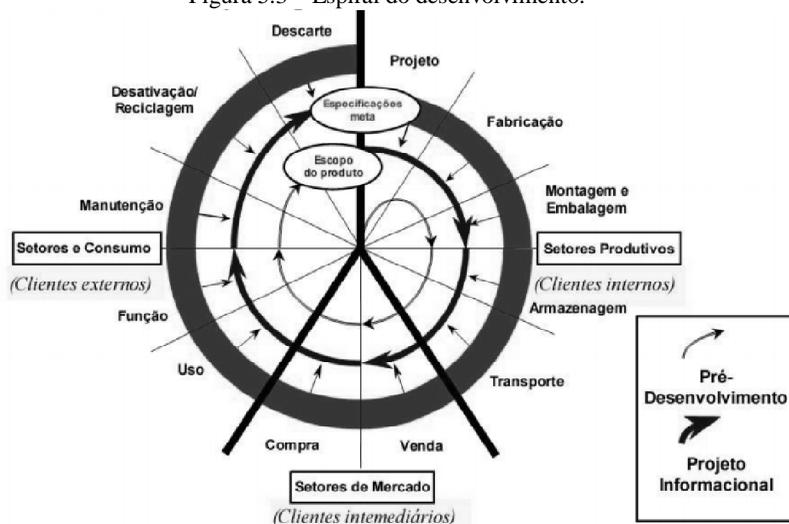
Em um projeto adaptativo, os projetistas são guiados em produtos similares ao produto a ser elaborado. No caso do mecanismo dosador, que têm funções similares a outros mecanismos dosadores encontrados em literaturas e máquinas agrícolas com mesmo propósito, o de dosagem uniforme dos órgãos de propagação.

5.1.2 Estabelecer ciclo de vida do produto:

A definição do ciclo de vida auxilia a detecção dos clientes internos e externos, com isto se identifica os setores envolvidos em toda a espiral do desenvolvimento. A espiral do desenvolvimento, Figura 5.3, aponta, segundo Ogliari (1999), para a obtenção das necessidades dos clientes internos, intermediários e externos do ciclo de vida do produto.

Para a obtenção coerente do ciclo de vida do produto, foi realizado uma análise de sistemas similares (P2) dos ciclos de vida empregados por projetistas em equipamentos para mecanização agrícola. Para a seleção deste ciclo de vida do produto, foi utilizado a consulta a especialistas (P3), sendo no caso a equipe de projeto.

Figura 5.3 – Espiral do desenvolvimento.



Fonte: (FARINA, 2010)

5.1.3 Pesquisar por informações técnicas:

Antes do levantamento das necessidades dos clientes, iniciando uma nova etapa, se faz necessário o levantamento de informações técnicas necessárias e que auxiliem para o trabalho de projeto. Fonseca (2000) cita que a busca da informação deve ser dirigida em três direções, são elas: *“procura de patentes sobre o produto, procura de tecnologias e métodos de fabricação disponíveis e a procura de informações sobre produtos similares”*.

No caso do projeto do mecanismo dosador foi realizada uma pesquisa em patentes e sistemas de dosagens que possam ser utilizados para a distribuição das manivas. Esta pesquisa e classificação dos dosadores se encontram no Apêndice C deste trabalho.

Esta pesquisa auxilia no preenchimento dos princípios de soluções na fase de projeto conceitual, além de auxiliar o desdobramento funcional do produto deste trabalho. Para entender o processo de plantio da plantadora de mandioca, apresenta-se no Apêndice D a identificação do processo de plantio com a ferramenta IDEFO.

5.2 ETAPA 2.2 - IDENTIFICAR NECESSIDADES DOS CLIENTES DO PROJETO:

Para se adotar uma espiral do desenvolvimento, podendo identificar as necessidades dos clientes do produto, se faz necessário a compreensão das informações, mostradas no Quadro 5.1, onde Fonseca (2000) diferencia necessidade, requisito e especificações.

Quadro 5.1 - Categorias de informações na fase de projeto informacional.

Categoria de informação	Significado
Necessidade	Declaração direta de usuário ou cliente.
Requisito de usuário	Necessidade, levada à linguagem de projeto.
Requisito de projeto	Requisito mensurável, aceito para o projeto.
Especificação de projeto	Requisito de projeto, convenientemente especificado.

Fonte: (FONSECA, 2000)

5.2.1 Definir clientes do projeto ao longo do ciclo de vida:

Para a obtenção dos clientes por fase do ciclo de vida do produto, estes que definem suas necessidades, que serão transformadas em requisitos de usuários, como apresentado no capítulo 2, deve-se percorrer a espiral do conhecimento apresentado na Figura 5.3, assim identificando os clientes internos e externos de cada fase.

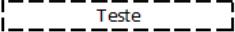
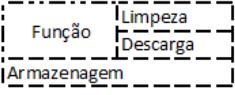
Para o projeto do mecanismo dosador de mandioca, os clientes de cada fase do ciclo de vida do produto estão apresentados no Quadro 5.2, onde se pode ressaltar, segundo Farina (2010) que *“clientes não são somente os usuários diretos do produto, mas todo o pessoal envolvido nas fases do ciclo de vida, como fabricantes, comercializadores, entre outros”*. Seguindo esta contextualização, além da semelhança com outros produtos similares, onde se trabalhou tal fase, se estabelece os clientes para este trabalho.

Com a identificação dos clientes por fase do ciclo de vida, há a necessidade da escolha de alguns atributos básicos do produto, estes que são características inerentes ao produto. A definição dos atributos básicos, auxilia a próxima etapa desta fase, a obtenção das necessidades dos clientes.

Os atributos básicos escolhidos, com base em projetos similares ao do trabalho são: Funcionamento, estética, ergonomia, economia, segurança, confiabilidade, legalidade, normalização, modularidade, flexibilidade, adaptabilidade e impacto ambiental. Para a conversão dos requisitos de clientes em requisitos de projeto se utilizou alguns atributos específicos do produto, tais como: geometria, material, peso,

forças, cinemática, controle, fluxo, sinais, padronização, qualidade e energia.

Quadro 5.2 - Clientes por fase do ciclo de vida

Fases do Ciclo de Vida	Clientes
Projeto	Engenheiro Técnico Pesquisadores Colaboradores Usuários
Produção	Pequenas e Médias Empresas
Montagem em fábrica 	Pequenas empresas Médias empresas
Transporte	Transportadoras de pequeno porte Transportadoras de médio porte
Uso 	Pequeno e médio produtor rural
Manutenção	Pequenas oficinas rurais Produtor rural
Reciclagem	Empresa fabricante Desmanche Comerciantes
Descarte	Empresa fabricante Desmanche

5.2.2 Levantar necessidades dos clientes:

O levantamento das necessidades dos clientes segue as maneiras citadas no trabalho de Fonseca (2000), que o levantamento das necessidades dos clientes do ciclo de vida do produto se dão, por meio de questionário dirigido aos clientes do projeto.

Neste trabalho, a identificação das necessidades dos clientes foi estabelecida por meio de entrevistas com agricultores, vendedores de máquinas, projetistas e pesquisadores que estão trabalhando com a mecanização agrícola. Nestas entrevistas se utiliza um questionário estruturado para a captura das necessidades dos clientes durante o ciclo de vida do produto. Este modelo de questionário é apresentado no Apêndice E.

A elaboração do questionário tem base na metodologia para projeto de questionários descrita por Reis *et al.* (2003), com a utilização

como referência do questionário de Farina (2010), questionário semiestruturado para o desenvolvimento conceitual de um módulo de potência para a agricultura. Todos os citados tratam de máquinas agrícolas.

Os resultados do questionário são apresentados no Apêndice F, que auxiliam além da obtenção das necessidades dos clientes, outras condicionantes do projeto, estas que serão exploradas ainda neste capítulo do trabalho.

No âmbito de complementar a lista de necessidades dos clientes, a matriz de apoio ao levantamento das necessidades dos clientes (matriz de ROTH), proposta por Fonseca (2000), foi explorada (Apêndice G). Tal matriz, cruza a coluna, onde encontra as fases do ciclo de vida do produto, com a linha, onde se encontra os atributos básicos, a equipe de projeto, levantando as necessidades para o projeto.

Esta matriz é indicada onde a equipe de projeto levanta por si própria as necessidades dos clientes, sem consultar os mesmos. No caso deste trabalho, a tabela é apenas uma busca complementar. A lista completa das necessidades dos clientes, classificadas segundo o ciclo de vida do produto, é apresentada no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 – Lista das necessidades dos clientes do projeto.

Ciclo de Vida	Necessidades dos Clientes
Projeto	01 Projeto que atenda as variedades de mandioca
	02 Cortar ramas na dimensão
	03 Depositar as manivas horizontalmente (eixo central paralelo ao solo)
	04 Não ser ultrapassado
	05 Possuir boa aparência
	06 Confortável
	07 Produto de baixo custo
	08 Não possuir pontas e arestas cortantes
	09 Proteção no sistema de corte da rama
	10 Bom desempenho
	11 Produto resistente
	12 Resistir aos efeitos ambientes
	13 Não infringir patentes existentes
	14 Poucas peças
	15 Peças com junções
	16 Materiais recicláveis e/ou reutilizáveis

Produção	17	Facilidade na produção
	18	Poucas peças
	19	Aparência agradável
	20	Baixo custo de produção
	21	Baixo tempo de produção
	22	Pintar com facilidade
	23	Fabricação precisa
	24	Junções existentes
Montagem em fábrica	25	Peças e conjuntos montada
	26	Facilidade na montagem e regulagem
	27	Informações de montagem
	28	Partes e conjuntos bem visíveis
	29	Montagem simples
	30	Junções de fácil montagem
Transporte	31	Junções existentes
	32	Estrutura de fácil transporte
	33	Embalagem para transporte
	34	Dimensão de fácil transporte
	35	Carregamento e descarregamento fáceis
	36	Fácil empacotamento
Uso	37	Instruções de uso
	38	Operação simples
	39	Apropriado a pequenos grupos produtivos
	40	Absorver variações no solo
	41	Destaque em pontos com maior importância
	42	Confortável
	43	Baixa vibração
	44	Baixo nível de ruído
	45	Oferecer mínimo esforço para o usuário
	46	Proteção em partes que ofereçam riscos ao usuário
	47	Comandos leves de fácil acesso
	48	Possibilitar a inspeção visual de elementos consumíveis
	49	Possuir sistema de padronização de ramos
	50	Estar de acordo com a norma brasileira
	51	Baixo impacto ambiental
Função	52	Oferecer facilidade no trabalho
	53	Robusto

	54	Cortar ramas na dimensão
	55	Cor agradável
	56	Confortável
	57	Estrutura leve
	58	Sistemas dinâmicos com componentes simples
	59	Baixo consumo de componentes renováveis
	60	Número reduzido de sistemas dinâmicos
	61	Segurança nos sistemas mecânicos
	62	Manter uniformidade na dimensão das manivas
	63	Durável
	64	Possuir peças de reposição
	65	Junções existentes
	66	Resistente
Manutenção	67	Fácil acesso aos componentes
	68	Fácil manutenção
	69	Materiais que possam ser recicláveis e/ou reutilizáveis
Reciclagem	70	Materiais que possam ser recicláveis e/ou reutilizáveis
	71	Materiais de fácil identificação
	72	Fácil desmontagem
Descarte	73	Materiais com vida útil semelhante
	74	Materiais não tóxicos
	75	Segurança no manuseio

Com auxílio dos questionários e a matriz de Roth (matriz de apoio à identificação das necessidades dos clientes) foram encontrados 75 necessidades ao longo do ciclo de vida, que após serem identificadas foram agrupadas de acordo com a fase do ciclo de vida do produto que ela se encontra.

5.3 ETAPA 2.3 – ESTABELECEER REQUISITOS DOS CLIENTES:

Após serem agrupadas as necessidades dos clientes, estas foram transformadas em requisitos dos clientes, ou seja, em frases curtas compostas pelos verbos ser, estar ou ter, seguindo um ou mais substantivo, como sugerido por Back *et al.* (2008).

Salienta-se que as necessidades complementares, obtidas com auxílio da matriz de levantamento de necessidades, normalmente já

encontram-se em frases curtas compostas, pois foram obtidas pela equipe de projeto, contextualizado por Reis (2003).

5.3.1 Conversão das necessidades dos clientes em requisitos dos clientes:

Os requisitos são também indicados por grau de importância, estes estabelecidos com base nos resultados dos questionários (apêndice F), onde há perguntas solicitando a importância de alguns dos requisitos que foram obtidos.

Estes requisitos previamente solicitados, foram obtidos com as entrevistas e visitas a potenciais clientes, descritas no início deste trabalho. O grau de importância é completado, também, pelo conhecimento do assunto da equipe de projeto do trabalho. Com isto, se compôs o quadro que apresenta tais informações, o Quadro 5.4.

Quadro 5.4 – Requisitos dos clientes do projeto.

Ciclo de Vida	Requisitos de Usuário	Grau de Importância
Projeto	01 Ser um projeto multifuncional	6
	02 Ter corte das ramas na dimensão	8
	03 Ser depositado as manivas horizontalmente (eixo central paralelo ao solo)	9
	04 Ter baixa obsolescência	9
	05 Ter boa aparência	5
	06 Ser ergonômico	8
	07 Ser de baixo custo	9
	08 Estar ausente de pontas e arestas cortantes	10
	09 Ter proteção no sistema de corte da rama	10
	10 Ter desempenho com confiabilidade	7
	11 Ser robusto / durável	7
	12 Ser resistente às intempéries	7
	13 Estar de acordo com patentes existentes (não infringir)	10
	14 Ter peças padronizadas	10
	15 Ser modular	6
	16 Ser de materiais que possam ser recicláveis e/ou reutilizáveis	7

Produção	17	Ser de fácil produção	6
	18	Ter peças padronizadas	8
	19	Ter boa aparência	6
	20	Ter mínimo custo de produção	9
	21	Ter baixo tempo de produção	9
	22	Ser pintada sem desperdício	8
	23	Ter precisão de fabricação	7
	24	Ter junções padronizadas	7
	25	Ser modular	3
Montagem em fábrica	26	Ter fácil montagem e regulagem	8
	27	Ter manual de montagem	10
	28	Ser de fácil troca de partes	8
	29	Ter rápida montagem	8
	30	Ter uso preferencial de ligações parafusadas	6
	31	Ter junções padronizadas	6
Transporte	32	Ser de fácil transporte	8
	33	Ter acondicionamento para transporte	9
	34	Ter capacidade de recolhimento das peças	5
	35	Ser de fácil carregamento e descarregamento	5
	36	Ser de fácil acondicionamento	6
Uso	37	Ter manual de instruções	10
	38	Ser de fácil operação	9
	39	Ser para pequenos grupos produtivos	10
	40	Ser capaz de absorver variações no solo sem perder precisão	8
	41	Ter cores de destaque em pontos com maior importância	3
	42	Ser ergonômico	6
	43	Ter baixo nível de vibração	4

	44	Ter baixo nível de ruído	3
	45	Ser de mínimo esforço para o usuário	7
	46	Ter proteção em partes que ofereçam riscos ao usuário	9
	47	Ter comandos leves de fácil acesso	3
	48	Ter possibilidade de inspeção visual de elementos consumíveis	4
	49	Ter sistema de padronização de ramas	4
	50	Estar de acordo com a norma brasileira	10
	51	Ter baixo impacto ambiental	8
	52	Ter maleabilidade no trabalho	6
	53	Ter robustez	6
	54	Ter corte das ramas na dimensão	9
	55	Ter cor agradável	2
	56	Ser ergonômico	4
	57	Ter estrutura leve	3
	58	Ter sistemas dinâmicos com componentes simples	3
	59	Ser de baixo consumo de componentes renováveis	3
Função	60	Ter número reduzido de sistemas dinâmicos	9
	61	Ser seguro nos sistemas mecânicos	6
	62	Estar manivas uniformes na dimensão	9
	63	Ser robusto / durável	7
	64	Ter peças de reposição	9
	65	Ter uniões normalizadas	3
	66	Ter estrutura modular resistente	2
	67	Ser de fácil acesso aos componentes	7
	68	Ser de fácil manutenção	8
Manutenção	69	Ser de materiais que possam ser recicláveis e/ou reutilizáveis	6
Reciclagem	70	Ser de materiais que possam ser recicláveis e/ou reutilizáveis	9

	71	Ter fácil identificação dos materiais	8
	72	Ter fácil desmontagem	6
Descarte	73	Ser de materiais com vida útil semelhante	8
	74	Ser de materiais não tóxicos	9
	75	Ter segurança no manuseio	6

5.4 ETAPA 2.4 – ESTABELECEER REQUISITOS DO PROJETO:

A próxima etapa da fase de projeto informacional é converter os requisitos do usuário em requisitos de projeto. Os requisitos de projeto são uma linguagem de engenharia, assim, são mensuráveis.

Esta conversão se constitui a primeira definição física do produto, por ser mensurável. Assim se associa às características definitivas que o produto deverá apresentar. Como descrito por Fonseca (2000), um momento bastante importante para o processo de projeto.

5.4.1 Conversão dos requisitos dos clientes em requisitos de projeto:

Para auxílio na conversão dos requisitos dos clientes em requisitos de projeto, utilizou-se a matriz de apoio à conversão, esta vinda da proposta de Fonseca (2000), apresentada no Apêndice H deste trabalho.

A conversão ocorre com o cruzamento das linhas, onde estão inseridos os requisitos dos usuários, com as colunas, onde estão inseridos os atributos específicos. O cruzamento incentivou saber quais os requisitos de projeto são mensuráveis.

No Quadro 5.5 são apresentados os requisitos de projeto que foram convertidos com auxílio da matriz. Os requisitos acompanham, às metas e ações, que visam maximizar ou minimizar a ação proposta. As metas e os valores de ação foram desenvolvidos pelo autor, com base em outros trabalhos de referência.

Quadro 5.5 – Requisitos de projeto.

Requisitos de Projeto		Meta	Ações
01	Número de peças padronizadas	Maximizar ↑	100%
02	Cortar manivas na dimensão	Maximizar ↑	$110 \geq L \geq 150$ mm
03	Consentir diâmetros de manivas	Maximizar ↑	$16 \geq d \geq 25$ mm
04	Deposito horizontal das manivas (eixo central paralelo ao solo)	Maximizar ↑	O maior possível
05	Ergonômico	Maximizar ↑	100%
06	Custo de aquisição	Minimizar ↓	Menor possível
07	Custo de fabricação	Minimizar ↓	Menor possível
08	Custo de montagem	Minimizar ↓	\leq que 30% do custo de fabricação
09	Custo de projeto	Minimizar ↓	Menor possível
10	Custo de aquisição dos materiais de fabricação	Minimizar ↓	Menor possível
11	Pontas e arestas cortantes	Minimizar ↓	Nenhuma
12	Proteção no sistema de corte	Maximizar ↑	Não exposto
13	De acordo com patentes existentes	Maximizar ↑	100%
14	Materiais recicláveis e/ou reutilizáveis	Maximizar ↑	100%
15	Vida útil do mecanismo	Maximizar ↑	1200 h ou 05 anos
16	Projeto multifuncional	Maximizar ↑	Máximo possível
17	Estética	Maximizar ↑	Máximo possível
18	Componentes substituíveis	Maximizar ↑	Máximo possível
19	Robustez	Maximizar ↑	Máximo possível
20	Processos convencionais de fabricação	Maximizar ↑	100%
21	Esforço físico do operador	Minimizar ↓	Mínimo possível
22	Custo manutenção por ano	Minimizar ↓	10% valor do produto
23	Montabilidade	Maximizar ↑	Máximo possível
24	Confiabilidade	Maximizar ↑	Máximo possível
25	Estética	Maximizar ↑	Máximo possível
26	Funcionabilidade	Maximizar ↑	Máximo possível

27	Fabricabilidade	Maximizar ↑	Máximo possível
28	Segurança	Maximizar ↑	Máximo possível
29	Nº de módulos	Minimizar ↓	Mínimo possível
30	Adaptação a diversos cultivares	Maximizar ↑	100%
31	Massa total	Minimizar ↓	Mínimo possível
32	Tipos de materiais	Minimizar ↓	Mínimo possível

5.5 ETAPA 2.5 – ESTABELECEER ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO:

A saída desta fase da metodologia, é o quadro de especificações de projeto, este levando em conta os objetivos e restrições de projeto. As especificações de projeto não definem a solução para o projeto, como descrito por Farina (2010), mas sua principal função é a geração de subsídios para a tomada de decisão na seleção das alternativas de projeto.

5.5.1 Quadro de especificações do projeto:

No Quadro 5.6 encontra-se a lista de especificações de projeto do mecanismo dosador de manivas para plantadora de mandioca, com o objetivo desejável, onde se verifica, saída indesejável e um comentário para contextualizar o requisito.

O quadro de especificações de projeto é objeto de validação do projeto e protótipo, pois, por meio deste, se comprova se o protótipo deve seguir para a fase de implementação ou se necessita de uma nova pesquisa e trabalho, assim retornando para as fases anteriores. Tal acontecimento, de retorno as fases anteriores, não acarreta em descarte do projeto, mas em uma pesquisa maior e uma possível inovação incremental e não radical (como proposta).

Quadro 5.6 – Lista de especificações do projeto do mecanismo dosador de manivas

Requisitos de Projeto	Un id	Objetivo	Verificar	Saídas indesejáveis	Comentários
Número de peças padronizadas	º	Utilizar todos os componentes padronizados	Verificar no projeto preliminar	Mínimo de peças padronizadas	Peças padronizadas são: parafusos, chapas, barras, rolamentos, etc. encontradas no comércio.

Cortar manivas na dimensão	mm	$110 \geq L \geq 150$ mm	Verificar no projeto preliminar	Cortar com dimensão inferior ou superior	Evitando desperdício ou depositando manivas de dimensão insuficiente
Possibilitar diâmetros de manivas	mm	$16 \geq d \geq 25$ mm	Verificar no projeto preliminar	Não alojar manivas com diâmetro nesta escala	Assim consentindo a maior parte dos cultivares
Deposito horizontal das manivas (eixo central paralelo ao solo)	Nº	Todas manivas horizontais na saída do conjunto mecanismo dosadores	Verificar no projeto preliminar	Manivas verticais ou próximas a vertical	Assim a maniva depositada no modo de melhor arranquio e produção
Ergonômico	%	Atender as normas ergonômicas	Análise de esforço físico (Eng. Produção)	Equipamento oferecer riscos a saúde do cliente	Produto que não ofereça risco algum para o cliente
Custo de aquisição	R\$	Ser de baixo custo	Verificar no projeto preliminar	Alto custo para o produto final	Custos das peças que serão compradas para montagem e fabricação do equipamento
Custo de fabricação	R\$	Ser de baixo custo	Verificar no projeto preliminar	Alto custo para o produto final	Custos para fabricação das peças a serem montadas no equipamento
Custo de montagem	R\$	Ser de baixo custo	Verificar no projeto preliminar	Alto custo para o produto final	Custos da montagem das peças e conjuntos do equipamento
Custo de projeto	R\$	Ser de baixo custo	Verificar no projeto conceitual	Alto custo para o produto final	Custos para geração do projeto do produto

Pontas e arestas cortantes	Nº	Nenhuma	Verificar no projeto preliminar	Não possuir arresta que possa cortar, acarretando em acidente de trabalho.	Não oferecer riscos para o operador na utilização do equipamento
Proteção no sistema de corte	%	100%	Verificar no projeto preliminar	O sistema de corte ser totalmente protegido	Não oferecer riscos para o operador na utilização do equipamento
Estar de acordo com patentes existentes	Nº	Todas	Verificar no projeto conceitual	Infringir patentes já existentes, assim tornando o produto irregular.	Não infringir as patentes já existentes
Materiais que possam ser recicláveis e/ou reutilizáveis	%	100%	Verificar no projeto preliminar	Ser de materiais tóxicos ou não recicláveis	Os materiais possam retornar para as indústrias como remanufaturados ou em novos produtos
Vida útil do mecanismo	Horas ou anos	5 anos	Verificar no projeto detalhado	Ter vida útil baixa, ou seja, não viável para o proprietário.	Ter vida útil para que o equipamento se torne rentável para o proprietário
Ser multifuncional (várias cultivares)	%	100%	Verificar no projeto preliminar	Não atender os cultivares dos agricultores atendidos pela EPAGRI	Ser possível plantio dos cultivares existentes na EPAGRI
Estética	%	100% bom visual	Verificar no projeto preliminar	Não ter bom visual	Aparência adequada para o equipamento
Número de componentes substituíveis	%	100%	Verificar no projeto detalhado	Ter componentes que afetem o funcionamento o sem poder substituir os mesmos	Componentes que possam ser substituídos mantendo a função

Robustez	%	100%	Verificar no projeto preliminar	Ser um equipamento frágil	Robustez do equipamento adequada
Esforço físico do operador	MPa		Verificar no projeto preliminar	Oferecer um esforço físico exagerado para o operador	Esforço adequado para operador
Custo manutenção por ano	%	0% do valor do produto	Verificar no projeto detalhado	Valor de manutenção elevado para o equipamento	Ter custo de manutenção adequado com o valor do equipamento
Montabilidade	%	100%	Verificar no projeto preliminar	Não ser possível montagem do equipamento	Ter montagem possível e/ou simples
Confiabilidade	%	100%	Verificar no projeto preliminar	Não ser confiável	Equipamento com confiabilidade adequada
Funcionabilidade	%	100%	Verificar no projeto preliminar	Não manter a função de dosar manivas	Manter sempre a função de dosar as manivas
Fabricabilidade	%	100%	Verificar no projeto preliminar	Não ser possível fabricação	Ser de possível fabricação
Segurança	%	100%	Verificar no projeto preliminar	Oferecer perigo para o operador	Ter segurança adequada para o cliente

Com a lista de especificações gerada e orientada, como esta apresentada no Quadro 5.6, agora se faz necessário classificar as mesmas. Este critério de classificação visa apresentar qual é o requisito mais importante do projeto, para assim, conseguir atender primeiramente os requisitos de maior influências nos clientes do ciclo de vida.

5.5.2 Hierarquizar as especificações do projeto:

Neste próximo passo da metodologia, se faz a avaliação dos requisitos dos clientes contra os requisitos de projeto, visando hierarquizar os requisitos de projeto. Para este princípio, foi utilizado a ferramenta QFD (Quality Function Deployment), esta contextualizada por Fonseca (2000) e Back *et al.* (2008), além de ser trabalhada nos estudos de Reis (2003) e Farina (2010).

Esta ferramenta, apresentada no Apêndice I desta dissertação, verifica o tipo de relacionamento existente entre os requisitos de projeto, conflitantes (-) e não conflitantes (+), sendo este relacionamento na parte superior da ferramenta, ou como conhecida por telhado da casa da qualidade.

Nesta dissertação não se trabalhou o telhado desta ferramenta, mas sim, avaliou o relacionamento entre requisitos dos usuários e requisitos de projeto. Fonseca (2000) cita que esta etapa pode ser completada com ou sem a avaliação do telhado da casa da qualidade.

O relacionamento que se utilizou, uma escala (0-1-3-5), sendo fortemente relacionada (5), relação média (3), relação fraca (1) e não relacionado (0). A finalidade desta ferramenta é hierarquizar os requisitos de projeto, tal hierarquia é o resultado final da avaliação.

O Quadro 5.7 abaixo, apresenta a lista de especificações de projeto do mecanismo dosador ordenada segundo a pontuação proveniente da classificação com o auxílio da casa da qualidade.

Quadro 5.7–Lista de especificações do projeto do mecanismo dosador de manivas

Requisitos de Projeto	Unidade	Pontuação	Ordem
Custo de manutenção	R\$	1619	1°
Funcionalidade	Função	1489	2°
Custo de fabricação	R\$	1458	3°
Custo de aquisição	R\$	1419	4°
Montabilidade	%	1390	5°
Custo de montagem	R\$	1387	6°
Confiabilidade	%	1394	7°
Custo de projeto	R\$	1264	8°

Fabricabilidade	%	1250	9°
Esforço físico do operador	kgf	1183	10°
Segurança	%	1162	11°
Vida útil da máquina	anos / hr	1131	12°
Número de peças padronizadas	peças	1099	13°
Ergonomia	%	1048	14°
Componentes substituíveis	Unid.	952	15°
Proteções nos sistemas dinâmicos	%	771	16°
Massa total	Kg	760	17°
Robustez	%	712	18°
Processos convencionais de fabricação	%	650	19°
Módulos	Unid.	649	20°
Materiais recicláveis / renováveis	%	614	21°
Tipos de materiais	Unid.	610	22°
Pontas e arestas expostas	%	567	23°
Estética	%	481	24°
Projeto multifuncional	Função	452	25°
Deposito horizontal da maniva	%	293	26°
Comprimento da maniva	mm	244	27°
Diâmetro da maniva	mm	244	27°
Adaptação a diversos cultivares	Unid.	202	29°
De acordo com patentes existentes	Unid.	195	30°

A escala de valores dos requisitos de projeto com os requisitos dos clientes, inseridos na casa da qualidade, foi dado pelo autor e com auxílio da equipe de projeto, com base no estudo deste trabalho e de outros trabalhos citados no decorrer desta dissertação.

Seguindo sugestão de Fonseca (2000), que sugere a separação em três conjuntos dos requisitos, o primeiro terço (melhores colocados), o conjunto dos requisitos mais importantes. O segundo terço, importantes e o último terço, o conjunto dos requisitos de projeto menos importante.

5.6 COMENTÁRIOS DO CAPÍTULO

Este capítulo da dissertação é onde foi encontrada toda a base de informações do mecanismo dosador, além de iniciar a verificação física do produto, não com forma, mas com especificações que o descreve.

Notou-se que seguindo a metodologia proposta, acompanhando entradas e saídas nas etapas, conseguiu-se obter um êxito maior nas especificações de projeto, pois nesta etapa é onde podemos acompanhar juntamente com os clientes quais são as necessidades existentes no mercado e assim podendo visualizar o nicho que deseja entrar.

Como requerido na metodologia, a lista de necessidades, a transformação em requisitos de clientes e posteriormente em requisitos

de projeto, foram obtidos de pesquisas secundárias (referencial e pesquisa básica, diretamente com técnicas e agricultores), como estão representadas nos Apêndices (C, D, E, F e G).

A propósito, a pesquisa básica foi transformada em artigo de congresso (Apêndice M) que recebeu um prêmio de melhor apresentação em pôster (Apêndice O).

A fase é encerrada estabelecendo as metas do produto no projeto, onde se pode notar que deve haver nas próximas etapas uma maior atenção nos custos do produto (manutenção, fabricação e operação).

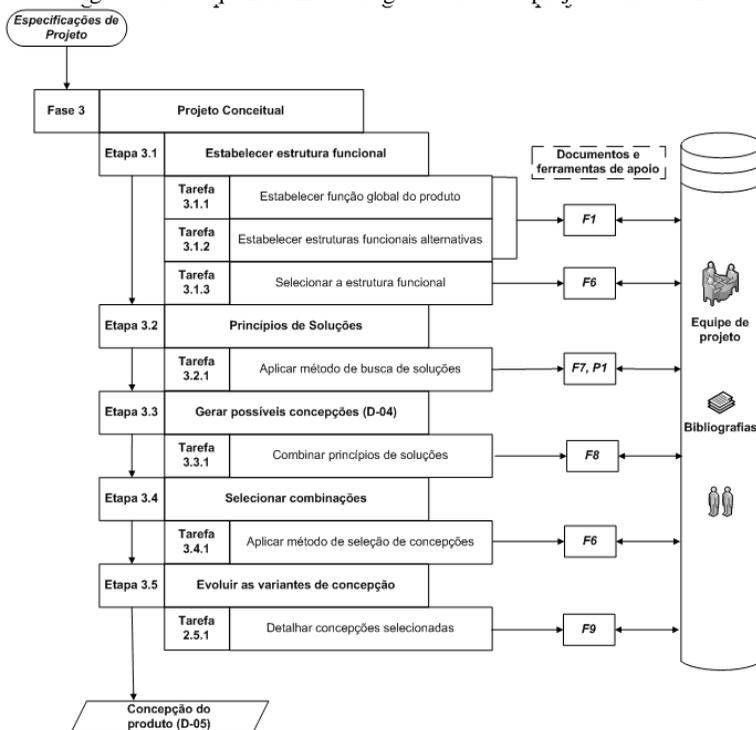
CAPÍTULO 6

6. Projeto conceitual

No presente capítulo apresenta-se a fase de projeto conceitual. Com utilização de documentos e ferramentas de apoio, na busca de soluções para explicitar o conceito do produto em etapas e tarefas, apresentadas na Figura 6.1. Back *et al.* (2008) descreve e classifica em dois tipos de métodos: intuitivos e sistemáticos.

Na presente dissertação, utilizou-se métodos sistemáticos, cujos métodos seguem uma sequência lógica e sistematizada de atividades que levam a solução do problema. Utilizou-se a síntese funcional e a matriz morfológica, consideradas por Back *et al.* (2008) ferramentas com potencial para geração de concepções de sistemas técnicos.

Figura 6.1 - Sequência metodológica da fase de projeto conceitual



Fonte: adaptado de (ROMANO, 2003)

O desdobramento funcional facilita o desenvolvimento do conceito do produto deste trabalho, onde são exploradas e apresentadas

concepções que tem potencial de resolução da função global do mecanismo dosador, além da identificação dos princípios de solução das funções elementares do mecanismo dosador de plantadora de mandioca.

Na fase de projeto conceitual do produto, Ullman (2010) cita que se deve gastar de 20 a 25% do tempo do projeto, para minimizar as alterações mais tarde. Esta etapa é a qual se faz uso de várias ferramentas que propiciaram uma compreensão maior do problema a ser solucionado.

Ao fim desta fase são apresentadas soluções conceituais para o problema proposto e a avaliação das soluções que apresentam maior potencialidade para serem desenvolvidas na fase de projeto preliminar.

6.1 ETAPA 3.1–ESTABELECEER ESTRUTURA FUNCIONAL

Segundo Back *et al.* (2008), o método que se utiliza nesta etapa, da síntese funcional (F1), foi largamente utilizado pelo NeDIP e teve origem na década de 1970 e trabalhado por Koller (1985), Roth (1982), Rodenacker (1991) e Pahl e Beitz (1996).

As funções que o produto deve desempenhar devem ser definidas antes da busca por suas soluções. Como contextualizado por Pahl e Beitz (2011), com a função global dificilmente encontra-se a solução para o problema, por isto utiliza-se nesta ferramenta as subfunções, estas desdobradas da função global, nomeadas por Back *et al.* (2008) como funções parciais e elementares.

6.1.1 Estabelecer função global do produto

A função global do mecanismo dosador se estabeleceu a partir de estudos em trabalhos similares, tais como Dellagiustina (1990), Ogliari (1990), Carrafa (2002) e Reis (2003), além de literaturas como Alonço (2004) e Mialhe (2012). Com isto, definiu-se a função global de: “Dosar e espaçar manivas”, representada na Figura 6.2.

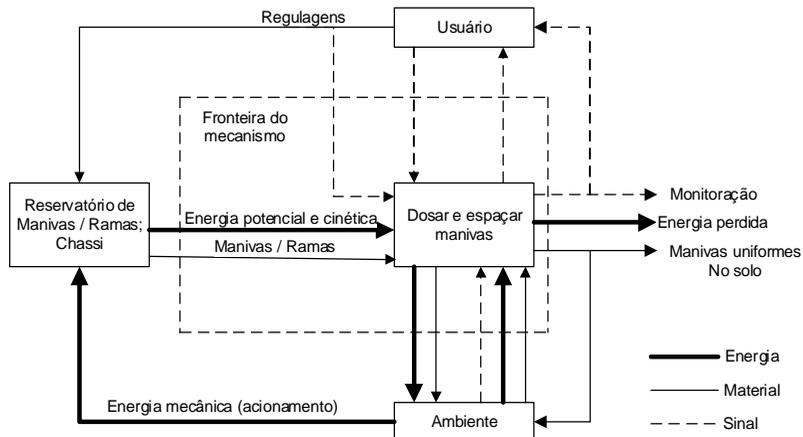
O processo de obtenção da função é dado com o fluxo das linhas, estas entradas e saídas de energia, material e sinal do processo. No processo de transformação, nota-se que este sofre influência do meio ambiente e do usuário.

O ponto de partida para a função é o reservatório com as manivas ou ramas estáticas. A energia de acionamento do mecanismo dosador e da plantadora é dado pelo meio ambiente, pelo giro da roda cobridora da plataforma de plantio, que por sua vez, está acoplada ao trator de rabiças.

As manivas devidamente espaçadas são, ao final do processo, conduzidas até o solo. O sinal de entrada, ou controle, é realizado pelo

usuário, por meio das regulagens da máquina. Já a saída do sinal é por meio da monitoração do plantio, ou verificação do plantio pretendido.

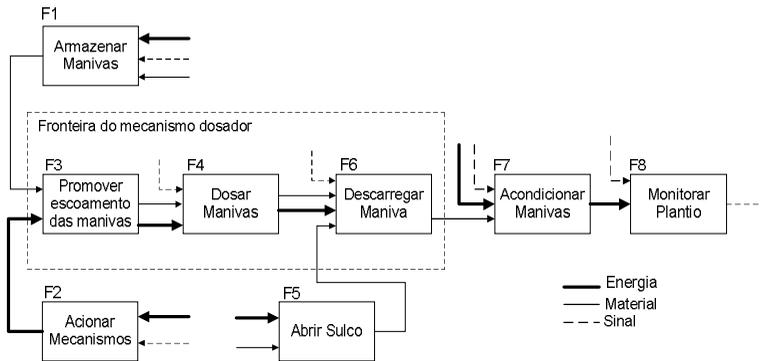
Figura 6.2 – Função global do mecanismo dosador de manivas



Como anteriormente mencionado, deve ser desdobrada a função global. Assim, a função global do mecanismo dosador foi desdobrada em três subfunções – Promover escoamento das manivas, dosar manivas e descarregar manivas. Na Figura 6.3 é apresentada a estrutura funcional completa da máquina de plantio de mandioca, com destaque para fronteira onde se encontram funções do mecanismo dosador.

O desdobramento se constituiu de 8 (oito) subfunções, onde as funções F3, F4 e F6 estão localizadas na fronteira do mecanismo dosador de plantadora de mandioca. As outras subfunções, mesmo não sendo prioridades para o desenvolvimento desta dissertação, serão exploradas, mas com uma menor ênfase.

Figura 6.3 – Desdobramento das subfunções do mecanismo dosador de manivas



6.1.2 Estabelecer estruturas funcionais alternativas

Com a definição da função global do sistema e o seu desdobramento em subfunções, definiu-se as estruturas funcionais que conseguem representar o mecanismo em estudo. As estruturas funcionais foram divididas em três, sendo duas para mecanismo dosador de ramas e uma para mecanismo dosador de manivas, apresentadas no Apêndice I.

- E_1 – Mecanismo dosador de ramas;
 - $E_{1.1}$ – Com corte da rama;
 - $E_{1.2}$ – Com corte e seleção da rama;
- E_2 – Mecanismo dosador de manivas;
 - $E_{2.1}$ – Sem corte, manivas já preparadas;

A estrutura funcional E_1 é representada pela entrada de ramas no sistema com duas estruturas alternativas, onde é requerido fazer o corte da rama em manivas durante o processo de dosagem, função básica do sistema. Na estrutura funcional $E_{1.1}$, representada na Figura I.1 do Apêndice I, não ocorre a seleção das manivas no processo, assim, todas as manivas cortadas prosseguem para plantio.

Já a estrutura funcional $E_{1.2}$, apresentada na Figura I.2 do Apêndice I, têm a particularidade da seleção da maniva cortada no processo. Esta função de seleção é dada para selecionar a maniva que será plantada ou descartada do plantio. Normalmente tal seleção ocorre com base na dimensão do comprimento ou do diâmetro da maniva, assim, as manivas que não se adequarem as dimensões propostas do

mecanismo ou reguladas no mesmo, são descartadas ainda no fluxo do mecanismo dosador.

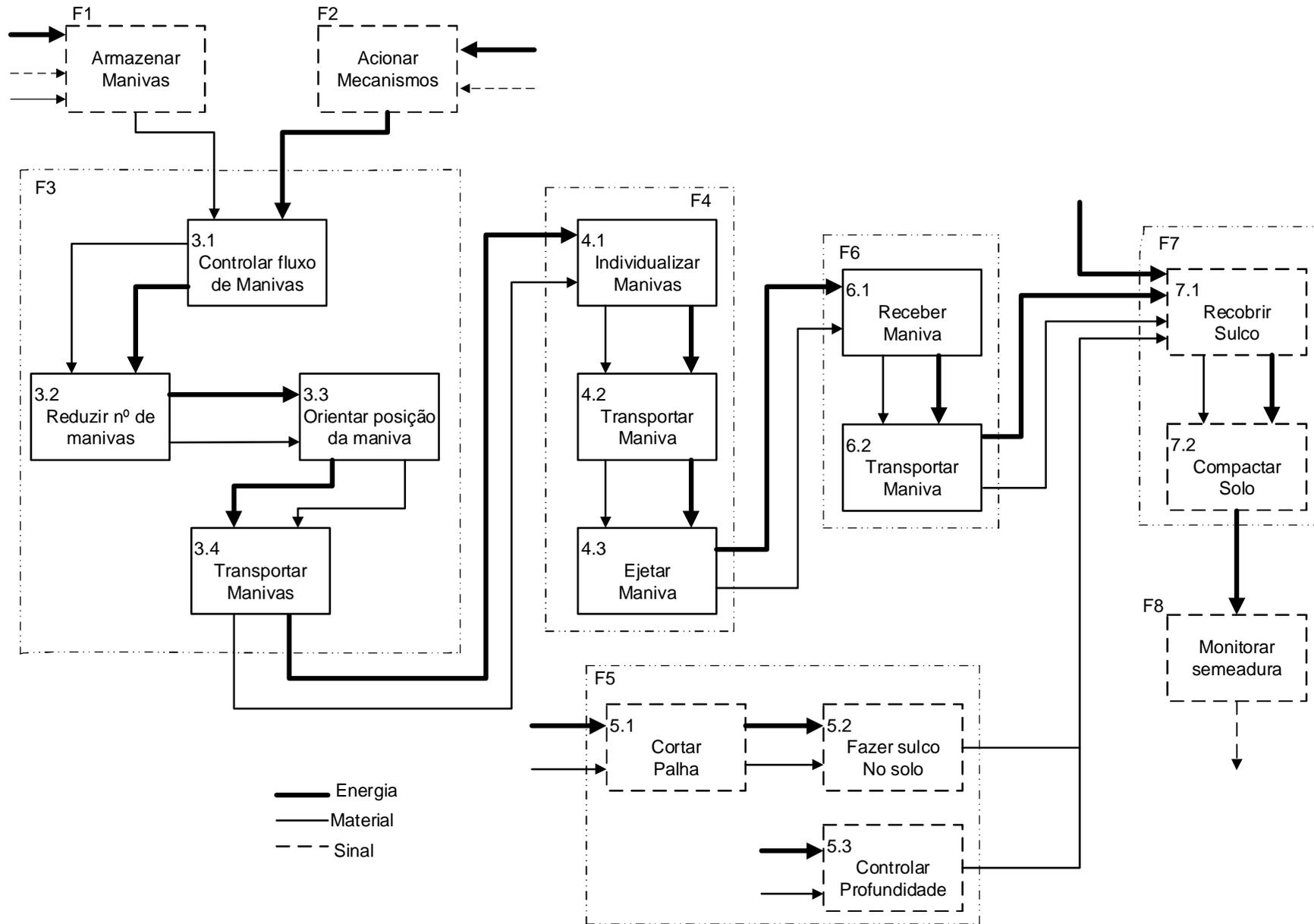
Na estrutura funcional $E_{2,1}$, apresentada na Figura 6.4, da estrutura funcional E_2 , constitui-se de manivas já previamente selecionadas antes do processo de plantio de mandioca. Assim, nesta estrutura funcional há um processo anterior, não explorado nesta dissertação, que podemos chamar de pré-plantio.

Este processo de pré-plantio poderia ser facilitado, se houvesse empresas especializadas que fornecessem manivas já caracterizadas e prontas para o uso em plantio, como existente com sementes (ex.: sementes peletizadas de soja, milho, sorgo, etc.). Até o presente momento não se tem o conhecimento da existência de manivas nesta forma, ocasiona-se assim, o processo de corte da rama em manivas ser realizado de forma manual, podendo ser o operador o executante deste preparo.

Há de haver grande cuidado neste processo, pois além do cuidado no corte da rama em maniva (na dimensão correta e em sua seção transversal), há a necessidade de um bom cuidado em sua manutenção no armazenamento. Tal cuidado é importante para manter as propriedades físicas das manivas sementes.

Uma outra forma de plantio, ainda não explorada, seria plantar a semente de mandioca ou a “gema” da maniva pré-germinada, como uma muda. Isso não foi contemplado na estrutura funcional, porque o escopo do projeto trata de técnicas atualmente utilizadas.

Figura 6.4 – Estrutura funcional E_{2,1}: Dosar manivas já preparadas para plantio (Estrutura selecionada)



Quadro 6.1 - Lista de funções das estruturas funcionais do mecanismo dosador

Função	Descrição	Entrada	Saída
F1 – Armazenar manivas	Armazenar determinada quantidade de manivas a fim de possibilitar, por certo período de tempo, um suprimento constante ao mecanismo dosador.	- Manivas no reservatório;	- Manivas
F2 -Acionar mecanismos	Prover energia mecânica para os mecanismos	- Energia - Regulagens (sinal);	- Energia mecânica regulada
F3–Promover escoamento controlado de manivas	Promover escoamento controlado das manivas, do reservatório ao mecanismo dosador	- Manivas do reservatório	- Manivas no mecanismo dosador
F3.1 –Controlar fluxo	Conter o fluxo das manivas vindas do reservatório a serem levadas ao mecanismo dosador	- Manivas no reservatório; - Energia potencial na forma de elétrica ou mecânica, para fechamento e abertura do fluxo; - Sinal do comando para abertura e fechamento do fluxo.	- Manivas com fluxo controlado;
F3.2 – Reduzir nº de manivas	Diminuir a quantidade de manivas que chegam para serem dosadas	- Grupo de Manivas vindas do reservatório; - Energia;	- Maniva para ser orientada a sua posição de saída; - Energia;
F3.3 – Orientar posição das manivas	Disponibilizar as manivas em posição que auxilie a dosagem	- Manivas aleatórias; - Energia;	- Manivas orientadas para a dosagem; - Energia;
F3.4– transportar manivas	Conduzir manivas do reservatório ao mecanismo dosador	- Manivas captadas no reservatório; - Energia;	- Manivas no mecanismo dosador; - Energia;
F4– Dosar manivas	Distribuir as manivas, de forma a garantir um determinado espaço vital às plantas no solo	- Manivas; - Energia;	- Manivas espaçadas adequadamente;
F4.1 -Individualizar	Na câmara do mecanismo dosador se realiza a individualização das manivas	- Manivas vindas do reservatório; - Energia mecânica ou cinética; - Regulagens;	- Manivas para câmara intermediária do mecanismo dosador; - Energia mecânica ou potencial; - Maniva individualizada;
F4.2 -Transportar	Conduzir manivas individualizadas e espaçadas do sistema de individualização até o local de ejeção do mecanismo dosador	- Manivas individualizadas; - Energia potencial, cinética ou mecânica; - Regulagens;	- Manivas no local de ejeção;
F4.3 -Ejetar	Garantir a saída das manivas individualizadas e espaçadas do mecanismo dosador	- Manivas do dosador; - Energia mecânica, cinética ou potencial para ejetar; - Regulagens;	- Manivas individualizadas e espaçadas fora do mecanismo dosador;

F5–Abrir sulco	Preparar o leito de plantio, para receber as manivas do mecanismo dosador	- Energia; - solo; - palhada e resíduos de plantações;	- Sulco na profundidade e forma ideal;
F5.1 – Cortar palha	Cortar a palhada existente na parte superior do solo, para fazer o sulco no solo com maior facilidade	- Palha e resíduos; - Energia; - Regulagens;	- Palhada cortada; - Energia; - Resíduos cortados;
F5.2 – Fazer sulco no solo	Fazer o leito de plantio, que receberá as manivas	- Energia; - Solo; - Regulagens;	- Sulco no formato ideal; - Energia;
F5.3 – Controlar profundidade	Controlar profundidade do sulco	- Energia; - Regulagens; - Referência do cultivar;	- Sulco na profundidade ideal;
F6 – Descarregar manivas	Conduzir as manivas individualizadas do dosador até o solo	- Maniva que sai do dosador; - Energia; - Regulagens de posicionamento;	- Captura, condução e entrega da maniva;
F6.1 –Receber maniva	Recebimento da maniva que é ejetada do mecanismo dosador	- Maniva ejetada do dosador; - Energia; - Regulagens;	- Maniva no mecanismo de descarga; - Energia;
F6.2 – Transportar maniva	Conduzir maniva do receptáculo do mecanismo de descarga até próximo ao solo, guiando o deslocamento da maniva, afim de assegurar a trajetória mais adequada, além do posicionamento da maniva	- Maniva do receptáculo do mecanismo de descarga; - Energia; - Regulagens;	- Maniva próxima ao solo e com trajetória adequada;
F7 – Acondicionar maniva	Adequar maniva no sulco, recobrir e adensando o solo ao redor da maniva, afim de proporcionar eficácia na germinação	- Maniva ejetada do mecanismo dosador; - Energia; - Regulagens; - Sulco no solo;	- Solo compactado, com maniva acondicionada
F7.1 – Recobrir sulco	Cobertura das manivas com uma camada de solo	- Maniva ejetada do mecanismo dosador; - Energia; - Sulco no solo e solo movimentado;	- Maniva coberta com solo movimentado; - Energia;
F7.2 – Adensar solo	Adensamento do solo ao redor das manivas, a fim de garantir um contato entre ambos, visando a eficaz transferência do calor e umidade, necessárias à germinação	- Energia; - Regulagens; - Sulco recoberto;	- Solo compactado, com maniva acondicionada;
F8 – Monitorar plantio	Verificar se a distribuição das manivas esta de acordo com a recomendação	- Manivas que passam através do depositador; - Energia elétrica; - Sinal de controle; - Equipamento de monitoramento;	- Número de manivas depositadas por metro linear; - Controle de dosagem;

6.1.3 Selecionar estrutura funcional

Após a apresentação das três estruturas funcionais (Apêndice I) com a descrição das suas funções, com entradas e saídas, deve-se proceder a seleção da melhor estrutura funcional para o problema proposto. Esta seleção tem a finalidade da escolha da estrutura funcional que melhor atenda aos requisitos dos usuários.

Por meio do Quadro 5.7 de especificações de projetos, o custo é o principal atributo para o sucesso do projeto e obteve a maior pontuação nas especificações, constantemente abordado pelos usuários durante as entrevistas realizadas no início da fase de projeção. Assim, o custo foi o principal atributo influenciador nas tomadas de decisões referentes a seleção da estrutura funcional.

Esta preocupação com o custo da máquina influenciou no atributo de automatização do processo de plantio. Objetivo foi eliminar o operador de alimentação de ramas/manivas, sendo a exigência de automação “imperativa”.

Para a seleção da estrutura mais adequada, foi utilizado a matriz de decisão (F6) proposta por Pugh (1991), apresentada no Quadro 6.2. Por meio de uma matriz que compara as “soluções embrionárias”, expressão de Camargo (2007). Tal matriz compara as estruturas funcionais entre si, para isto, deve-se primeiramente escolher uma concepção de referência, comparando-a com as outras estruturas funcionais.

Como critério de escala, foi utilizado o critério de Ullman (1997), representado na Tabela 6.1. Este critério é usual em trabalhos realizados no NeDIP como uma escala de seleção, utiliza uma escala de cinco níveis para pontuação, para auxiliar a não ocorrência de discrepância no resultado.

Tabela 6.1 – Escalas recomendadas por Ullman (1997)

Avaliações qualitativas	Valores correspondentes
Critério atendido muito melhor que a referência	+3
Critério atendido melhor que a referência	+1
Critério atendido tão bem quanto a referência	0
Critério não atendido tão bem quanto a referência	-1
Critério é atendido muito pior que a referência	-3

Este critério é recomendado para uma avaliação qualitativa, pois as notas são dadas pela equipe de projeto, assim, a avaliação vai depender da experiência e especialidade de cada membro da equipe,

havendo diferença na escolha, se esta for realizada por uma equipe de projeto diferente ou em outro momento com a mesma equipe de projeto.

A equipe de projeto que participou desta avaliação, era composta de engenheiro mecânico, agrônomo e técnico de fabricação. Os membros participaram de várias etapas de desenvolvimento do projeto, assim conhecendo suas particularidades apresentadas neste trabalho.

Quadro 6.2 – Matriz de Pugh (1990) simplificada do quadro de requisitos de usuário para seleção da estrutura funcional do mecanismo dosador de manivas

Requisitos de Usuário	Pesos	Estrut. Funcionais		
		EF1	EF2	EF3
Ser um projeto multifuncional	6	1	3	R e f e r ê n c i a
Ter corte das ramas na dimensão	8	-1	0	
Ter baixa obsolescência	9	0	0	
Ter boa aparência	5	0	0	
Ser ergonômico	8	-1	-1	
Ter proteção no sistema de corte da rama	10	0	0	
Ter desempenho com confiabilidade	7	0	0	
Ser durável	7	1	1	
Ser resistente às intempéries	7	0	0	
Ter peças padronizadas	10	1	-1	
Ser de fácil produção	6	0	-1	
Ter peças padronizadas	8	0	0	
Ter baixo tempo de produção	9	1	-1	
Ter junções padronizadas	7	0	0	
Ter fácil montagem e regulação	8	1	-1	
Ser de fácil troca de partes	8	0	-1	
Ter rápida montagem	8	1	-1	
Ser de fácil operação	9	0	0	
Ser para pequenos grupos produtivos	10	-1	-1	
Ser de mínimo esforço para o usuário	7	0	-1	
Ter sistema de padronização de ramas	4	-1	3	
Ter baixa manutenção	8	0	0	
Ter robustez	6	0	3	
Ter número reduzido de sistemas dinâmicos	9	0	-1	
Ter sistemas dinâmicos com componentes simples	3	0	-1	
Ter estrutura modular resistente	2	-1	1	
Estar manivas uniformes na dimensão	9	-1	0	
Total +		6	6	0
Total -		-12	-16	0
Saldo		-1	-3	0
Saldo ponderado		-6	-33	0
Classificação Final		2º	3º	1º

Esta análise foi muito importante para o autor tomar conhecimento do método e avaliar as informações auferidas ao longo dos cursos da área de sistemas do POSMEC. Contudo, vale observar que embora sejam comparáveis vários requisitos do usuário entre as estruturas funcionais, dois foram determinantes para a seleção da EF3:

- Baixo custo;
- Ramas já vem cortadas;
- Um só operador. A rama já cortada e um só operador é específico da solução EF3. O baixo custo também ficou muito privilegiado nesta opção, em face da não necessidade do módulo portar um operador.

A seleção da estrutura funcional que segue para a próxima etapa do trabalho é importante, pois assim pode-se concentrar em cada subfunção do sistema e não prender-se a busca de soluções em outras subfunções que não serão necessárias para este projeto.

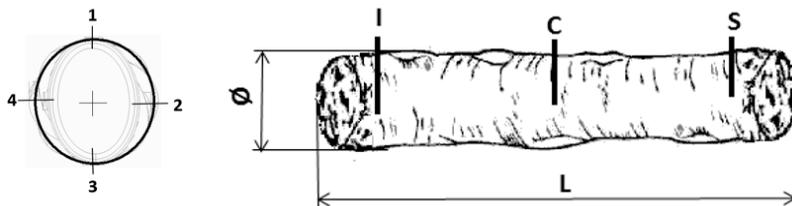
Com a escolha da estrutura funcional EF3, onde a entrada da estrutura funcional são as manivas, se necessita a caracterização destas manivas para a operação, chamada anteriormente de pré-plantio. Para caracterização das manivas escolheu-se seis cultivares diferentes com auxílio de uma equipe de apoio, formada por pesquisadores da EPAGRI de Urussanga/SC.

A escolha foi realizada conforme a utilização dos cultivares em plantio no Estado de Santa Catarina, com seis cultivares e de maior empregabilidade nos plantios atuais. Estes cultivares previamente selecionados, seriam repassados para os agricultores efetuarem o plantio da mandioca.

Para esta caracterização, dados apresentados parcialmente no Apêndice J, artigo apresentado em congresso e resultado da pesquisa básica, utilizou-se uma balança para determinar o peso das manivas (de precisão = 0,100 g), um paquímetro (de precisão = 0,100 mm) para o diâmetro e o comprimento das manivas.

A precisão destes equipamentos deve ser adequada para medir as variações que ocorrem no processo de corte das manivas para o processo de plantio. As medidas efetuadas estão representadas na Figura 6.5.

Figura 6.5 – Posições de referências para efetuar as medidas das manivas dos cultivares utilizados



Para definir o diâmetro médio foram realizadas quatro medições, girando a maniva em 90° a cada medida, nas posições 1, 2, 3, 4, apresentado na Figura 6.5. Cada medida foi feita em três posições diferentes ao longo do comprimento (L) da maniva, chamadas de superior (S) da maniva, central (C) da maniva e inferior (I) da maniva.

Para definir o comprimento médio, realizou-se quatro medições, girando a maniva a cada medição, para compensar cortes não perpendiculares, pontos 1,2,3 e 4 da Figura 6.5. Já para se obter a massa, se realizou quatro pesagens, e a cada medida se zerou a balança.

Com estas medições foi possível fazer a caracterização das manivas, como apresentado na Tabela 6.2. Esta caracterização auxilia no dimensionamento dos sistemas do mecanismo dosador (reservatório, sistema de guia, captação e ejeção), além de servir como referência para os clientes finais na seleção das manivas para o plantio.

Na Tabela 6.2, observa-se a média dos valores de massa (g), comprimento (cm), volume (cm^3) e densidade (g/cm^3) das manivas em função do cultivar de mandioca. Verifica-se que o cultivar Apronta mesa apresenta maior massa.

Quanto ao comprimento das manivas, não foram observadas diferenças significativas entre os cultivares, mostrando que o corte manual com serrote, a partir de um referencial, resulta em resultados aceitáveis.

Nota-se que o volume das manivas foi maior para as variedades Oriental, seguida da variedade Apronta mesa. Tal dado, provavelmente decorrente do diâmetro das mesmas. Quanto à densidade das manivas, verifica-se que as variedades Amarela Barão de Lucena e Apronta mesa se destacaram das outras.

Ressalta-se que, em projetos de desenvolvimento de reservatórios e dosadores de manivas, essas diferenças podem ser significativas ao projeto, por serem numericamente “dispersas”. Tal conclusão é consistente a não adequação e padronização dos reservatórios de máquinas de plantio para esta cultura, além de apontar a grande dificuldade da não mecanização desta tarefa.

Tabela 6.2 – Caracterização física das manivas: seis cultivares

Cultivar	Ø médio (mm)	L médio (mm)	Peso (g)	Densidade (g/cm ³)	Desv. Padrão Ø (mm)	Desv. Padrão L (mm)	Desv. Padrão P (g)
<i>Criolo</i>	22,8	154,4	62,5	0,98964	1,1	1,8	6,5
<i>Branco Mato</i>	21,4	154,7	53,0	0,95163	1,1	1,3	9,4
<i>LAC 576/70</i>	22,0	152,8	58,4	0,99826	1,1	1,8	5,4
<i>Apronta mesa</i>	24,5	153,9	76,6	1,05564	1,1	1,7	6,6
<i>Amarelo Barão de Lucena</i>	22,1	153,5	62,0	1,05196	1,3	1,7	7,7
<i>Oriental</i>	26,1	153,9	84,5	1,02025	1,6	1,8	9,3
Geral	23,2	153,9	66,2	1,01123	1,2	1,7	7,5

6.2 ETAPA 3.2 – PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO

Como descrito por Pahl e Beitz (2010), para as subfunções da estrutura funcional selecionada, deve-se encontrar princípios de solução que serão posteriormente combinados e suficientemente materializados, ocasionando uma solução básica para o problema.

Back *et al.* (2008) cita que “a equipe de projeto deve obter várias soluções alternativas para o problema, para a seleção da melhor e mais inovadora concepção do produto”. Para esta obtenção, se utiliza o método sistemático da matriz morfológica (F8).

O método, consiste em uma matriz que na sua primeira coluna apresenta as funções, estas provenientes do método de síntese funcional, apresentado anteriormente neste capítulo. Nas colunas subsequentes são apresentados os princípios de soluções para a função orientada na linha, tantas quanto forem encontradas.

Assim, nota-se a importância da equipe de projeto no sentido de seleção dos princípios de solução e da combinação dos mesmos, afim de não eliminar uma boa ideia prematuramente, ou ainda, levar para as fases seguintes as concepções que não se adequam às necessidades dos clientes ao longo do ciclo de vida.

6.2.1 Método de busca de soluções

Para o preenchimento da matriz morfológica com os princípios de solução, foram utilizados métodos intuitivos. Primeiramente trabalhou-se com o brainstorming (F7) em duas seções de 50 minutos com nove participantes, estes com experiência em desenvolvimento de produtos. O autor desta dissertação foi o coordenador do processo, já um dos participantes foi o responsável pelo registro das sugestões, na função de relator.

Após o uso deste método, utilizou-se a segunda técnica, esta sugerida por Fonseca (2000), o levantamento por meio da literatura existente (P1), visando o aumento e complementaridade do número de princípios de solução.

Após completar a matriz, foram selecionados pela equipe de projeto os principais princípios de solução. Este refino sugerido por Ullman (2010), facilita a próxima etapa que é a geração das concepções. A matriz morfológica com os princípios de solução pode ser visualizada na integra no Apêndice K.

6.3 ETAPA 3.3–GERAR POSSÍVEIS CONCEPÇÕES

A geração das concepções é dada na matriz morfológica com a seleção de um princípio de solução para cada função e a combinação dos selecionados em um único projeto, este sendo uma alternativa de concepção para o produto.

As funções que estão fora do objetivo do projeto, como apresentado no início deste capítulo na síntese funcional, podem ser vinculadas a unidade de plantio da máquina. A unidade de plantio da máquina foi elaborada por outra equipe de projeto em paralelo a esta dissertação.

A unidade de plantio, juntamente com o equipamento de testes de mecanismos dosadores, ambos projetos auxiliados pela mesma equipe de projeto desta dissertação, encontram-se brevemente apresentados no Apêndice Q.

6.3.1 Combinação dos princípios de solução

A combinação dos princípios de solução foi realizado pelo autor da dissertação com auxílio da equipe de projeto. Na combinação, se formou 6 (seis) concepções alternativas potenciais (C-01, C-02, C-03, C-04, C-05 e C-06).

A concepção C-01, apresentada na Figura 6.6, é de um dosador com sistema de rotor cilíndrico (01) com alojamentos em forma de alvéolos nas extremidades de sua circunferência, cada alvéolo comporta uma maniva (02). O rotor gira no sentido horário, afim de haver um menor dano mecânico na maniva que é captada, por haver um distanciamento em x do centro do rotor com a ponte de queda.

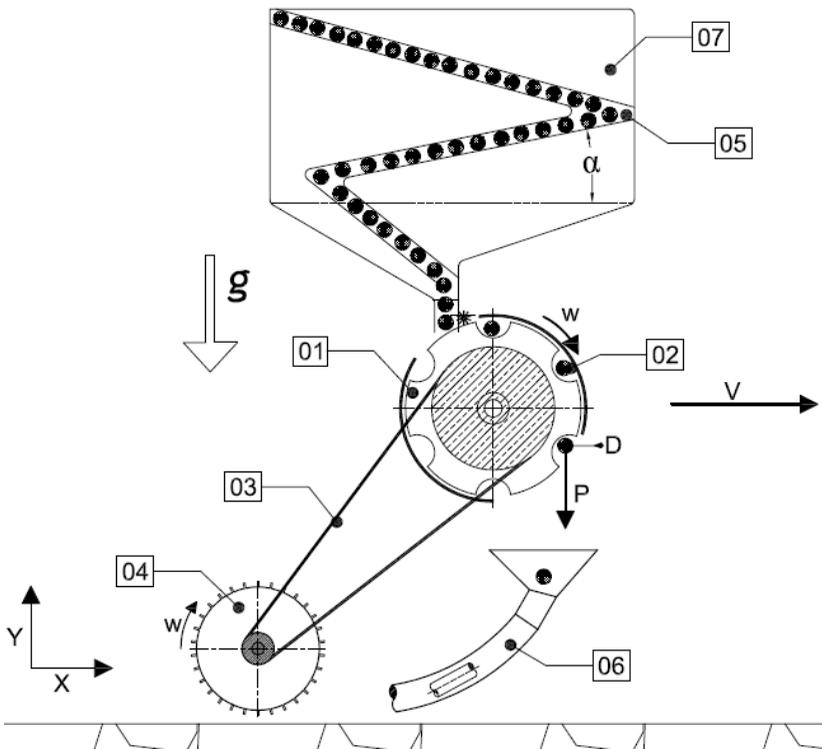
O acionamento do rotor é dado por corrente (03). Uma das extremidades da corrente é acoplada em uma roda dentada que está montada no mesmo eixo do rotor, transmitindo o movimento de giro para o mesmo. Já a outra extremidade é acoplada na roda dentada que está unida no mesmo eixo da roda cobridora (04), que é acionada com o movimento da máquina de plantio (pelo arraste da roda no solo), assim gerando a energia mecânica necessária para o acionamento do mecanismo dosador.

O processo anterior a chegada da maniva individualizada no rotor do mecanismo dosador, é a individualização das manivas no reservatório (07). Esta ocorre por meio de um sistema de orientação e transporte, nomeado de “labirinto” (05). As manivas sofrem o efeito da sua força peso (P) e com um ângulo (α), é suficiente para que a força da

maniva ultrapasse a força de atrito (entre maniva e material do labirinto), assim ocorrendo o fluxo contínuo das manivas.

Para a deposição da maniva no solo, na posição requerida, há o tubo condutor (06). Este recebe a maniva quando ela chega no ponto D, fim do curso do rotor ou ponto de ejeção que está alinhado com o sistema de condução e sobre o efeito da força peso (P), com uma entrada no tubo suave e que direciona a maniva para sua queda adequada no solo, além de uma proximidade com a roda cobridora.

Figura 6.6 – Concepção C-01 do mecanismo dosador

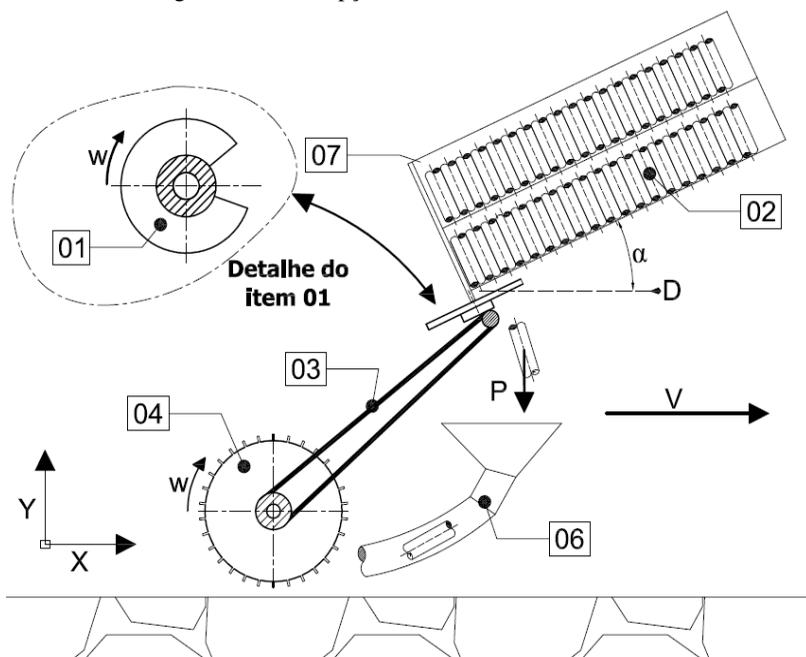


Na concepção C-02, Figura 6.7, consta basicamente de um elemento giratório (01), este acionado pela corrente (03) que está acoplada a roda compactadora (04). Nesta concepção, há a necessidade de um mecanismo de inversão de transmissão ortogonal, afim de alterar o sentido de giro que sai da roda cobridora para a velocidade angular (w) do elemento giratório.

As manivas (02) vem previamente distribuídas nestes “cartuchos”, até o elemento giratório (ponto D), se dá, pela saída do reservatório (07), com auxílio do ângulo de queda (α). O reservatório apresentado, tem as manivas organizadas (chamado de gradeamento), onde as manivas são agrupadas em “lotes” em reservatórios menores e modulares que se conectam, o escoamento ocorre pela inclinação do reservatório e pela força gravitacional.

O elemento giratório é provido de vazamento em sua superfície, cuja dimensão juntamente com a velocidade angular, permite a queda ou “expulsão” da maniva para o tubo condutor (06).

Figura 6.7 – Concepção C-02 do mecanismo dosador



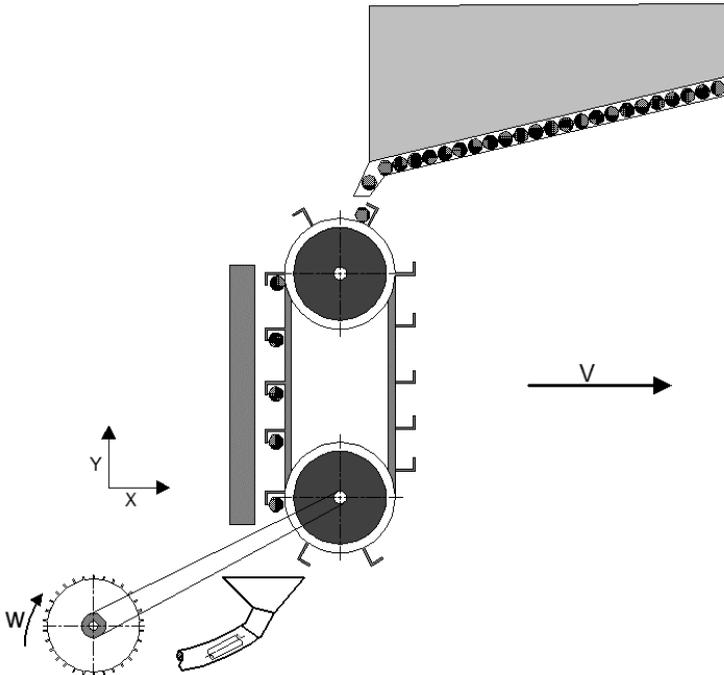
A terceira concepção alternativa (C-03) é um mecanismo de condução forçada de manivas, apresentado na Figura 6.8. É constituído por uma correia provida de aletas (no caso de ser de borracha, vulcanizadas juntamente com a correia), instalada entre duas polias.

O reservatório é estruturado para a condução precisa e alinhada das manivas, estas não podendo sofrer desalinhamento, assim

necessitando de uma boa organização para a queda organizada e coerente. As manivas devem estar alinhadas, como mostra a Figura 6.8, com sua seção transversal alinhada para queda. O mecanismo de correia com aletas recebe, pela parte superior, as manivas providas do reservatório e já orientadas.

A deposição da maniva, se dá, por meio de uma janela de expulsão, localizada imediatamente acima do abridor de sulco e conectada nas aletas da esteira. Há necessidade de verificar altura de queda da maniva, ajustada de maneira a reduzir o efeito de ricochete provocado pela velocidade de deslocamento da plantadora.

Figura 6.8 – Concepção C-03 do mecanismo dosador

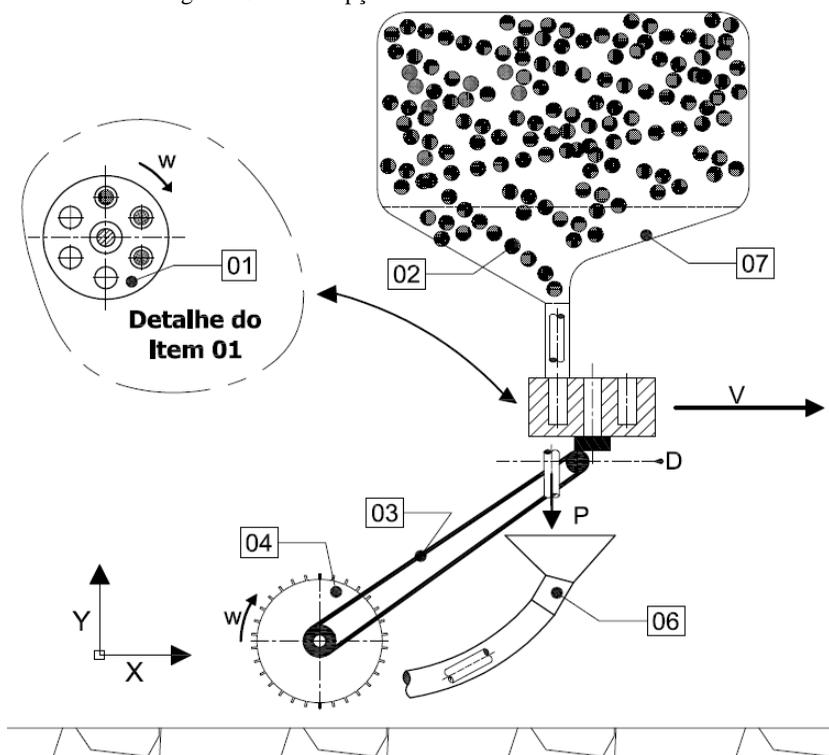


Já a concepção C-04, apresentado na Figura 6.9, é constituída por reservatório (07) que alimenta os alojamentos para as manivas em um tambor (01), assim se assemelhando às plantadoras semi-automáticas existentes, se diferenciando pela orientação e inserção automática e não manual, das manivas para o tambor.

O deslocamento da plantadora (V) é sincronizado com o giro do tambor (w) para a liberação das manivas, afim da deposição de uma por vez em intervalos que espaçaram as manivas – espaçamento variável com variação das engrenagens de movimento (rodas adensadora e tambor). Como na concepção C-02, há necessidade de uma inversão ortogonal na rotação da roda compactadora com o tambor.

Sendo a força peso responsável pela queda da maniva do tambor até o tubo condutor (06), onde a maniva sofre uma variação na sua orientação e visa a queda da maniva horizontal no sentido longitudinal do deslocamento da plantadora.

Figura 6.9 – Concepção C-04 do mecanismo dosador



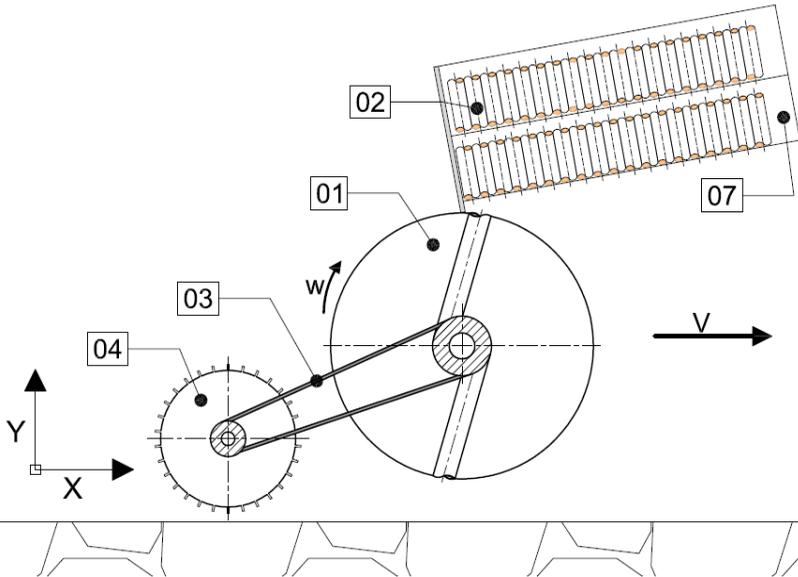
A concepção C-05, apresentada na Figura 6.10 é também um mecanismo de condução forçada, como a concepção C-03, em que um rotor cilíndrico (01) é o elemento giratório, constituído por tubos de singularização radialmente dispostos. A rotação do rotor é sincronizada

com a roda adensadora, assim necessitando de uma caixa de transmissão ou conjunto de engrenagens para a variação no espaçamento entre as manivas.

O processo de promover escoamento das manivas é realizado da mesma maneira que na concepção 02, sendo as manivas agrupadas em sistema de gradeamento e o sistema de transmissão de torque é o mesmo das concepções anteriores.

As manivas vem do reservatório (07), alojam-se no condutor (02) que alimenta os alvéolos (01) que conduz até o tubo de descida para o solo.

Figura 6.10 – Concepção C-05 do mecanismo dosador



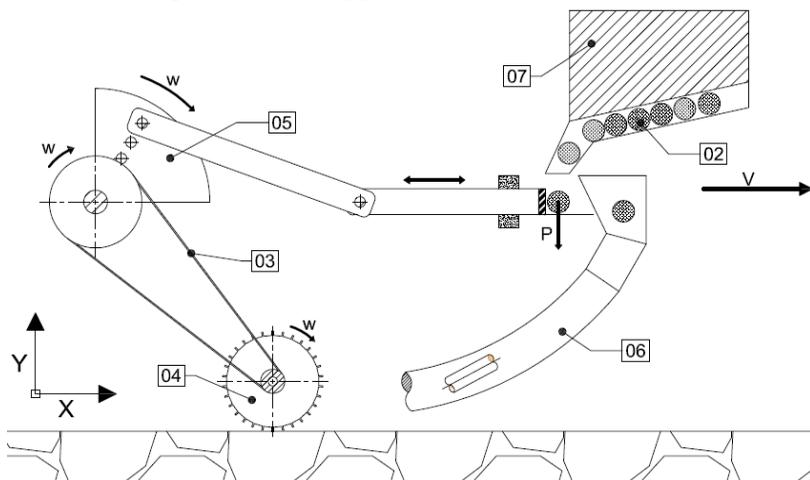
Por fim, a concepção C-06 tem sua constituição essencialmente de um reservatório (07) que deposita as manivas (02) por gravidade, no mecanismo de condução linear (05), que leva até a entrada do conjunto tubo de condução (06). A figura 6.11 apresenta uma das soluções possíveis de condução, por meio de mecanismo biela-manivela (05) ou mecanismo oscilador.

Na concepção a ação promotora do fluxo das manivas, se dá, pela força peso das manivas (P), orientadas previamente no reservatório (07) e com sua queda no instante que o mecanismo oscilador se

encontrar na posição que deixa a abertura do reservatório em estado de fluxo, assim a maniva sofre a queda.

Após a queda, o mecanismo oscilador a impulsionará para o tubo condutor. A oscilação é a responsável pelo espaçamento entre as manivas. O oscilador é acionado pelo movimento circular da roda cobridora (04). Já o tubo condutor é posicionado de forma a facilitar a deposição horizontal de cada maniva no solo e com proximidade a roda compactadora.

Figura 6.11 – Concepção C-06 do mecanismo dosador



6.4 ETAPA 3.4 – SELECIONAR COMBINAÇÕES

Nesta etapa o objetivo é a avaliação e seleção da concepção que mais se identifique com as especificações de projeto estabelecidas como entrada desta fase. Camargo (2007) cita Salonen e Perttula (2005), que descrevem a etapa de seleção como uma série de passos divergentes, provenientes da geração das concepções e convergentes com os passos que avaliam e selecionam a concepção.

Seguindo este raciocínio, nota-se a importância da convergência da seleção, assim fundamentando a escolha realizada nesta etapa para os clientes do produto e com auxílio da equipe de projeto durante os passos.

Back *et. al* (2008) destacam que a concepção tem um grande impacto em todas as etapas do ciclo de vida do produto para a empresa,

assim se assume que a seleção da alternativa com maior potencial de sucesso é uma decisão importante na macrofase de projeção.

6.4.1 Método de seleção de combinações

Como salientado por Salonen e Pertulla (2005), a limitação da capacidade de memória imediata dos indivíduos durante o processo de seleção é um dos empecilhos para o processo. Assim havendo contestações das pontuações que cada concepção recebe durante esta etapa.

O método escolhido de seleção da concepção que melhor se enquadra as especificações de projeto, é a matriz de seleção de Pugh (F6). Tal método descrito e utilizado durante este capítulo para a seleção da estrutura funcional.

Afim da diminuição das concepções que sofrem valoração, e assim diminuindo a ocorrência de uniformidade entre concepções - evento salientado por Camargo (2007), o que é decorrente de derivações próximas, dificultando tal avaliação – a equipe de projeto excluiu as três concepções que apresentaram um parecer com maior inviabilidade.

As concepções C-02 e C-05 foram consideradas inviáveis para os clientes propostos, devido ao seu sistema requerer o gradeamento prévio das manivas. Estas concepções requerem uma grande aplicação dos usuários, pois há necessidade grande de adequação das manivas ao encartuchamento.

A concepção C-05 necessita ainda de uma grande dimensão disponível para sua implantação, dimensão não disponível pelas premissas disponibilizadas do projeto, tais como trator de rabiça (máquina deve ser compacta).

Para a concepção C-02, há uma grande apreensão pela equipe de projeto de haver cisalhamento nas manivas, proveniente de possíveis trancamentos ou até mesmo retardo da maniva ao ponto de descarga, devido as variações no relevo de plantio.

Na concepção C-03, o mecanismo de condução forçada – a esteira de borracha com aletas vulcanizadas – tem um valor agregado de projeto e aquisição inviável para o projeto e seus clientes. Mesmo sendo um conceito com um grau de manutenibilidade e confiabilidade aceitável, seu custo acaba por inviabilizá-la.

Há projetos de outros equipamentos que utilizam a concepção com uma ou mais esteiras, como exemplo da batata ou cana-de-açúcar. É uma solução em que o movimento linear é constante e confiável, mas

há poucas empresas fabricantes deste componente e o mesmo é customizado, acarretando em um custo elevado.

Assim, a equipe de projeto avaliou e selecionou, as concepções C-01, C-04 e C-06, apresentadas no Quadro 6.3. A concepção referência para o processo é a C-01, já a escala utilizada é a proposta por Ullman (1997) e assim mantendo o parâmetro anteriormente utilizado para a seleção da estrutura funcional.

Quadro 6.3–Matriz de Pugh (1990) simplificada do quadro de requisitos de usuário para seleção da concepção

Requisitos de Usuário	Pesos	Concepções		
		C-04	C-06	C-01
Ser um projeto multifuncional	6	0	0	R
Ter baixa obsolescência	9	0	1	
Ter boa aparência	5	0	0	e
Ser ergonômico	8	0	0	
Ter desempenho com confiabilidade	7	0	0	f
Ser durável	7	0	0	
Ser resistente às intempéries	7	0	-3	e
Ter peças padronizadas	10	0	0	
Ser modular	6	0	0	r
Ser de fácil produção	6	-1	1	
Ter baixo tempo de produção	9	0	0	ê
Ter junções padronizadas	7	0	1	
Ter fácil montagem e regulação	8	1	1	n
Ser de fácil troca de partes	8	0	0	
Ter rápida montagem	8	0	0	c
Ser de fácil operação	9	0	0	
Ser de mínimo esforço para o usuário	7	0	0	i
Ter baixo impacto ambiental	8	0	0	
Ter baixa manutenção	8	1	1	a
Ter robustez	6	0	0	
Ter sistemas dinâmicos com componentes simples	3	0	0	
Ter número reduzido de sistemas dinâmicos	2	0	0	
Total +		6	6	0
Total -		-12	-16	0
Saldo		1	2	0
Saldo ponderado		10	17	
Classificação Final		2º	1º	3º

6.5 ETAPA 3.5 – DESENVOLVER A CONCEPÇÃO

Na avaliação apresentada no Quadro 6.3, a concepção C-06 foi a que teve melhor classificação pela equipe de projeto, seguido da C-04 e da C-01, respectivamente. Tal concepção deve nesta próxima etapa apresentar maiores detalhes, conforme Pahl e Beitz (2010) para uma decisão com maior segurança. A concepção tem que ser apresentada em esboços, de modo a ser passível de avaliação.

6.5.1 Detalhe da concepção selecionada

A última etapa trabalhada no projeto conceitual deste trabalho, consiste na obtenção dos detalhes específicos que auxiliaram a construção do protótipo com base na concepção selecionada. Para tal, se faz a descrição detalhada da concepção, com maiores detalhes e alterações que foram incorporadas com a ferramenta CAD (F9). Há o documento de saída desta fase, apresentado no Apêndice R, um descritivo da solução proposta.

A concepção selecionada constitui-se de um reservatório no formato de U (1), apresentado na Figura 6.12, assim desenvolvido para aumentar a capacidade de acumular manivas e permitir a manobra do trator, cujas rabiças (2) são movimentadas entre as abas do reservatório.

Em cada aba do reservatório há compartimentos (3) que facilitam o deslocamento, por gravidade (g), das manivas. Essa compartimentação objetiva diminuir o atrito entre as manivas, assim diminuindo danos mecânicos nas manivas e possíveis “trancamentos” das manivas.

Ao final do reservatório há um afunilamento (5) que proporciona uma diminuição da velocidade de queda das manivas, devido ao ângulo de inclinação (α). Após as manivas chegarem a este afunilamento, as manivas são conduzidas a um labirinto de cilindros (6), que tem grau de liberdade de rotação.

O objetivo do labirinto é individualizar as manivas e para facilitar a captura pela esteira de condução (7) que as transporta até o tubo de descarga (TB-1), apresentado na Figura 6.13. A dosagem das manivas, se dá, pelo espaçamento (P) entre os batentes que levam a maniva até a posição de descarga, com a velocidade angular da esteira (w).

Para transporte do compartimento onde a maniva encontra-se individualizada, ponto A da Figura 6.13, até o ponto de expulsão do mecanismo, ponto B, é utilizado um transportador horizontal. O transportador horizontal leva a maniva até o ponto de queda, onde está o tubo TB-1, que orienta a posição de queda da maniva, ponto C.

Figura 6.12 – Constituição da concepção do mecanismo dosador seleccionada

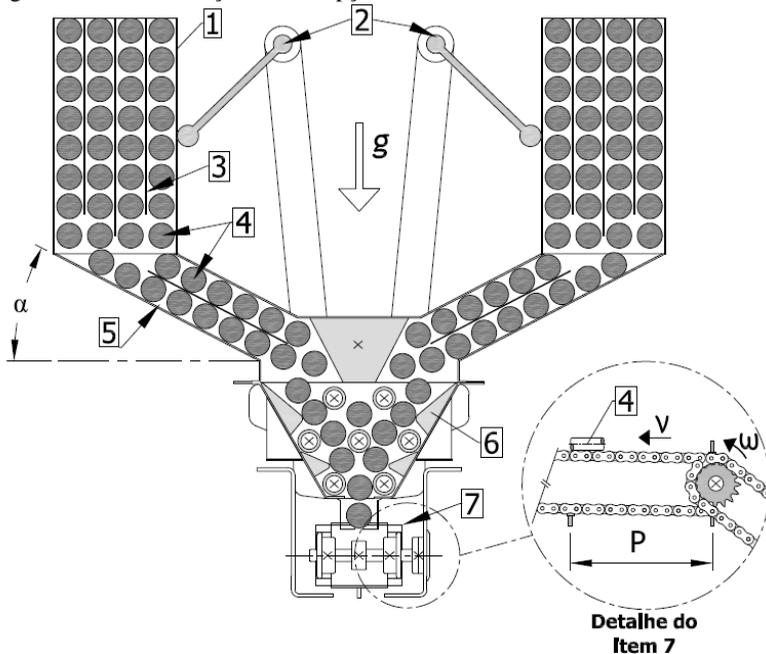
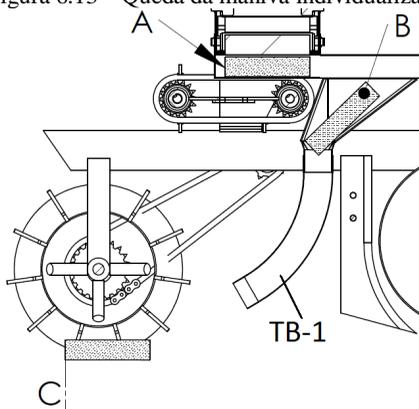


Figura 6.13 – Queda da maniva individualizada



6.6 COMENTÁRIOS DO CAPÍTULO

Neste capítulo da dissertação foi apresentada a engenharia de desenvolvimento de produto, assim chamada. Com técnicas que auxiliaram a escolha da melhor solução de concepção de produto e os princípios de solução que nela se abrangem.

Com este auxílio da metodologia proposta, verificou-se a efetividade na geração de concepções alternativas, desenvolvendo um histórico muito importante para as empresas que dela efetuarem posse, além dos engenheiros de projeto conseguirem uma maior abrangência nas concepções e soluções geradas. Viu-se a importância nesta fase do acompanhamento contínuo das especificações de projeto que foram a entrada desta fase, elas foram responsáveis pela aprovação de princípios de solução com as ferramentas propostas.

Esta fase também foi muito importante para a consolidação da formação acadêmica do mestrando em face da disposição em aplicar as técnicas de solução de projeto de produto. Esta consolidação trouxe o desenvolvimento da habilidade e atuar em equipe, fazer síntese, conhecer a teoria, documentar as decisões e controlar o processo de desenvolvimento para atuar nas realimentações do projeto, diante de possíveis impedimentos que normalmente ocorre durante a fase de desenvolvimento do projeto, principalmente da concepção para a construção e teste do protótipo, que ocorrerá na fase seguinte, no projeto preliminar.

A fase é encerrada apresentando e evoluindo a concepção de produto selecionada, com auxílio de ferramentas CAD, para passar a fase de projeto preliminar e ser materializada na fabricação de um protótipo e posteriormente realizando o teste funcional para validação das especificações traçadas.

CAPÍTULO 7

7. Projeto preliminar

O objetivo deste capítulo é apresentar a terceira fase do processo de projeto para desenvolvimento do mecanismo dosador para plantadora de mandioca, esta fase é denominada de projeto preliminar. Assim como nos Capítulos 4, 5 e 6, anteriores, fez-se o desdobramento das etapas e tarefas, apresentado na Figura 7.1.

O objetivo principal desta etapa é transformar a concepção de projeto escolhida na fase de projeto conceitual, com o leiaute final da máquina em um protótipo funcional, executando os testes funcionais para possível validação dos princípios de soluções selecionados.

Neste desenvolvimento apresenta-se, como recomendado por Back et al. (2008) e Romano (2013), o estudo “da viabilidade técnica e econômica” do produto.

Como pode ser visto o trabalho foi além da fase do projeto preliminar, contendo alguns aspectos do projeto detalhado, como fabricação, aquisição, montagem e teste do protótipo. Contudo, estas atividades foram desenvolvidas única e exclusivamente para testar a solução selecionada na fase conceitual.

Para “estabelecer o leiaute final” como descrito em Back et al. (2008), desenvolve-se as várias atividades da fase até o “plano de fabricação e de teste do protótipo e elaboração da estrutura preliminar”, que serve de parâmetro para o cálculo inicial do custo.

A etapa inicial desta fase, etapa 4.1, foi definir a estrutura do produto, levantando aspectos funcionais da concepção do mecanismo dosador de manivas. Possibilitou-se a identificação e separação dos componentes, sistemas e subsistemas do produto, definindo o leiaute preliminar com suas interfaces.

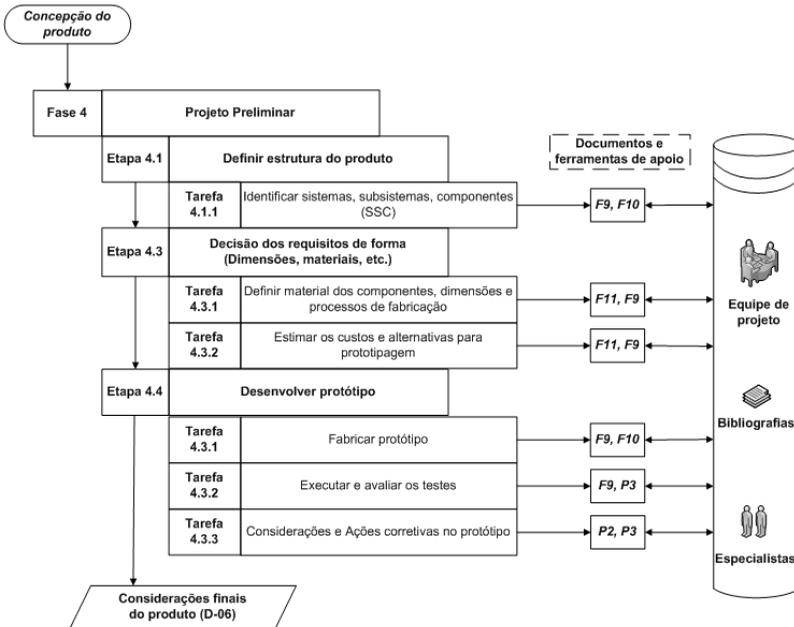
Na etapa seguinte, etapa 4.2, desenvolveu-se o protótipo com a identificação e análise dos parâmetros principais, tais como as dimensões dos sistemas, material para fabricação dos componentes e ainda alternativas de material para a fabricação do protótipo que não afete o teste funcional. Assim ocorreu a fabricação dos componentes e posteriormente a montagem do protótipo.

Com a montagem do protótipo finalizada, iniciou a etapa de testes, etapa 4.3, com a finalidade da avaliação dos princípios de soluções selecionados na fase anterior, além das ações corretivas no protótipo e as considerações do teste propriamente dito.

Na etapa final desta fase, etapa 4.3, apresenta as considerações e ações corretivas no protótipo, com a avaliação do projeto executado e sugestões de realimentação no processo, além de avaliar o escopo do projeto inicial e os caminhos seguidos pela equipe de projeto.

Neste capítulo apresenta-se uma avaliação com os ensaios realizados, resultados e sugestões de reprojeto para superar as limitações ocorridas durante os testes.

Figura 7.1 – Sequência metodológica da fase de projeto preliminar.



7.1 ETAPA 4.1–DEFINIR ESTRUTURA DO PRODUTO

A etapa inicial desta fase foi definir a estrutura do produto, sendo levantado aspectos funcionais da concepção do mecanismo dosador de manivas. Com este levantamento realizou-se a identificação e separação em componentes, sistemas e subsistemas do produto. Com tal separação e englobando sistemas físicos pertinentes da estrutura do produto, pode-se definir o leiaute preliminar com suas interfaces.

7.1.1 Identificar sistemas, subsistemas e componentes

Esta tarefa foi realizada depois da finalização da fase de projeto conceitual, pois a identificação dos sistemas, subsistemas e componentes podem ser detalhados para fabricação. Optou-se por ressaltar a identificação de 3 itens, como apresentado no Quadro 7.1, dado a importância das mesmas.

Quadro 7.1 – Lista de objetivos das identificações

<i>Identificação</i>	<i>Objetivos</i>
Materiais dos componentes	<ul style="list-style-type: none"> - Para facilitar construção e montagem; - Haver viabilidade econômica na escolha.
Aspectos críticos do produto	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação dos aspectos dimensionais, ergonômicos e funcionais.
Esforços e condicionantes do produto	<ul style="list-style-type: none"> - Esforços físicos que os sistemas sofrem.

Sistema 01 - Armazenagem

O sistema de armazenagem foi construído como definido conceitualmente, para suportar os esforços do seu peso e do atrito das manivas. Avaliou-se que tais esforços não requerem análise de resistência ou fadiga, em face do pouco carregamento. Haverá a necessidade de análise de esforços, após testes práticos, se outros usos forem feitos, como apoio para o condutor ou carregar outros produtos além das manivas.

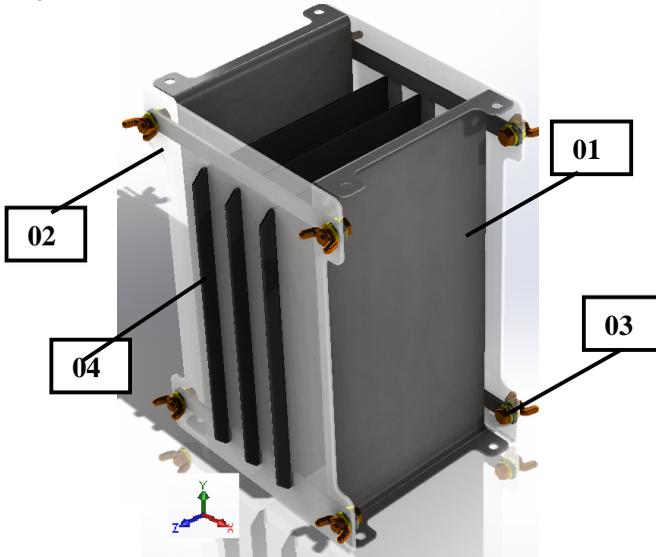
Como apresentado na Figura 7.2, o sistema de armazenagem é composto de chapas laterais (01) fabricadas de Aço carbono SAE 1020 de 1,50mm, em que são soldadas chapas para o conjunto se manter rígido. Há chapas frontais (02), estas foram fabricadas em Acrílico transparente de 3,00mm. Se selecionou este material pela necessidade de visualização da queda das manivas, assim podendo acompanhar e avaliar a queda. O peso deste sistema é de 2,30 Kg.

O subsistema de fixação (03) é composto por parafuso sextavado M8x20 com duas arruelas de apoio e uma porca borboleta, facilitando o teste e qualquer intervenção que a equipe de projeto deva efetuar no mecanismo dosador, durante os ensaios.

As dimensões do sistema de armazenagem são altura (330mm) x largura (230mm) e profundidade (230mm). Como aspecto crítico deste sistema, se nota que a separação ao longo de X e Y como algo que deve ser tratado com cuidado, assim se prevê o uso de divisórias que auxiliam na separação em X e um controle na deposição das manivas, assim visando espaçamento adequado em Y.

A criticidade deste sistema, está na possível dificuldade de enchimento reservatório, onde se poderia trabalhar com um “refil” reaproveitável, assim diminuindo a criticidade. As divisórias (04), são removíveis, e foram colocadas para facilitar o deslocamento organizado das manivas. Nos ensaios viu-se que isso não ficou adequado, dificultando a deposição de manivas. Então foram retiradas.

Figura 7.2 – Sistema de armazenagem (Apêndice O – Sistema 01)



Sistema 02 – Redução do número de manivas

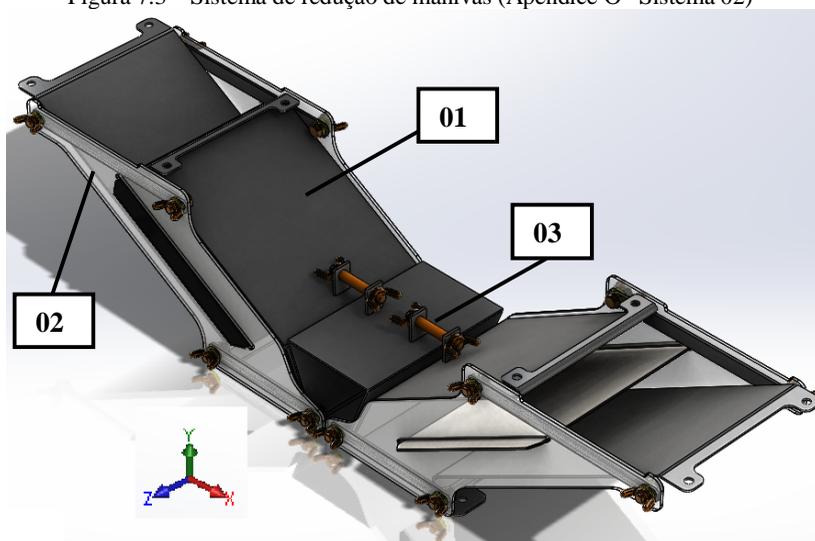
O sistema de redução de manivas, Figura 7.3, constitui-se do primeiro ordenamento de condução visando a individualização das manvas. Foi fabricado com a mesma intenção do sistema de armazenagem, com chapas metálicas (01) e com chapas de acrílico (02),

além dos subsistemas de fixação (03) de fácil manuseio, com peso de 8,20 Kg.

A inclinação da chapa metálica (01) é o ponto de criticidade, pois ele deve manter o fluxo das manivas, mitigando os esforços de atrito das manivas e da chapa. A inclinação de fabricação é de 30°. Há chapas de separação no conjunto de queda, assim impedindo o possível encaixe das manivas, uma na outra.

Todas as fixações foram realizadas por meio de parafusos com porcas borboletas, o que facilita manuseio para possíveis ações (montagem e desmontagem) corretivas na etapa de testes.

Figura 7.3 – Sistema de redução de manivas (Apêndice O – Sistema 02)



Sistema 03 – Individualizador de manivas

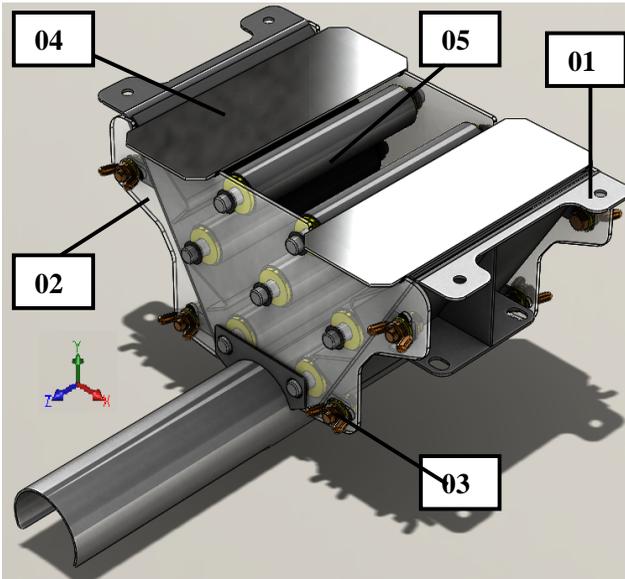
O sistema de individualização das manivas, Figura 7.4, constitui-se de uma câmara de recebimento para individualizar e entregar a maniva a ser conduzida para o plantio. Foi fabricado com a mesma intenção do sistemas anteriores, com chapas metálicas (01) e com chapas de acrílico (02), além dos subsistemas de fixação (03) de fácil manuseio.

A individualização é dada pelos rolos internos (05), que são fabricados de tubo aço SAE 1020 e com ponteiras, nas extremidades, de Poliacetal, que proporcionam liberdade para girarem em torno do eixo. As ponteiras são acopladas no tubo, fazendo um conjunto único. Para

melhorar o giro destes rolos, foram montados na furação do Acrílico, buchas plásticas grafitadas.

A criticidade deste subsistema, se dá pela individualização em labirinto, onde os esforços do sistema são apenas o peso das manivas. O controle da queda, quando o equipamento não está em uso, é feito por chapas metálicas (04), que devem ser retiradas assim que o mecanismo dosador inicie seu funcionamento.

Figura 7.4 – Individualizador de manivas (Apêndice O – Sistema 03)



Sistema 04 – Condução das manivas

O sistema de condução das manivas, Figura 7.5, foi montado a partir de componentes adquiridos no mercado. As rodas dentadas (03) são de aço SAE 1045, assim como os eixos (02). Estes componentes sofreram um esforço significativo e dinâmico, assim necessitando de uma maior rigidez.

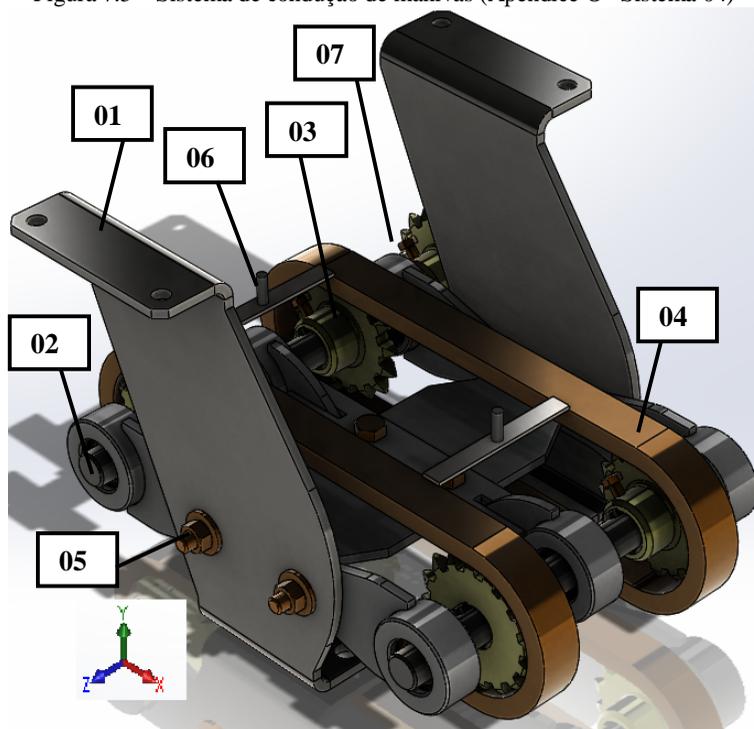
Este subconjunto de condução é acoplado ao individualizador pelo plano de fixação (01), por meio de parafusos. O eixo é montado em mancais de rolamentos rígidos de esferas. A maniva individualizada é conduzida e ejetada por meio do pino condutor presente no subsistema (06) da Figura 7.5.

O acionamento deste conjunto é feito a partir da velocidade angular da roda dentada acoplada na roda compactadora, esta na unidade

de plantio, que transmite o movimento por meio de corrente para roda dentada (07) que está acoplada ao eixo (02) de acionamento do conjunto.

O sincronismo deste sistema com a queda da maniva é um ponto crítico a ser trabalhado no teste. Para manter a corrente (04) sempre esticada há esticadores, que regulam a tensão que a corrente sofre.

Figura 7.5 – Sistema de condução de manivas (Apêndice O – Sistema 04)

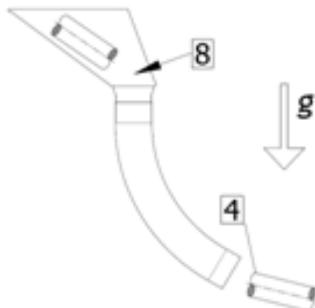


Sistema 05 – Condutor das manivas

O sistema condutor das manivas, figura 7.6, foi fabricado e montado, a partir de chapas cortadas e unidas por solda. O sistema é composto de uma geometria de recepção da maniva (8), esta de chapa metálica SAE 1020 de espessura de 1,00mm dobrada e com acoplamento soldado para encaixe do tudo de condução. O tubo de condução foi fabricado com tubo de PVC, o que facilitou a sua curvatura e aquisição, pois é encontrado com facilidade no mercado.

Os esforços são desprezados, por ser somente o peso da maniva. O ponto crítico do sistema é justamente na curvatura do tubo condutor, havendo necessidade de o mesmo ser suave e não trancar a maniva, além de ter uma regulagem para aproximar a saída do sulco onde é depositada a maniva. Os atritos que ocorrem no processo de condução podem influenciar a regularidade de distribuição das manivas.

Figura 7.6 – Condutor de manivas (Apêndice O – Sistema 05)



7.1.2 Desenhos de leiautes preliminares

Os desenhos dos leiautes preliminares foram apresentados nas Figuras do item acima, 7.1.1, com intuito de facilitar a visualização e compreensão da proposta seguida.

Para definição do leiaute final e posterior montagem das subfunções e função final foram desenvolvidos desenhos técnicos que estão no Apêndice O. Estes desenhos serviram, como é de se esperar, de comunicação entre o setor de fabricação dos componentes, o setor de montagem e orientaram para a compra dos itens já desenvolvidos no mercado e avaliação final dos ensaios.

7.2 ETAPA 4.2 – DESENVOLVER PROTÓTIPO

Nesta etapa apresenta-se o desenvolvimento do protótipo e montagem, com objetivo de deixá-lo em condições de realizar os testes dos sistemas propostos, quanto a armazenagem, condução, individualização das manivas e entrega ao solo.

7.2.1 Fabricação dos componentes

Neste processo, utilizou-se duas sistemáticas para a obtenção das peças: fabricar e comprar. As peças de chapas finas metálicas, até 3mm, ou chapas de estrutura dos sistemas, foram fabricadas. Já as chapas de acrílico, chapas metálicas com espessura superior a 3,00mm, mecanismo

de transporte da maniva (engrenagens, rolamentos) e os subsistemas de fixação foram adquiridos prontos para uso.

A equipe de projeto acompanhou todo o processo de fabricação e aquisição dos componentes, assim aprovando ou solicitando ações corretivas necessárias para aceite dos componentes. A aferição e controle de qualidade dos processos de fabricação foram realizados a partir dos referenciais definidos nos desenhos técnicos apresentados no Apêndice O.

7.2.2 Montagem dos componentes e conjuntos

A etapa de montagem dos componentes e conjuntos foi efetuada a partir dos desenhos e das sistemáticas estabelecidas no desenvolvimento do produto, pela equipe de projeto e das empresas que participaram do projeto. Foram tomadas algumas decisões de ações corretivas durante o processo, afim de no final da tarefa ser entregue a montagem com adequação funcional do conjunto. Com o protótipo montado, Figura 7.7, os teste puderam ser programados e desenvolvido.

Figura 7.7 – Mecanismo dosador fabricado

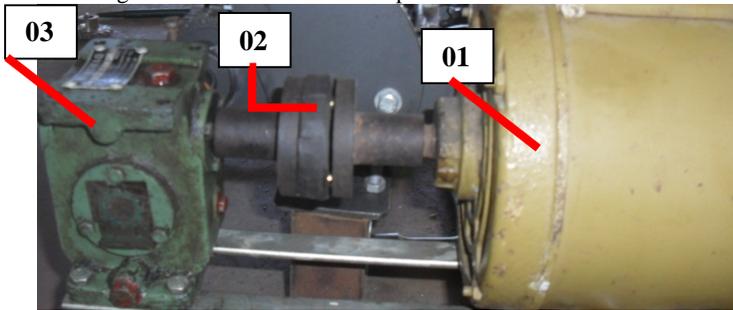


Como o teste foi realizado em laboratório, então para movimentar os mecanismos de dosagem, Figura 7.7, foi instalado um conjunto motor elétrico (01) de indução monofásico de 1/3 cv com rotação de 1730 rpm, com eixo acoplado, por meio de acoplamento (02) flexível e torcionalmente elástico, a um redutor de velocidade (03) de 1/40 de coroa com rosca sem-fim.

Com a redução da rotação para 43,25 rpm no eixo de saída do redutor, que transmite a rotação para o eixo do sistema de condução das manivas por meio de acoplamento flexível e torcionalmente elástico. Para efeito comparativo, foi medido com tacômetro analógico, sendo a rotação de 40 rpm medida.

Assim, a roda dentada do sistema, que possui 16 dentes, obtém um torque de 54,3 N.m para movimentar o mecanismo dosador. Devido a grande redução de rotação, mesmo considerando um rendimento de 62% (catálogo Redutores Germia), em face de ser um eixo sem fim/coróa, o torque resultante é de 33,6 N.m.

Figura 7.8 – Motor elétrico acoplado a redutor de velocidade



Nesta etapa, a partir dos desenhos dos componentes e subconjuntos, pode-se fazer uma avaliação dos custos das peças a serem fabricadas e compradas prontas, incluindo custo de mão de obra e aquisição. A tabela 7.1 apresenta uma estimativa dos custos do desenvolvimento do protótipo, que foi financiado pelo projeto REPENSA, (CNPq).

Tabela 7.1 – Custo do desenvolvimento do protótipo

Sistema	Custo
Armazenagem	R\$ 200,00
Redução do número de manivas	R\$ 450,00
Individualizar manivas	R\$ 600,00
Condução de manivas	R\$ 1.300,00
Condutor da maniva	R\$ 90,00
Total =	R\$ 2.640,00

O custo de fabricação do mecanismo dosador, ficou dentro do esperado pelos requisitos dos usuários, que descrevem como custo de aquisição da máquina de plantio de R\$ 5.000,00 a R\$ 10.000,00 (60%

dos entrevistados, Apêndice F-questão 8). Sendo o mecanismo dosador o mecanismo que recebeu maior importância (grau 5 por 81% dos entrevistados, Apêndice F-questão 3) para a efetivação do plantio.

7.3 ETAPA 4.3 – TESTES

Os testes foram executados em sua totalidade em laboratório, não chegando a campo, o que facilitou as ações corretivas durante a etapa. Para melhor compreensão, a avaliação dos testes foi feita para o protótipo como um todo, que será apresentado ao final desta seção, mas também foi desenvolvida avaliação por princípio de solução, que tem o objetivo de identificar os pontos críticos do processo de dosagem da maniva. Estes princípios de solução são os mesmos já apresentados na fase do projeto conceitual presente na estrutura funcional da Figura 6.4.

7.3.1 Execução dos testes

Os testes foram feitos seguindo um planejamento e uma planilha para registrar as informações que estavam sendo geradas a partir do desdobramento de cada ensaio.

Para os testes foram recebidos da Unidade Experimental de Urussanga, da EPAGRI, dois lotes de manivas cortadas, dos cultivares Criolo e Salézio, este último não presente na pesquisa inicial, contendo 200 manivas de cada cultivar. Estas manivas não apresentaram os mesmos padrões das amostras anteriores. Havia portanto, variação de diâmetro, quantidade de gemas e de desenvolvimento destas mais acentuado que nas amostras anteriores.

Além do autor, participaram dos testes o técnico que ajudou na construção do protótipo e os dois professores orientadores.

7.3.2 Descrição e avaliação dos princípios de solução

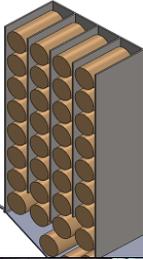
Para descrição dos testes de cada módulo, é apresentado em quadros com a designação de cada sistema, desde sua descrição até as considerações da solução. A avaliação foi considerada:

- **Aprovada:** quando testada, com as condicionantes de entrada do sistema de acordo, estes apresentados no Quadro 6.1, executaram sua função e a saída do sistema foi a esperada;
- **Aprovada com ressalvas:** a entrada do sistema é como esperada, apresentada no Quadro 6.1, já sua saída é a esperada, mas intermitente (ocorre falhas). Assim, há necessidade de um controle maior para que não ocorreram estas falhas na saída do sistema;

- **Reprovada:** a entrada do sistema é como esperada, apresentada no Quadro 6.1, mas sua saída não ocorre no tempo esperado, ou há danificações na maniva e por vezes nem acontece a saída do sistema.

As ações corretivas, quando possível, foram realizadas pela equipe que acompanhou os testes. As ações foram avaliadas e apresentadas nos quadros abaixo juntamente com suas respectivas descrições e avaliações.

Quadro 7.2 – Avaliação da função armazenar manivas

PS (princípio de solução)	Em reservatório e manivas pré-organizadas
Descrição	Reservatório em caixa retangular metálica, com divisórias internas que dividem a câmara em subseções. As manivas são acondicionadas no reservatório.
Representação Gráfica	
Imagem do protótipo	
Considerações do teste	Aprovado com ressalvas: 01-Dificuldade de enchimento das manivas; 02-Sistema de lotes não comporta a variação do diâmetro das manivas; 03-Ação possível: retirar divisórias internas para facilitar enchimento.

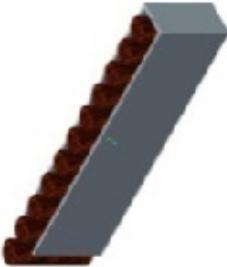
Quadro 7.3 – Avaliação da função acionar mecanismos

PS (princípio de solução)	Corrente
------------------------------	----------

Descrição	Acionamento ocorre pela roda dentada, que está acoplada no eixo da roda compactadora (eixo motor), para a roda dentada que está acoplada ao eixo do mecanismo dosador (movido).
Representação Gráfica	
Considerações do teste	Aprovado: Solução já implantada em máquinas e equipamentos semelhantes.

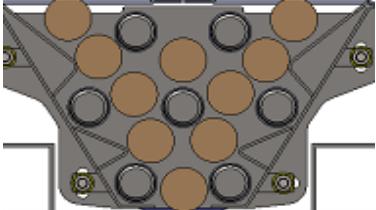
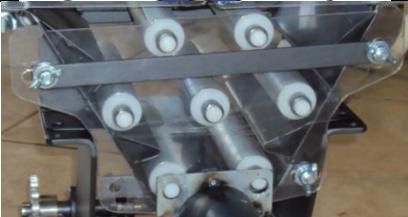
Quadro 7.4 – Avaliação da função controlar fluxo de manivas

PS (princípio de solução)	Rampa com porta, com função de direcionar e reduzir fluxo de maniva sobre o individualizador de manivas.
Descrição	Rampa, construída em chapa metálica com angulação de inclinação de 30°, que mantém fluxo de queda das manivas.
Representação Gráfica	
Imagem do protótipo	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>Vista superior da rampa, sem divisória e sem manivas.</p> </div>

<p>Teste funcional</p>	 <div data-bbox="669 185 929 403" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Vista da rampa com manivas. Observa-se que as manivas não estão ordenadas no processo de queda.</p> </div>
<p>Considerações do teste</p>	<p>Aprovado com ressalvas: 01- O escorregamento das manivas foi dificultado pelas gemas salientadas “aumentada”. Esta condição das gemas foram diferente das manivas que foram medidas e relatadas no capítulo 6; 02- Há uma desorientação natural durante o fluxo das manivas, dificultando a individualização.</p>
<p>Sugestão de solução</p>	 <p>Outras sugestões de solução apresentam-se na matriz morfológica, em que estudou-se soluções alternativas para resolver o problema apresentado. O mesmo não foi construído, nem testado. A percepção é de que a heterogeneidade das manivas requerem um tipo de condicionamento pré-estabelecido à fase de plantio, por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de reservatório tipo “cartucho”, onde as manivas são levadas já orientadas e individualizadas até o ponto de descarga. Para controle do fluxo, se percebeu um sistema mais robusto.

Quadro 7.5 – Avaliação da função reduzir número de manivas

<p>PS (princípio de solução)</p>	<p>Labirinto de condução e individualização das manivas</p>
<p>Descrição</p>	<p>Sistema mecânico com rolos cilíndricos espaçados que em seus espaçamentos permitem apenas a passagem de uma maniva ao final do trajeto.</p>

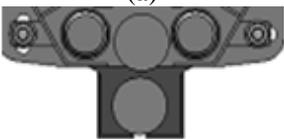
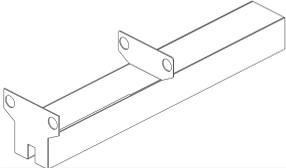
<p>Representação Gráfica (modelo gráfico)</p>	
<p>Imagem do protótipo (modelo construído)</p>	
<p>Teste funcional</p>	
<p>Considerações do teste</p>	<p>Reprovado: 01- O modelo com rolos não funcionou, o sistema sofreu muitos embuchamentos, pela rugosidade das manivas e pela chegada da maniva na orientação não adequada; 02- Optou-se por retirar os rolos, como está na figura do teste funcional, mas também não funcionou adequadamente. 03- Não suporta as variações do diâmetro das manivas.</p>
<p>Sugestão de solução</p>	

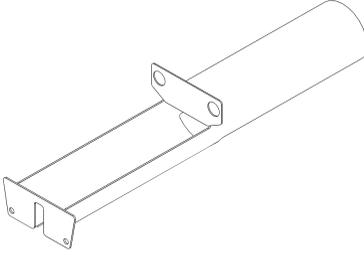
	<p>Solução com a variação no ângulo de inclinação do individualizador das manivas e retirada dos rolos ou sistema de labirinto.</p> <p>Com esta solução, notou-se a condução da maniva com menor interferência, mas ainda havendo embuchamentos na sua descida, proveniente do atrito entre as gemas das manivas, assim necessitando de melhoras na solução.</p>
--	--

Quadro 7.6 – Avaliação da função orientar posição

PS (princípio de solução)	Orientar posição da maniva: Não foi aplicável por não ter sido desenvolvido
Considerações do teste	Reprovado: Deve ser revisto: 01- Há a necessidade da maniva estar em posição adequada para o processo seguinte, assim que solucionado itens superiores, há necessidade da verificação da implantação ou não de uma solução para este item.
Outra solução	Há a necessidade de uma solução que contemple esta função, pois notou-se que as manivas, além da sua grande variação na dimensão do diâmetro, há uma grande interrupção de fluxo, devido as gemas das manivas se acoplarem, ocasionando travamento de uma maniva contra a outra, o que gerou distorção no seu eixo de alinhamento.

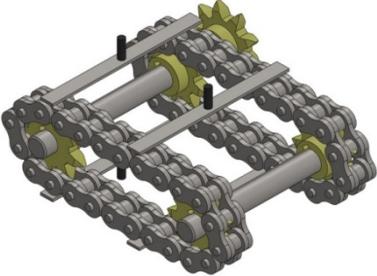
Quadro 7.7 – Avaliação da função individualizar manivas

PS (princípio de solução)	Rampa com canal de acondicionamento
Descrição	Canal que acondiciona a maniva. Não há adequação da dimensão do canal conforme diâmetro de manivas. Em (a) tem-se uma vista lateral e em (b) um desenho esquemático em perspectiva, do canal de queda e condução da maniva.
Representação Gráfica	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>(a)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>(b)</p>  </div> </div>

<p>Imagem do protótipo</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>(a)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>(b)</p>  </div> </div> <p>Alterado para componente circular, o que facilitou fabricação e aquisição dos materiais a serem manufaturados.</p>
<p>Considerações do teste</p>	<p>Aprovado com ressalvas: 01- O canal ficou com baixa absorção de variações no diâmetro das manivas; 02- Quando realizado alterações que possibilitaram maior "liberdade" (dimensão do canal maior, sem obstrução), o resultado foi adequado.</p>
<p>Sugestão de solução</p>	<p>Há a necessidade de haver um mecanismo que consiga não interromper tanto o fluxo de manivas, por estas não estarem orientadas de acordo, ou seja, um sistema mais livre. Notou-se que ao gerar um mecanismo de precisão, onde uma maniva por vez seja transportada, acaba obstruindo o transporte, ocasionando quebras no mecanismo.</p>

Quadro 7.8 – Avaliação da função transportar manivas

<p>PS (princípio de solução)</p>	<p>Condutor de corrente e pino</p>
<p>Descrição</p>	<p>Responsável por transformar o movimento da roda dentada, circular, em um momento linear. Assim, com o movimento linear movendo os pinos da corrente, que transportam a maniva para fora do mecanismo. O pino fixo na corrente transporta a maniva individualizada no “canal de condicionamento” longitudinalmente, até entregá-la para o “tubo condutor”.</p>

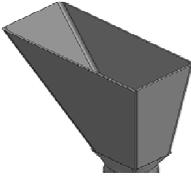
<p>Representação Gráfica</p>	 <p>Corrente montada nas engrenagens condutoras, dotada de pinos condutores da maniva.</p>
<p>Imagem do protótipo</p>	 <p>Corrente montada no subconjunto de condução da maniva.</p>
<p>Teste funcional</p>	 <p>Vista do subconjunto de condução de maniva acoplado ao motor pelo acoplamento flexível torcional. Funcionando normal, como projetado.</p>
<p>Teste com maniva</p>	 <p>Quando a maniva chegou individualizada, em sua maior parte foi transportada como previsto. Houve falhas, nem todas as manivas foram transportadas pelos pinos acoplados na corrente, ocorrendo retardos na chegada, o que propiciou uma inclinação das manivas e aumentou o embuchamento do sistema.</p>

Considerações do teste	<p>Aprovado com ressalvas: 01- Mecanismo robusto e que exerceu força excessiva no dosador, acarretando em danos mecânicos nas manivas e/ou quebras no conjunto, quando ocorreu embuchamento; 02- Pinos não flexíveis, provocando danos nas manivas, quando fixo com rebites, houve quebra dos pinos. Quando fixo com parafusos, houve quebras no conjunto soldado.</p>
Sugestão de solução	<div data-bbox="451 395 911 644" data-label="Image"> </div> <p>A percepção de que um condutor de esteira poderá desempenhar este papel de levar a maniva ao condutor, se receber a maniva devidamente individualizada. Esteira lisa ou corrugada, com movimento linear, que receba as manivas já individualizadas e apenas seja responsável pelo seu transporte. Apresentou maior efetividade no transporte das manivas, desde que já orientadas e individualizadas.</p>

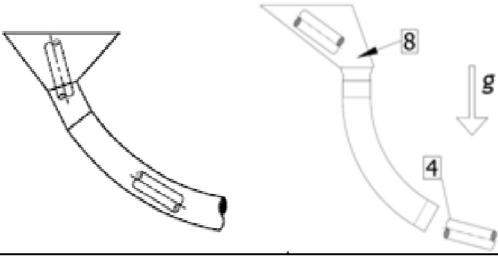
Quadro 7.9 – Avaliação da função ejetar maniva

PS (princípio de solução)	Ejeção ocorrerá pelo próprio peso, uma vez que seja transportada pelo condutor.
Descrição	Ao final da trajetória de condução em que a maniva se encontra individualizada, há ponto de queda da maniva por gravidade para o tubo condutor.
Considerações do teste	Aprovado: A solução é ideal e é efetivada pelo próprio peso.

Quadro 7.10 – Avaliação da função receber maniva

PS (princípio de solução)	Geometria receptora do canal de condução ao solo
Descrição	Geometria que facilita o recebimento da maniva e a queda na posição para o tubo condutor.
Representação Gráfica	
Considerações do teste	Aprovado: Solução já implantada em máquinas e equipamentos semelhantes.

Quadro 7.11 – Avaliação da função transportar maniva

PS (princípio de solução)	Tubo condutor de manivas
Descrição	Tubo condutor que faz o transporte da maniva até o solo e deixando em posição adequada para queda no sulco.
Representação Gráfica	
Considerações do teste	Aprovado: Solução já implantada em máquinas e equipamentos semelhantes. Contudo, em face do pouco peso da maniva e também da forma da mesma, notou-se que há um atraso nesta condução, provocando variabilidade de entrega ao solo. Isso terá implicações negativas no distanciamento entre as plantas no solo.

Quadro 7.12 – Avaliação da função monitorar dosagem

PS (princípio de solução)	Visual
Descrição	Operador da máquina monitora a queda adequada e em fluxo contínuo das manivas.
Considerações do teste	Aprovado: Solução usual em máquinas e equipamentos que exercem esta operação e atendem ao mercado do pequeno produtor rural.

O conjunto de quadros do Quadro 7.2 ao Quadro 7.12, permitiram identificar os processos, decisões de projeto e ensaios realizados e é a finalização do processo de projeção, como também é o canal de realimentação do projeto. Houve importante aprendizado sobre o processo de projeto do escopo até o seu teste funcional, o que ocasiona uma readequação para o futuro ou apresentação de um caso de sucesso de projeto. Nesta dissertação, procurou ser exaustiva a documentação, relacionando com o máximo de detalhes as ações ocorridas, que estão no corpo e nos Apêndices deste documento.

7.4 COMENTÁRIOS DO CAPÍTULO

Neste capítulo da dissertação foi apresentada a fase de projeto preliminar, onde ocorreu a definição da estrutura do produto com a identificação dos sistemas, subsistemas e componentes em que se caracterizou materiais dos componentes, esforços e condicionantes do produto e os aspectos críticos. Estes três parâmetros de identificação tiveram objetivo de facilitar o desenvolvimento dos desenhos preliminares que foram apresentados.

Se identificou cinco (05) sistemas, que são eles: Armazenagem, Redução do número de manivas, Individualizador de manivas, Condução de manivas e condutor de maniva. Nestes sistemas houve intervenções da equipe de projeto – uso de materiais alternativos visando facilidade na montagem e desmontagem no teste, para uma rápida intervenção da equipe, estas que visaram a viabilidade econômica para fabricação.

Com a definição de leiaute final do protótipo, se iniciou a etapa de desenvolver o protótipo, etapa que encontra-se no projeto detalhado da metodologia de referência, mas que neste trabalho foi desenvolvida durante o projeto preliminar. O propósito desta etapa estar no projeto preliminar, vincula-se ao propósito do protótipo testar a funcionalidade

dos princípios de solução que foram selecionados na fase do projeto conceitual.

Na fabricação conseguiu-se verificar que escolhas de materiais alternativos, como chapas frontais de acrílico para visualização da queda das manivas, foi acertada. E com as fixações sendo de rápida intervenção do operador, com porca borboleta e parafusos separando módulos, facilitou as ações realizadas pela equipe no teste.

Na etapa de testes, com o uso de conjunto motor / redutor acoplado no mecanismo dosador, os testes foram agilizados. Os testes foram planejados e acompanhados pelo autor, orientadores e técnico.

Os testes com o mecanismo dosador de manivas acoplado a um motor elétrico, que simulou o movimento de rotação vindo da unidade de plantio, se mostrou satisfatório para a resolução da função geral do mecanismo dosador.

Há a contribuição nesta etapa da análise dos princípios de soluções escolhidos e assim, a necessidade de haver novos testes e concepções com princípios de solução que mitiguem inconvenientes dos sistemas que não foram aprovados. Se ressalta que a equipe propôs algumas soluções e quando possível as implantou e testou no mecanismo dosador de manivas.

Na etapa final do projeto preliminar, toda a documentação da fase, visa expor as lições aprendidas durante o processo, como uma velocidade maior na prototipagem dos sistemas e princípios de solução que são a novidade e possíveis inovações do produto, assim possibilitando a intervenção da equipe envolvida no projeto antes da protótipo estar em fase final.

Ressalta-se que o processo de projeto foi importante para a manutenção do conhecimento do projeto durante todo este. Tal processo identificou e embasou os caminhos que se seguiu, por conhecimentos da equipe de projeto ou viabilidade econômica.

Os custos do protótipo, apontaram para valores animadores e abaixo do que foi especificado pelos possíveis clientes. Isso significa, que o custo de produção poderá ser ainda menor. Contudo, dado os problemas de individualização das manivas, pode ocorrer que as soluções alternativas que se tenha que empreender, elevem os valores praticados no desenvolvimento da solução que foi apresentada neste capítulo.

8. Conclusões e recomendações

O presente capítulo tem como objetivo apresentar as conclusões gerais do trabalho e, ao final, as recomendações para trabalhos futuros.

O objetivo geral desta dissertação, desenvolver e testar concepção de mecanismo dosador adequada à realidade das pequenas propriedades rurais, ocorreu de forma sistêmica e estruturada. Ao seu final, notou-se que necessita de trabalho ainda para conseguir chegar ao resultado de um produto que venha a suprir esta necessidade do mercado.

Os objetivos específicos como aplicar conhecimento de metodologia de projeto, estruturando o processo de projeto, foi apresentado e seguido durante o trabalho. Se notou um processo robusto que auxiliou no processo criativo de concepções e de entendimento da operação de plantio e das funções que a plantadora e o mecanismo dosador devem executar.

A identificação das características físicas das manivas, se fez necessário por não se encontrar na literatura muitos estudos pertinentes desta caracterização. Com isto, se disponibiliza um trabalho de estudo para pesquisadores e projetistas de máquinas agrícolas.

Identificar e organizar as necessidades deste mercado, que encontra-se desamparado, foi importante para se entender a evasão que acontece no meio agrícola, em que os pequenos produtores agrícolas ainda trabalham com uma baixa mecanização na operação de plantio.

A construção da solução proposta do mecanismo dosador, juntamente com o teste e avaliação, se faz útil para pesquisadores e projetistas se embasarem para a execução de novas concepções de produtos afim de atender esta demanda, além de amparo para projetos que busquem o teste dos princípios de soluções propostos.

Este trabalho objetivou-se como um estudo para possibilitar que o objetivo de entregar ao mercado e os pequenos produtores agrícolas um equipamento condizente com sua realidade, venha a ser alcançado com trabalhos futuros.

8.1 RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES

O desenvolvimento deste trabalho trouxe como resultado a identificação das necessidades dos clientes para desenvolvimento de trabalhos que envolvam a operação de plantio, o envolvimento dos pequenos produtores rurais e da cultura da mandioca. Para projetistas de

equipamentos agrícolas, trouxe os requisitos de projeto e a identificação das funções que o mecanismo dosador exerce.

Para engenheiros projetistas e empresas do ramo, concepções alternativas para a evolução, e se adequadas, transformadas em futuros projetos e futuros produtos para a cultura da mandioca ou culturas compatíveis.

Há contribuição para pesquisadores da cultura da mandioca, com o resultado da publicação de artigos que facilitem a obtenção de dados pertinentes ao mercado de máquinas de plantio e as características físicas da maniva.

Para o setor de pesquisa e desenvolvimento de produtos com um produto de revisão e uso da metodologia proposta, além de um profissional com conhecimento de estruturação das fases de projeto e com capacidade de trabalhar em grupo. Há a contribuição de uma análise dos princípios de soluções já testados e não aprovados, possibilitando incremento na solução, assim não se partindo do zero.

A contribuição para a EPAGRI, UFSC e CNPQ por meio de artigos publicados em conjunto com pesquisadores destas instituições e o nome da instituição.

Como resultado do estudo, se percebeu que o alto grau de automação exigido, juntamente com o baixo custo solicitado para o produto, é um ponto a ser melhor traçado em escopo de projeto. Ocasionalmente um grau de complexidade conceitual no projeto menor que a proposta neste trabalho.

A percepção de que além dos testes dos princípios de soluções propostos, por meio de teste de protótipo, se deve usar ferramentas computacionais que venham a simular o fluxo e individualização desta massa de manivas.

8.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- **Outras soluções:** Há necessidade de testar “outras soluções” propostas, além de novas que venham a complementar ainda mais a matriz morfológica;

- **Manivas:** uma avaliação que envolva mais dados a serem coletados, como quantidade de gemas, espaçamento entre estas e um critério de “desenvolvimento” das gemas. Se notou que as gemas sofrem bastante influência do clima de um ano para outro, assim alterando as condicionantes do projeto;

- **Automação do mecanismo:** com o avanço do setor de automação e eletrônico, componentes se tornam mais viáveis para

implantação em produtos de baixo custo de aquisição. Assim, se faz necessário agregar conhecimentos destas áreas, afim da união de soluções mecânicas e de automação.

- **Conceito com automação do controle do trator de rabiças:** se haver a automação do controle da direção do trator de rabiças, como ocorre em roçadeiras e pulverizadores, o operador pode se preocupar apenas na dosagem das manivas ou ramas, assim não havendo a necessidade da automação da individualização das manivas, ponto crítico do projeto.

- **Escopo com a operação de plantio executada por dois operadores e em trator de rabiças:** Não há indícios na literatura de plantadoras que exerçam a operação de plantio de manivas em trator de rabiças. Sugerindo adequação do máquina de plantio comercializada que execute tal operação em trator de rabiças.

REFERÊNCIAS

1. AGRA, N. G. e SANTOS, R. F. **Agricultura brasileira: Situação atual e perspectivas de desenvolvimento**. Caderno de Economia, Mestrado em Economia. UFPA – Universidade Federal da Paraíba, 2000.
2. ALONÇO, A. S. **Máquinas para plantio e transplante**, disciplina EGR 1018 – Tecnologia agrícola. Santa Maria: UFSM, 2009. [Apostila do curso de Agronomia].
3. Arend, L. **Sistematização das fases de projeto preliminar e detalhado do desenvolvimento de produtos e sua aplicação no projeto de um multicultor modular**. Dissertação / UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.
4. AURÉLIO. **Dicionário (8ª ed.)**. Positivo, 2011.
5. BACK, N. **Metodologia de Projeto de Produtos Industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
6. BACK, NELSON; OGLIARI, ANDRÉ; DIAS, ACIRES; SILVA, JONNY C. **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem**. São Paulo: Manole, 2008.
7. BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. Piracicaba SP, 2005. 310p.
8. BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. 3ª ed. Blucher ED. 2011.
9. CAMARGO, F. R. **Modelo para análise e seleção de Alternativas na etapa conceitual de projeto**. Dissertação / UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. 2007.
10. CAMINHA, Pero Vaz de. A Carta. Edição de base: **Carta a El Rei D. Manuel, Dominus, São Paulo, 1963**. Disponível em: <<http://www.literaturabrasileira.ufsc.br/arquivos/texto/0006-02136.html>>. Acesso em: 06 ago. 2009;

11. CARRAFA, W. M. **Desenvolvimento de uma máquina transplantadora para pequenas propriedades rurais utilizando uma abordagem de projeto de sistemas modulares.** Dissertação/ UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
12. CEPEA, 2006. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Mandioca.** Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/mandioca/raiz.xls>>. Acesso em 2011.
13. CONAB, 2011. **Companhia Nacional de Abastecimento.** <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_04_01_10_38_59_mandioca1803camarasetorial..pdf>. Acesso em Junho de 2012.
14. CORAL, E., OGLIARI, A., & ABREU, A. F. **Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos (1ª; 3ª reimpressão ed.).** São Paulo: Atlas S.A, 2011.
15. DELLAGIUSTINA, D. **Desenvolvimento do prototipo de uma semeadora adubadora de plantio direto a tração animal.** Dissertação / UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1990.
16. DIAS, ACIRES; CALIL, L. F. P.; RIGONI, E.; SAKURADA, Y.; OGLIARI, A.; KAGUEIAMA, H. A. **Metodologia para Análise de Risco: Mitigação de perda de SF₆ em Disjuntores.** Florianópolis/ SC. 2011.
17. DOWBOR, L. (2004) **Redes de apoio ao empreendedorismo e tecnologias sociais.** Disponível em: <<http://dowbor.org.>> Acesso em: 25 de nov. de 2011
18. EMBRAPA, 2011. **Empresa brasileira de pesquisa agropecuária.** <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca.htm>>. Acesso em 23 de maio de 2011.

19. EPAGRI. (2012). **Empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina**. Acesso em Junho de 2012, disponível em www.epagri.sc.gov.br: http://www.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3259:demonstracao-da-primeira-maquina-de-descascar-aipim-em-urussanga&catid=34:noticias-epagri&Itemid=51.
20. FARINA, E. **Desenvolvimento conceitual de um módulo de potência autopropelido para agricultura**. UFSC. Florianópolis, p. 179. 2010.
21. FEY, E. **Aperfeiçoamento de um mecanismo sulcador para plantio direto de mandioca**. Tese / UFSC - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 133p. 2009.
22. Ferreira, C. R. C. (2007). **Como o agricultor familiar pode conseguir e manter o financiamento rural e como se dá a relação com os bancos**. Acessado em Junho de 2012 <http://www.mda.gov.br/saf/arquivos/1137912740.doc>.
23. FILHO, E. R., FERREIRA, C. V., MIGUEL, P. A., GOUVINHAS, R. P., & NAVEIRO, R. M. **Projeto do produto**. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2010.
24. FONSECA, A. J. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. TESE / UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
25. IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <www.ibge.gov.br> Acessado em 22 de maio de 2011.
26. IFRPRI, 2010. Sigla em Inglês **Instituto Internacional de Pesquisa de Políticas Alimentares**. <<http://www.artigonal.com/ciencia-artigos/fome-no-mundo-indice-global-da-fome-ghi-3498471>>. Acessado em 26 de maio de 2011.

27. IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
28. LIU, D. **Web Design using a Quality Function Deployment Methodology**. Dissertation / University of Nebraska. 2002.
29. MAZETTO, G. **Desenvolvimento de um sistema modular para a mecanização agrícola conservacionista em pequenas propriedades**. Dissertação / UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2000.
30. MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas para plantio**. Campinas/SP: Millennium, 2012.
31. OGLIARI, A. **Sistematização da concepção de produtos auxiliada por computador com aplicações no domínio de componentes de plástico injetados**. TESE / UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
32. PAHL, G., BEITZ, W., FELDHUSEN, J., & GROTE, K.-H. **Projeto na engenharia (6ª Alemã; 2ª reimpressão ed.)**. São Paulo: Blucher, 2011.
33. PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design: a systematic approach**. 2nd ed. London: Springer-Verlag, 1996. 544p.
34. PATENTE 261.162 United States Patent Office – C. J. Lilloe. Corn Planter. 1882.
35. PATENTE 7387077 United States Patent Office – J. R. Truax. Seed Planter. 2008.
36. PEQUENO et. al. **Efeito de três sistemas de preparo do solo sobre a rentabilidade econômica da mandioca (Manihot esculenta Crantz)**. Acta Scientiarum (UEM), v. 29, p 379. 2007.
37. PMBOK. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (4ª ed.)**. Pennsylvania: PMI, 2008.

38. REGO, J. M. e MARQUES, R. M. (org.) et al. **Economia Brasileira. 2 ed.** São Paulo: Saraiva, 2003.
39. REIS, Â. V. **Desenvolvimento de concepções para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas.** TESE / UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
40. REIS, A. V. e FORCELLINI, F. A. **Identificação de requisitos de clientes para o projeto de um dosador de precisão para sementes miúdas.** Eng. Agrícola. Jaboticabal, v.26, n.1, p.309-320. 2006.
41. ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas.** TESE / UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
42. ROMANO, L. N. **Desenvolvimento de máquinas agrícolas: Planejamento, projeto e produção.** Ed. Bluncher. São Paulo - SP, 2013.
43. ROOZEMBURG, N. F. M. & EEKELS. **Product design: fundamentals and methods.** ED Wiley. 1995. 422p
44. SAMARA, B. S. e BARROS, J. C. **Pesquisa de Marketing – conceitos e metodologia. 2º ed. ampliada e revisada.** São Paulo: Atlas, 1997.
45. SEBRAE. **Cartilha de acesso ao PRONAF.** 2011. 32p.
46. SILVEIRA, V. A. E. ; SEDIYAMA, TOCIO ; CECON, PAULO ROBERTO ; LOPES, SANDRO CORREIA ; SILVA, ANTÔNIO ALBERTO DA. **Efeito do comprimento e de incisões no córtex da maniva sobre o cultivo da mandioca (Manihot esculenta Crantz).** Acta Scientiarum (UEM), Maringá, v. 23, n.5, p. 1263-1269, 2001.

47. SOUZA, N. J. **Desenvolvimento Econômico. 3 ed.** São Paulo: Atlas, 1997.
48. TREVISAN, 2011. **Indústria de equipamentos agrícolas.** <<http://www.trevisanequipamentos.com.br>> Acesso 24/05/2011
49. ULLMANN, D. G. **The mechanical design process.**New York: McGraw-Hill. 1997
50. ULLMANN, D. G. **The mechanical design process 4ª ed.**New York: McGraw-Hill. 2010.
51. WEISS, A. **Desenvolvimento e adequação de implementos para a mecanização nos sistemas conservacionistas em pequenas propriedades.** Tese / UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1998.

Apêndices

Os apêndices acrescentam informações e atividades que foram de suma importância durante o desenvolver do projeto, afim de não deixar o texto principal muito extenso é utilizado este espaço.

APÊNDICE A – CARTA DESCRITIVA PARA O PROJETO (D-01)

Mercado a ser alcançado

Pequenos grupos produtivos agrícolas, enfatizando os agricultores de Santa Catarina, devido à proximidade e pôr em sua maioria serem praticantes da agricultura familiar.

Definir faixa de preço de venda do produto

Plantadora não podendo ultrapassar a faixa de R\$ 10.000,00 na sua aquisição pelo agricultor.

Descrição das características do produto

Plantadora de mandioca, com mecanismo dosador de baixo custo de operação, onde não necessite um operador fazer a dosagem das manivas.

Plantadora que trabalhe no sistema de plantio direto.

Plantadora tracionada por microtrator.

Vida útil da máquina

Segundo EMBRAPA (2011) cinco anos.

Identificação dos possíveis colaboradores no projeto

CCA/UFSC

NeDIP/UFSC

EPAGRI

CNPQ

APÊNDICE B – PLANO DE PROJETO (D-02)**Partes interessadas no projeto****Identificação dos clientes diretos do projeto (contratante)**

Coordenador	Luiz A. M. Peruch
Financiamento	CNPQ (próximo a R\$1.000.000,00)
Organizadora	EPAGRI

Identificação dos clientes indiretos do projeto (usuários)

Agricultores	Das pequenas propriedades agrícolas da região sul do Brasil
Indústrias	Pequenas e médias empresas

Identificação dos colaboradores no projeto

EPAGRI	Enilto de Oliveira Neubert
CCA / UFSC	Alberto Kazushi Nagaoka e Fernando Bauer
NeDIP / UFSC	Acires Dias, Dr. Eng

Identificação dos fornecedores e fabricantes

Fornecedores	Terceirizado, a partir do projeto
Fabricantes	Terceirizado, a partir do projeto

Escopo do projeto**Produto a ser desenvolvido**

Desenvolver sistema dosador de maniva utilizando o sistema de plantio direto e sendo desenvolvido até a fase de projeto preliminar da metodologia proposta, que se constitui no protótipo de um mecanismo dosador.

Justificativa

Necessidade de industrialização dos processos agrícolas têm demandado equipamentos que executem as tarefas de cortar, plantar, cultivar, colher, processar, etc., sendo neste caso, o objetivo está em dosar as manivas para o plantio na cultura de mandioca.

Características ou atributos primários

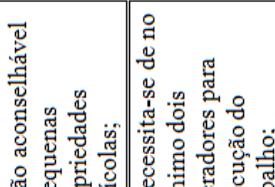
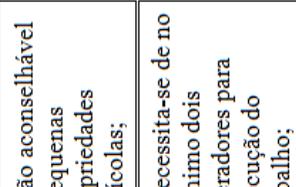
Possuir apenas um operador na plantadora, ou seja, o mecanismo dosador não necessita de alimentação manual, está nos equipamentos encontrados realizada por um operador, possuindo uma mecanização no sistema.

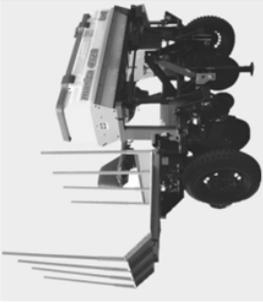
Utilizar manivas já seccionadas, havendo uma seleção anterior a inserção das manivas no reservatório, sendo assim selecionadas conforme diâmetro e comprimento.

Ser um equipamento de simples operação, manutenção e regulagem.

A máquina de baixo custo, valor referência sugerido não maior que R\$10.000,00, sendo que o mecanismo dosador é apenas um dos componentes existentes na máquina.

Tabela B.1 - Avaliação de máquinas disponíveis no mercado

Máquina	Potência requerida	Vantagens	Desvantagens
 <p data-bbox="268 375 543 566">Plantadora Bazuca - Camlhão (Planiti Center)</p>	90 cv (1 linha)	<ul style="list-style-type: none"> • Muitos agricultores possuem; • Trabalha com ramas, não necessitando corte antecedente ao plantio; 	<ul style="list-style-type: none"> • Não aconselhável a pequenas propriedades agrícolas; • Necessita-se de no mínimo dois operadores para execução do trabalho;
 <p data-bbox="588 375 884 566">Plantadora Bazuca hidráulica (Planiti Center)</p>	40 cv (2 linhas)	<ul style="list-style-type: none"> • Muitos agricultores possuem; • Trabalha com ramas, não necessitando corte antecedente ao plantio; 	<ul style="list-style-type: none"> • Não aconselhável a pequenas propriedades agrícolas; • Necessita-se de no mínimo dois operadores para execução do trabalho;

	<p>Plantadora JM4320 (Jumil)</p>	<p>60 cv (2 linhas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Muitos agricultores possuem; • Trabalha com manivas, necessitando corte antecedente ao plantio; 	<ul style="list-style-type: none"> • Não aconselhável a pequenas propriedades agrícolas; • Necessita-se de no mínimo dois operadores para execução do trabalho;
	<p>Plantadora PMCT1200 (Trevisan)</p>	<p>60 cv (2 linhas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Muitos agricultores possuem; • Trabalha com manivas, necessitando corte antecedente ao plantio; 	<ul style="list-style-type: none"> • Não aconselhável a pequenas propriedades agrícolas; • Necessita-se de no mínimo dois operadores para execução do trabalho;

APÊNDICE C – PESQUISA POR INFORMAÇÕES TÉCNICAS E MERCADO

Buscando uma melhor organização nos modelos de dosadores existentes no mercado, estes oferecidos pelos fabricantes de máquinas de plantio de mandioca ou mecanismos que possam ser utilizados para a mesma função, esta segunda proveniente de patentes e pesquisa de equipamentos similares (ex. transplantadora de mudas, plantadora de grãos, etc.).

A separação dos tipos de mecanismos descritos foi conforme o ingresso no mecanismo dosador da plantadora de mandioca, este podendo ser em rama (caule inteiro da planta) ou em manivas (rama cortada em tamanhos menores). Para melhor entendimento dos mesmos, descreveu-se como dosador de ramos ou de manivas, estes descritos no decorrer do trabalho.

Figura C.1 – Função global dos equipamentos existentes

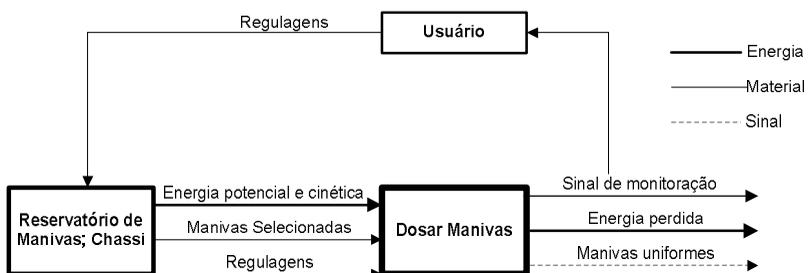
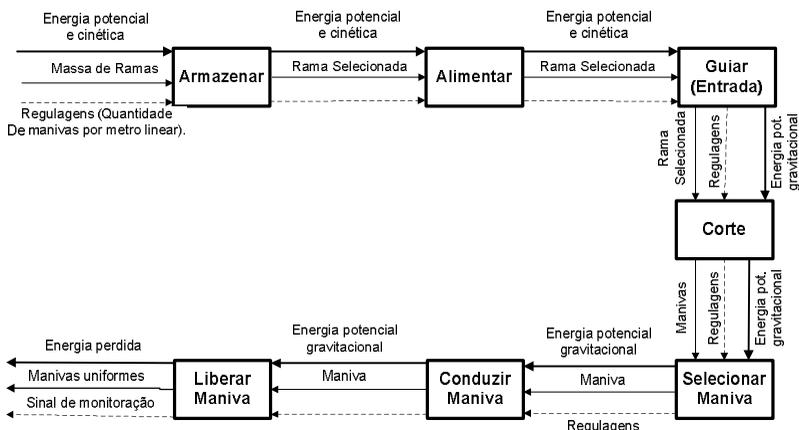


Figura C.2 – Subfunções dos mecanismos dosadores existentes



AC.1 DOSAGEM COM MANIVAS

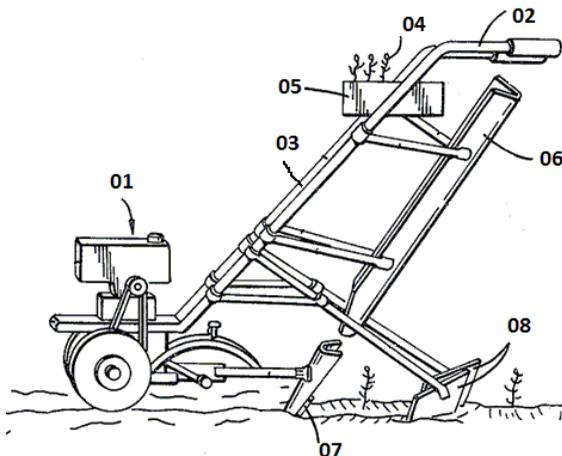
Na pesquisa realizada foram encontrados seis sistemas de dosagem com manivas, estes sendo com alimentação por gravidade, automática ou conduzida até o sulco.

AC.1.1 DOSADOR COM ALIMENTAÇÃO MANUAL E CONDUÇÃO POR GRAVIDADE

Na concepção ilustrada pela Figura C.3, uma concepção para o plantio de mudas, mas podendo ser utilizada para o sistema de plantio de manivas. Ela é acionada por motor de combustão interna (01), e em sua extremidade superior possui as pregas (02), nas quais o operador conduz e equilibra a máquina. O equipamento possui tubos estruturais (03), estes responsáveis pela sustentação das outras partes do equipamento.

As ramas (04) que estão localizadas na parte superior da máquina, no reservatório de alimentação (05) são colocadas manualmente na guia (06), que por gravidade guiará a rama até o sulcador (07) que abriu o sulco previamente para o depósito da rama no solo que será coberta pelo dispositivo de fechamento do terreno (08), ficando a rama coberta no solo.

Figura C.3 – Concepção com alimentação por gravidade.

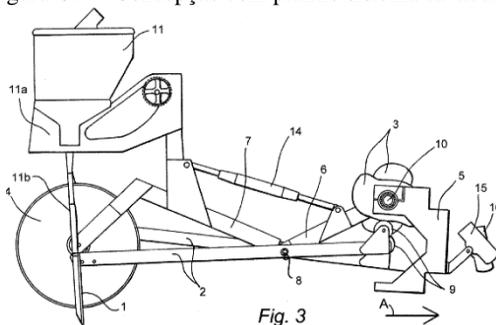


(Fonte: Patente 4305337)

A concepção mostrada na figura 4 é de com alimentação manual e condução por gravidade, mas o seu diferencial é no sistema de plantio, diferenciando da concepção anterior. Esta concepção realiza o plantio

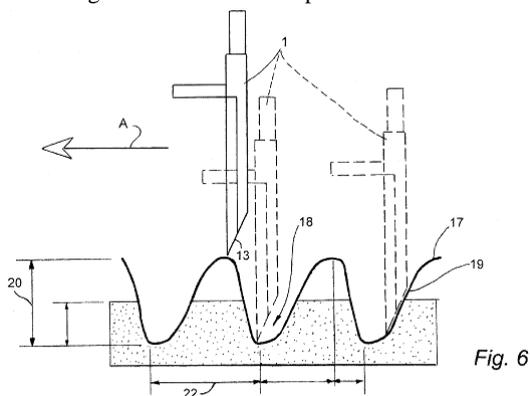
com um sistema de cavadeira, constituído de uma vara pontiaguda com que se abrem pequenos sulcos no solo, onde são depositadas as sementes.

Figura C.4 – Concepção com plantio sistema cavadeira.



(Fonte: Patente 0126746, 2011)

Figura C.5 – Sistema de plantio cavadeira.



(Fonte: Patente 0126746, 2011)

Pesquisando no bando de dados do INPI (Instituto Nacional de propriedade industrial), verifica-se que este sistema de dosagem apresenta vários MU (modelos de utilidade) e patentes, algumas destas apresentadas no apêndice deste trabalho.

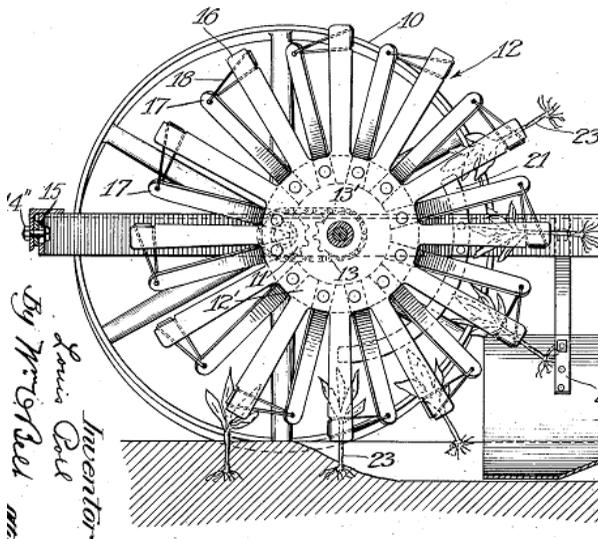
AC.1.2 DOSADOR COM ALIMENTAÇÃO MANUAL E CONDUÇÃO POR DEDOS PREENSORES

Esta concepção é conhecida para o transplântio de mudas, mas podendo ser utilizada para o plantio das manivas de mandioca, com poucas alterações. O sistema de dedos prensores é um sistema muito utilizado no plantio de sementes graúdas como do milho.

Os dedos prensores estão dispostos concêntricamente no disco vertical, de forma que cada fio elástico prende somente uma muda e a eleva no movimento de rotação do disco até o sulco.

É constituída por um disco com o mecanismo dedos prensores, conforme indicado na figura 2, nesta máquina a muda (23) é alimentada manualmente por um operador, entre o braço fixo (17) e o fio elástico (18), este que se encontra frouxo. Assim que a haste móvel (13) encontra-se com a guia (21), ocorrendo uma tensão no fio elástico até o posicionamento de transplântio da muda no solo.

Figura C.6 – Mecanismo dosador com sistema dedos prensores



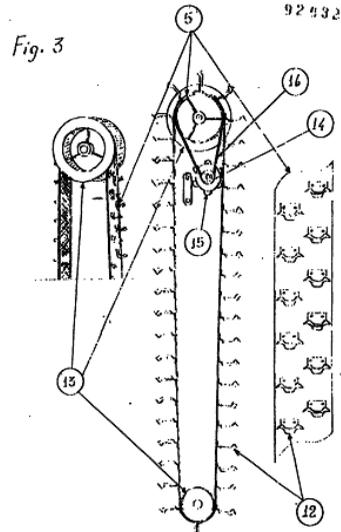
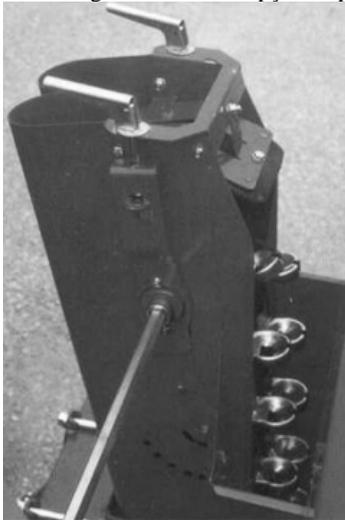
(Fonte: PI 1888143, 1932)

AC.1.2 DOSADOR COM ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA E CONDUÇÃO POR GRAVIDADE

Conceito de dosador de tubérculos, constituído por uma correia de borracha (14) com conchas metálicas (5) para deposição dos tubérculos. A correia funciona como um condutor elevador, movida por polias (13),

sendo que quando alinhados com os dois meio tubos direcionados com o sulco, libertam os tubérculos.

Figura C.7 – Concepção de plantadora automática para batatas



(Fonte: Patente 9203298, 1993).

AC.2 DOSAGEM COM RAMAS

Dosagem com ramos inteiras é realizada em dosadores que efetuam o corte da rama em manivas durante o processo de dosagem, ou seja, em algum instante até a maniva ser plantada no solo há uma operação de corte na rama. Na sequência são apresentadas concepções que atendem este critério.

AC.2.1 DOSADOR COM ALIMENTAÇÃO MANUAL, CONDUÇÃO POR GRAVIDADE E CORTE TIPO GUILHOTINA

Dosagem com ramos inteiras é realizada em dosadores que efetuam o corte da rama em manivas durante o processo de dosagem, com corte das ramos ocorrendo por sistema de guilhotina de facas e o a fixação da rama para corte por sistema de borracha localizado no tambor.

Figura C.8 - Concepção plantadora com alimentação manual e corte da rama por sistema de guilhotina

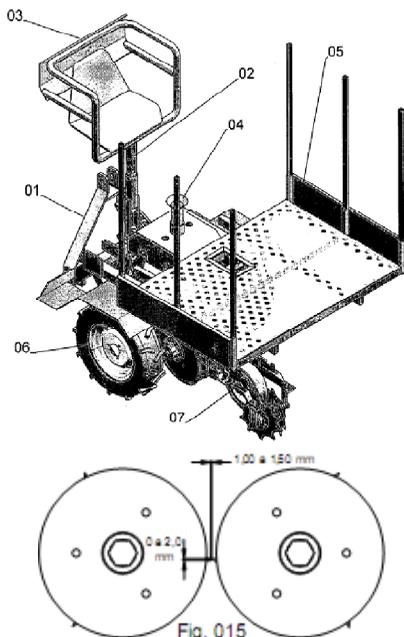


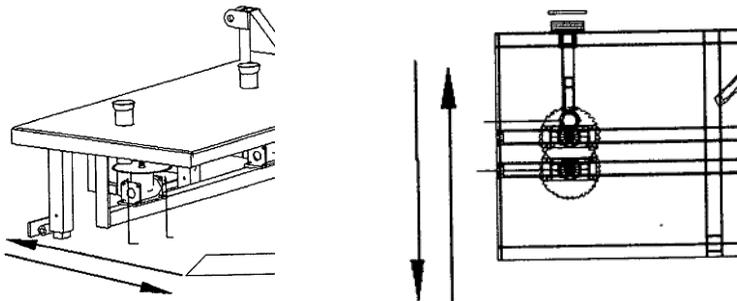
Fig. 015

(Fonte: PI 1888143, 1932)

AC.2.2 DOSADOR COM ALIMENTAÇÃO MANUAL, CONDUÇÃO POR GRAVIDADE E CORTE TIPO GAVETA

Dosagem com ramos inteiros é realizada em dosadores que efetuam o corte da rama em manivas durante o processo de dosagem com sistema de corte por serras circulares que se deslocam linearmente.

Figura C.9 - Concepção de corte de ramos linear com serras circulares

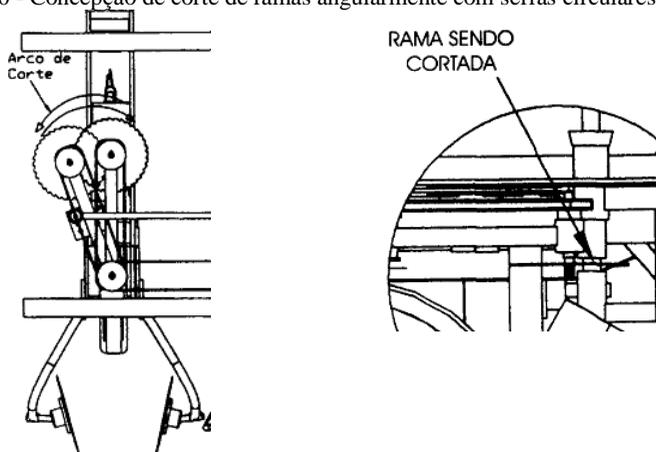


(Fonte: Patente 8503028, 2007)

AC.2.3 DOSADOR COM ALIMENTAÇÃO MANUAL, CONDUÇÃO POR GRAVIDADE E CORTE TIPO PÊNDULO

Dosagem com ramas inteiras é realizada em dosadores que efetuam o corte da rama em manivas durante o processo de dosagem com sistema de corte por serras circulares que se deslocam angularmente.

Figura C.10 - Concepção de corte de ramas angularmente com serras circulares.

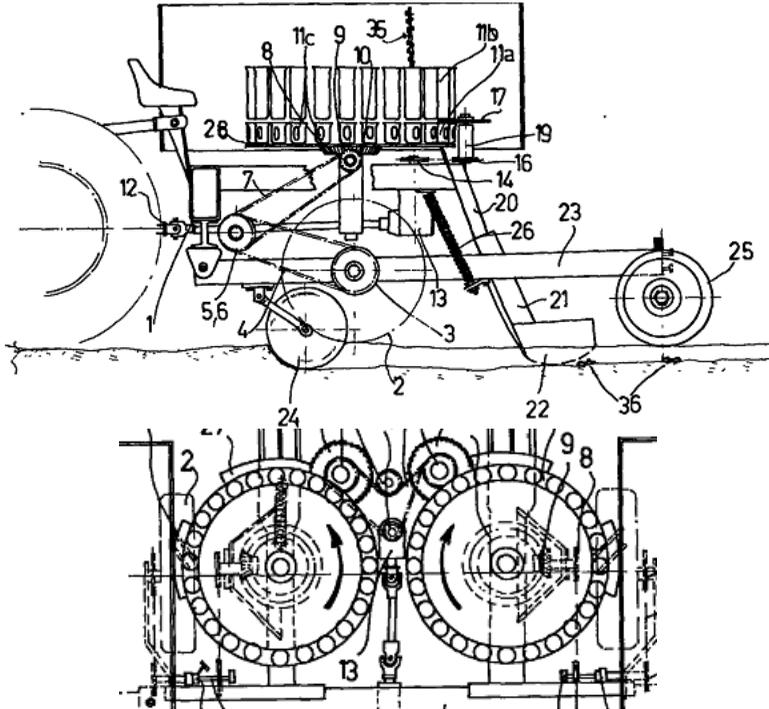


(Fonte: Patente 0505868, 2007)

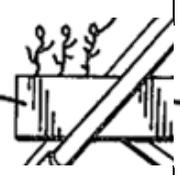
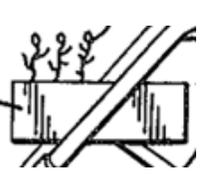
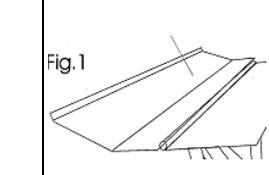
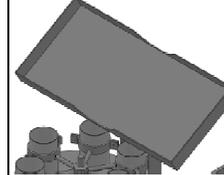
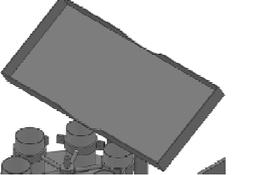
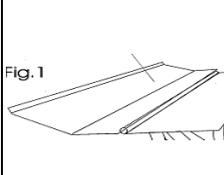
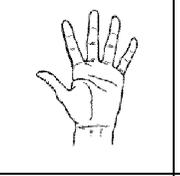
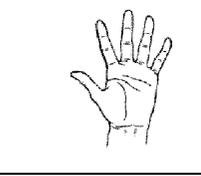
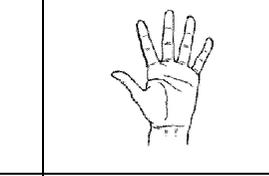
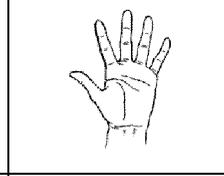
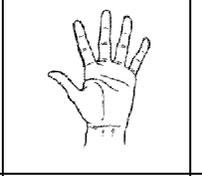
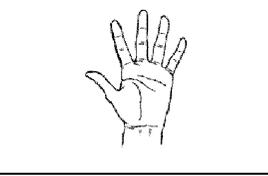
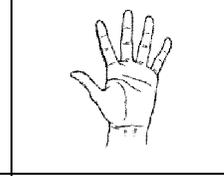
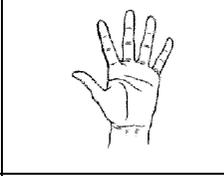
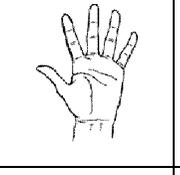
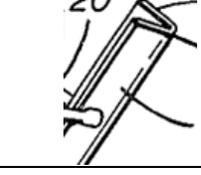
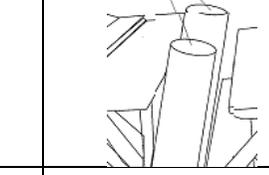
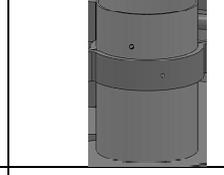
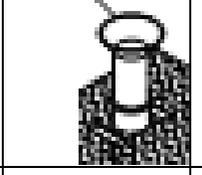
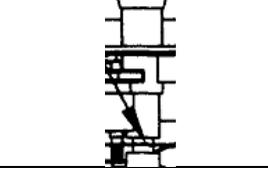
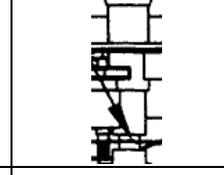
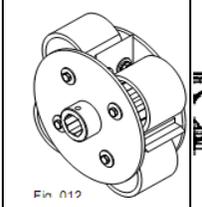
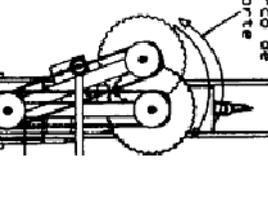
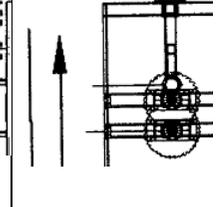
AC.2.4 DOSADOR COM ALIMENTAÇÃO MANUAL, CONDUÇÃO POR GRAVIDADE E CORTE COM SERRA E SELEÇÃO DE MANIVAS

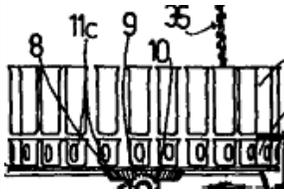
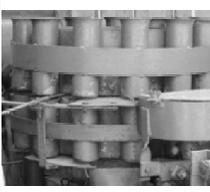
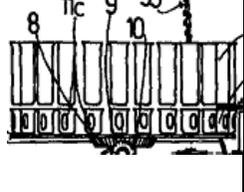
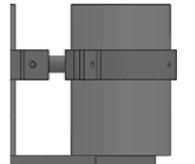
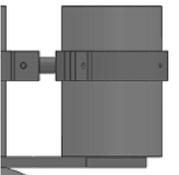
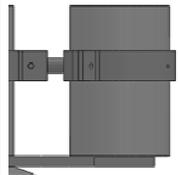
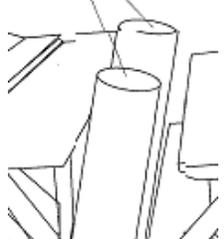
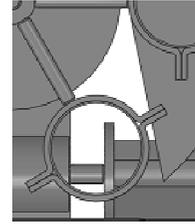
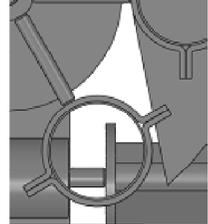
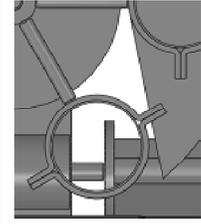
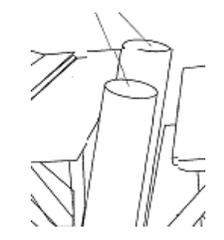
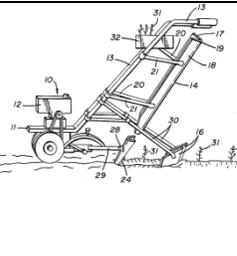
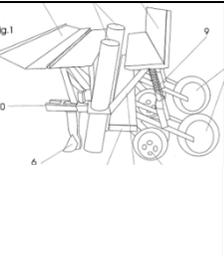
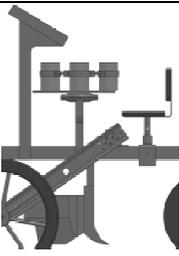
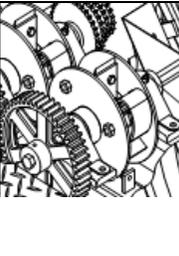
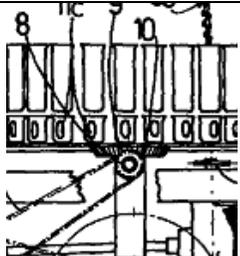
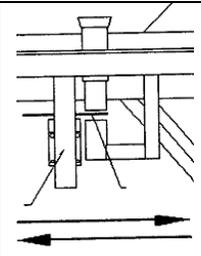
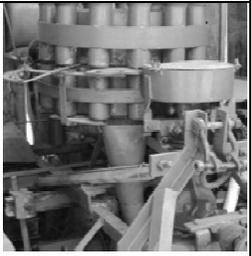
Dosagem com ramas inteiras é realizada em dosadores que efetuam o corte da rama por serras circulares, e no estágio secundário, há uma seleção das manivas. Esta seleção ocorre pelo comprimento das manivas, se esta está de acordo, permanece no sistema até a sua queda no final deste, levada para tubo condutor. Se a maniva não encontrasse na dimensão, esta é excluída do sistema em ponto de descarga, sem efetuar o plantio.

Figura C.11 - Concepção de mecanismo dosador que executar corte da rama durante o processo e seleção da maniva que será plantada



(Fonte: Patente 9403728, 1994)

		<u>Matriz Morfológica dos produtos encontrados (existentes)</u>							
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Armazenar									
		Reservatório	Reservatório	Reservatório	Reservatório	Reservatório	Reservatório	Reservatório	Reservatório
Alimentar									
		Manual	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual
Guiar (entrada)									
		Manual	Gravidade (Calha)	Tubo guia	Tubo guia	Tubo guia	Tubo guia	Tubo guia	Tubo guia
Corte	X	X	X	X					
					Corte "faca"	Serra (corte angular)	Serra (corte cisalhante)	Serra Fixa	

Selecionar (Tamanho Maniva)	X	X	X	X	X			
	Pré selecionado	Pré selecionado	Pré selecionado	Pré selecionado	Passa todas as manivas	Libera uma faixa de tamanho	Libera uma faixa de tamanho	Libera uma faixa de tamanho
Conduzir								
		Gravidade (Calha)	Gravidade (Tubo guia)	Gravidade (Tubo guia)	Gravidade (Tubo guia)	Gravidade (Tubo guia)	Gravidade (Tubo guia)	Gravidade (Tubo guia)
Liberar Maniva								
		Gravidade (Calha)	Gravidade (condutor)	Gravidade (desencontro furo)	Gravidade (condutor)	Gravidade (desencontro furo)	Gravidade (desencontro furo)	Gravidade (desencontro furo)
Concepção								
	Agricultor	Patente 4305337, 1981	MU 8802878, 2010	Carrafa (2003)	Planti Center	Patente 9403728, 1994	Patente 8503028, 2007	2011

APÊNDICE D – IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE PLANTIO – IDEF0

Figura D.1 – IDEF0 do processo de Dosar maniva.

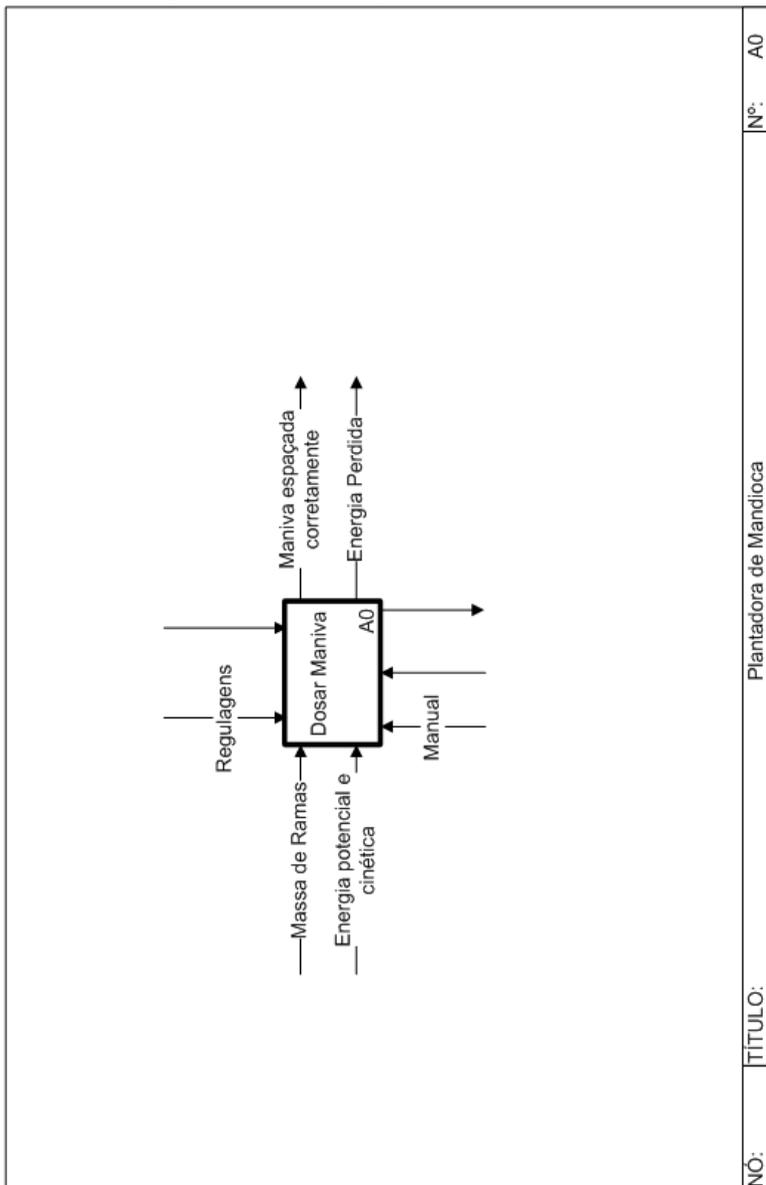


FIGURA D.2 – IDEF0 de mecanismo dosador de ramas

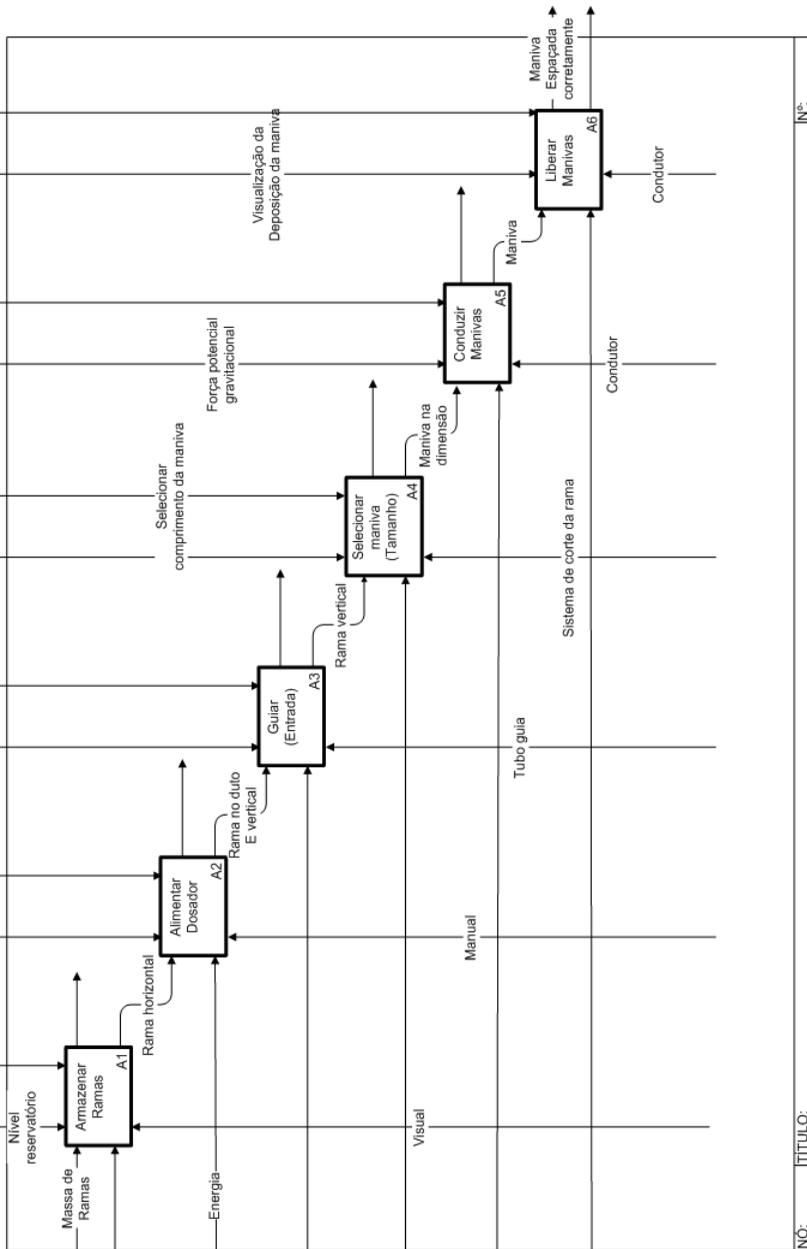
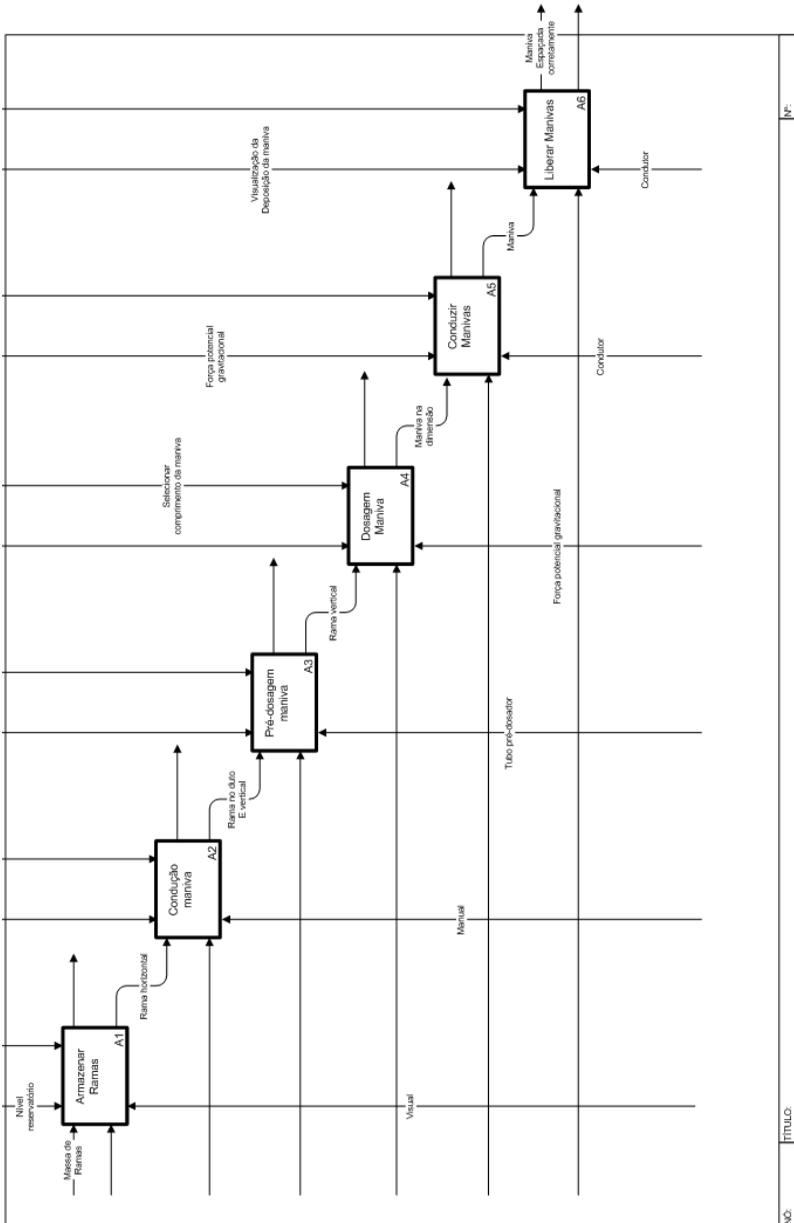


FIGURA D.3 – IDEF0 de mecanismo dosador de manivas



APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO

Pesquisa Dosador de Plantadora de Mandioca

Este questionário possui o objetivo de elencar as necessidades dos usuários de um Mecanismo Dosador de plantadora de mandioca. Sendo o desenvolvimento deste mecanismo dosador faz parte de um acordo de cooperação entre o NeDIP (NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS) e do CCA (CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS) da UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, por meio de um projeto de mestrado, e o órgão oficial de Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária do estado de Santa Catarina (EPAGRI).

As informações obtidas por meio deste questionário serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade.

A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA e a EPAGRI agradecem a colaboração, essencial para o sucesso do projeto.
*Obrigatório

Dados gerais

Nome

Empresa

Cargo

Qual das atividades abaixo melhor descreve o seu envolvimento com plantadoras? *

- Pesquisador
- Professor
- Locador de máquinas
- Agricultor
- Projetista de máquinas
- Vendedor de máquinas agrícolas
- Engenheiro - produção de máquinas agrícolas
- Diretor, gerente ou supervisor de empresa fabricante
- Extensionista

Dados do equipamento e cultura

1) Qual a frequência de utilização de uma plantadora de mandioca de uma linha? *

- até 5 vezes no ano
- de 6 a 10 vezes no ano
- mais de 10 vezes no ano
- Não sabe informar

2) Qual velocidade para a realização do plantio em uma plantadora de uma linha? *

- até 2 km/h
- de 3 a 5 km/h
- acima de 6 km/h
- Não sabe informar

4) Qual o comprimento da maniva para o plantio de mandioca? *

- Menor que 10 cm
- de 11 a 15 cm
- de 16 a 20 cm
- Maior que 21 cm
- Não sabe informar

3) Indique o grau de importância dos mecanismos de uma plantadora de mandioca (1 - Menor grau de importância; 5 - Maior grau de importância): *

	1	2	3	4	5
Mecanismo Dosador de manivas	<input type="radio"/>				
Sulcador	<input type="radio"/>				
Mecanismo Cobridor	<input type="radio"/>				
Mecanismo Dosador de adubo	<input type="radio"/>				
Alimentador	<input type="radio"/>				

5) Qual o diâmetro recomendado das manivas para o plantio de mandioca? *

- até 1,5 cm
- 1,6 a 2,5 cm
- acima de 2,6 cm
- Não sabe informar

6) Qual posição de deposição da rama há uma produção maior? *

Horizontal - Maniva deitada (eixo central paralelo ao solo); Vertical - Maniva de pé (eixo central perpendicular ao solo); Inclinado - (eixo central inclinado com solo)

- Horizontal
- Vertical
- Inclinado
- Não sabe informar

7) Em qual a posição de deposição das manivas ocorre maior facilidade? *

- Horizontal
- Vertical
- Inclinação
- Não sabe informar

8) Qual preço recomendado para uma plantadora de mandioca de uma linha? *

- Menos de R\$ 5.000,00
 de R\$ 5.500,00 a R\$ 10.000,00
 até R\$ 20.000,00
 Não sabe informar

Dados do Mecanismo Dosador

9) Qual operação você considera mais difícil do dosador? *

- Corte da rama
 Alimentação da rama
 Depósito da rama no solo

10) Qual importância de um corte transversal e uniforme na maniva? *

Corte transversal - radial na maniva

1 2 3 4 5

Pouco importante Muito Importante

11) Qual mecanismo dosador de plantadora de mandioca existente no mercado que melhor executa a função? *

- Rama cortada em manivas na dimensão correta antes de colocada no mecanismo dosador e distribuídas em um rotor com vários cilindros alojadores.
 Rama inserida no mecanismo dosador inteira em um sistema de alojamento com um sistema de corte da rama, passando em forma de manivas para um outro alojamento e neste alojamento é realizado a seleção das manivas com dimensionamento correto e descartadas as com dimensões erradas.
 Corte da rama no mecanismo dosador e deposição desta rama. Conjunto com um cilindro alojador.

12) Se uma empresa começar a fornecer manivas prontas para o plantio e peletizadas, qual sua visão sobre o assunto? *

- Uma ótima saída, pois assim não há preocupação no armazenamento das ramas
 Apenas mais um custo para o plantio, não recomendado
 Havendo uma perda menor devido a falhas no plantio

13) Classifique a necessidade por grau de importância (1 - Pouco importante; 5 - Muito Importante): *

	1	2	3	4	5
Marca do equipamento	<input type="radio"/>				
Preço do equipamento	<input type="radio"/>				
Funcionalidade	<input type="radio"/>				
Praticidade	<input type="radio"/>				
Estética	<input type="radio"/>				
Segurança	<input type="radio"/>				
Conforto	<input type="radio"/>				
Peso do equipamento	<input type="radio"/>				
Fácil manutenção	<input type="radio"/>				
Facilidade na obtenção de peças	<input type="radio"/>				
Facilidade no descarte do equipamento	<input type="radio"/>				
Facilidade de limpar	<input type="radio"/>				
Ser resistente a quebras	<input type="radio"/>				

15) A precisão de uma plantadora caracteriza-se por sua habilidade em produzir uma distribuição regular de plantas na linha de semeadura. Sendo assim, na sua opinião, o que mais influência na precisão da plantadora (assinale duas alternativas): *

- Dosador
- Tubo condutor
- Sulcador
- Controlador de profundidade
- Recobridor
- Roda compactadora

APÊNDICE F – RESUMO DE RESPOSTAS DA PESQUISA

Qual das atividades abaixo melhor descreve o seu envolvimento com plantadoras?

Pesquisador	09 - 21%
Professor	03 - 7%
Locador de máquinas	02 - 5%
Agricultor	11 - 26%
Projetista de máquinas agrícolas	08 - 19%
Vendedor de máquinas agrícolas	00 - 0%
Engenheiro – Produção de máquinas agrícolas	03 - 7%
Diretor, gerente ou supervisor de empresa fabricante	05 - 12%
Extensionista	01 - 2%

1) Qual a frequência de utilização de uma plantadora de mandioca de uma linha?

Até 5 vezes no ano	71%
6 a 10 vezes no ano	0%
Mais de 10 vezes no ano	2%
Não sabe informar	26%

2) Qual velocidade para a realização do plantio em uma plantadora de uma linha?

Até 2 km/h	2%
3 a 5km/h	79%
Acima de 6 km/h	5%
Não sabe informar	14%

3) Indique o grau de importância dos mecanismos de uma plantadora de mandioca (1 - Menor grau de importância; 5 - Maior grau de importância):

	Grau de importância				
	1	2	3	4	5
Mecanismo Dosador de manivas	0%	25%	5%	12%	81%
Sulcador	0%	7%	17%	45%	31%
Mecanismo cobridor	0%	5%	31%	31%	33%
Mecanismo dosador de adubo	24%	17%	38%	17%	4%
Alimentador	5%	2%	17%	26%	50%

4) Qual o comprimento da maniva para o plantio de mandioca

Menor que 10 cm	7%
de 11 a 15cm	29%
de 16 a 20 cm	14%
Maior que 21 cm	2%
Não sabe informar	7%

5) Qual o diâmetro recomendado das manivas para o plantio de mandioca?

Até 1,5 cm	5%
1,6 a 2,5cm	76%
Acima de 2,6 cm	2%
Não sabe informar	17%

6) Qual posição de deposição da maniva há uma produção maior?

Horizontal	60%
Vertical	2%
Inclinado	3%
Não sabe informar	29%

7) Qual posição de deposição da maniva há uma facilidade maior?

Horizontal	64%
Vertical	12%
Inclinado	12%
Não sabe informar	12%

8) Qual o preço recomendado para uma plantadora de mandioca de uma linha?

Menos de R\$5.000,00	24%
De R\$5.000,00 a R\$10.000,00	60%
Até R\$20.000,00	2%
Não sabe informar	10%

9) Qual operação você considera mais difícil para o dosador?

Corte da rama	33%
Alimentação da rama	50%
Deposito da rama no solo	17%

10) Qual importância de um corte transversal e uniforme na maniva (1-Menor grau importância; 5-Maior grau importância):

Grau de importância				
1	2	3	4	5
5%	21%	38%	24%	12%

11) Qual mecanismo dosador de plantadora de mandioca existente no mercado que melhor executa a função?

Ramas cortadas em manivas na dimensão correta antes de colocada no mecanismo dosador e distribuídas em um rotor com vários cilindros alojadores 33%

Rama inserida no mecanismo dosador inteira em um sistema de alojamento com um sistema de corte da rama, passando em forma de manivas para outro alojamento e neste alojamento é realizado a seleção das manivas com dimensionamento correto e descartadas as com dimensões erradas 29%

Corte da rama no mecanismo dosador e deposição desta rama. Conjunto com um cilindro alojador 38%

12) Se uma empresa começar a fornecer manivas prontas para o plantio e peletizadas, qual sua visão sobre o assunto?

Uma ótima saída, pois assim não há preocupação no armazenamento das ramas 57%

Apenas mais um custo para o plantio, não recomendado. 33%

Havendo uma perda menor devido a falhas no plantio 38%

13) Classifique a necessidade por grau de importância

(1- Menor grau de importância; 5- Maior grau de importância):

	Grau de importância				
	1	2	3	4	5
Marca do equipamento	67%	14%	10%	7%	2%
Preço do equipamento	0%	0%	16%	24%	60%
Funcionalidade	0%	0%	2%	5%	93%
Praticidade	0%	2%	2%	60%	36%
Estética	45%	24%	26%	5%	0%
Segurança	0%	0%	33%	24%	43%
Conforto	2%	21%	30%	33%	14%
Peso do equipamento	2%	17%	38%	31%	12%
Fácil manutenção	0%	7%	28%	29%	36%
Fácil obtenção de peças	0%	2%	24%	45%	29%
Facilidade no descarte	12%	36%	29%	13%	10%
Ser resistente a quebras	0%	0%	17%	40%	43%
Facilidade de limpeza	19%	29%	10%	26%	16%

APÊNDICE G – MATRIZ DE ROTH – IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES

Ciclo de vida	Atributos básicos do Produto										
	Funcionamento	Estético	Ergonômico	Econômico	Segurança	Confiabilidade	Legalidade	Patente	Normalização	Modularidade	Impacto ambiental
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Ser um projeto multifuncional. • Cortar ramas em manivas, em dimensão adequada. • Depositar maniva horizontalmente (eixo central paralelo ao solo). • Ter baixa obsolescência 	<ul style="list-style-type: none"> • Possuir boa aparência. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possuir dimensões ergonômicas para conforto do usuário. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo, prevendo que o custo do equipamento deve ter custo de aquisição acessível para o produtor (máximo R\$10.000,00) 	<ul style="list-style-type: none"> • Não possuir pontas e arestas cortantes. • Possuir proteção no elemento cortante da rama. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possuir desempenho com confiabilidade. • Ser robusto / durável. • Ser resistente às intempéries. 		<ul style="list-style-type: none"> • Não infringir patentes existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ter peças padronizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ser um produto modular, que possa ser acoplado em equipamentos existentes no mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possuir materiais que possam ser recicláveis e reutilizáveis.
Produção	<ul style="list-style-type: none"> • Ser de fácil produção. • Peças padronizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ter boa aparência, assim promovendo a empatia do usuário. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ter mínimo custo de produção. • Baixo tempo de produção. • Ser pintada sem desperdício. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ter precisão de fabricação. 			<ul style="list-style-type: none"> • Ter junções padronizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ser modular. 	
Montagem	<ul style="list-style-type: none"> • Ser de fácil montagem e regulagem. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ser de fácil montagem. 			<ul style="list-style-type: none"> • Ter uso preferencial de ligações parafusadas. 			<ul style="list-style-type: none"> • Ter junções padronizadas 		

	<ul style="list-style-type: none"> • Possuir manual de montagem. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ser de fácil troca de partes. 							
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Ter estrutura que facilite o transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possuir embalagem para transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ter capacidade de recolhimento das peças. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ter carregamento de descarregamento seguro. • Ser de fácil empacotamento. 					
Uso	<ul style="list-style-type: none"> • Ter manual de instruções. • Ser de fácil operação. • Ser apropriado à pequenos grupos produtivos. • Ser capaz de absorver variações no solo sem perder a precisão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possuir destaque em pontos estratégicos, estes para se ter maior cuidado ou atender função. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ser ergonômico. • Ter baixo nível de vibração. • Ter baixo nível de ruído. • Oferecer o mínimo esforço pelo usuário. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ter proteção em partes que ofereçam riscos ao usuário. • Ter comandos leves de fácil acesso ao operador e com pequenos movimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilitar a inspeção visual de elementos consumíveis. • Possuir sistema que impeça a utilização de ramas com dimensões que não gerem manivas no tamanho desejado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ter manual de instrução. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estar de acordo com a norma brasileira para implementos agrícolas. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ter baixo impacto ambiental.
Função	<ul style="list-style-type: none"> • Oferecer maleabilidade no trabalho em diversos terrenos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ter cor agradável. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ser ergonômico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ter estrutura leve. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ter segurança nos sistemas dinâmicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manter a uniformidade na dimensão das manivas. 			<ul style="list-style-type: none"> • Ter estrutura modular resistente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ter baixo consumo de componentes renováveis.

	<ul style="list-style-type: none"> • Ter robustez. • Cortar ramas em manivas, em dimensão adequada. 			<ul style="list-style-type: none"> • Ter sistemas dinâmicos com componentes simples. • Ter baixo consumo de componentes renováveis. • Ter número reduzido de sistemas dinâmicos. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ter componentes robustos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ter peças de reposição. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ter uniões normalizadas. 		
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Ter fácil acesso aos componentes. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ter facilidade na manutenção. 								<ul style="list-style-type: none"> • Ser composto de materiais recicláveis.
Reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de materiais que aceite recondicionamento 			<ul style="list-style-type: none"> • Ser fácil identificação de materiais. • Ser de fácil desmontagem. • Ser composto de materiais reutilizáveis. 							<ul style="list-style-type: none"> • Ser composto de materiais recicláveis.
Descarte	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar materiais com vida útil semelhante. 				<ul style="list-style-type: none"> • Ser de materiais não tóxicos. • Ter segurança no manuseio. 						

APÊNDICE H – MATRIZ QFD (CASA DA QUALIDADE)

		Requisitos de projeto																																	
		unid.	mm	mm	%	%	R\$	R\$	R\$	R\$	%	%	%	anos	%	%	%	%	%	kgf	R\$	%	%	%	%	%	unid.	%	Kg	%					
Requisitos de Usuários		Peso	N° de peças padronizadas	Comprimento da maniva	Diâmetro da maniva	Deposito horizontal da maniva	Ergonômico	Custo de aquisição	Custo de fabricação	Custo de montagem	Custo de projeto	Pontas e aristas cortantes	Proteção no sistema de corte / depósito	De acordo com patentes existentes	Materiais recicláveis e/ou reutilizáveis	Vida útil do mecanismo	projeto multifuncional	Estética	N° de componentes substituíveis	Robustez	Processos convencionais fabricação	Esforço físico do operador	Custo manutenção	Montabilidade	Confiabilidade	Funcionabilidade	Fabricabilidade	Segurança	N° de módulos	Adaptação diversos cultivares	Massa total	Tipos de materiais	Dosador (2 operadores com manivas)	Dosador (2 operadores com rama)	Dosador (2 operador com rama e seleção)
Estar ausente de pontas e aristas cortantes	10	3	0	0	0	5	5	5	3	3	5	3	0	0	3	1	3	3	1	3	3	5	5	5	3	3	5	0	0	1	1	1	1	1	1
Estar de acordo com a norma brasileira	10	0	1	1	0	5	1	5	1	3	0	3	3	1	3	0	0	0	1	1	3	1	1	3	1	0	5	1	0	1	1	3	3	3	3
Estar de acordo com patentes existentes (não infringir)	10	0	0	0	3	3	1	3	0	3	0	1	5	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	3	3	3	3	1	0	0	0	3	3	3	3
Estar manivas uniformes na dimensão	9	0	5	5	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	5	3	1	3	1	5	0	0	3	1	5	
Ser capaz de absorver variações no solo sem perder precisão	8	0	3	3	3	0	1	3	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	3	3	1	0	0	3	1	0	1	3	5	
Ser de baixo consumo de componentes renováveis	3	3	0	0	0	1	5	5	5	3	3	1	1	3	3	1	0	3	0	1	0	5	1	3	1	1	3	1	0	1	3	1	1	1	1
Ser de baixo custo	9	5	0	0	0	3	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	0	5	5	5	5	5	1	3	1	3	3	1	1	0	
Ser de fácil acesso aos componentes	7	1	0	0	0	5	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	1	1	1	1	3	5	5	3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	
Ser de fácil acondicionamento	6	1	0	0	0	3	3	3	3	3	1	0	0	0	3	1	1	0	0	1	3	5	1	3	1	1	3	1	0	3	0	1	1	0	
Ser de fácil carregamento e descarregamento	5	1	0	0	0	5	3	3	3	3	3	1	0	1	1	3	1	0	1	0	3	3	1	1	1	3	3	1	0	5	1	1	1	1	
Ser de fácil manutenção	8	5	0	0	0	3	3	5	5	5	3	1	0	3	5	3	0	5	5	0	1	5	5	5	5	5	1	1	0	1	1	1	1	1	
Ser de fácil operação	9	3	0	0	0	5	3	5	5	5	3	1	0	3	3	1	1	3	0	0	5	5	5	5	5	5	1	3	0	1	0	1	3	3	
Ser de fácil produção	6	5	0	0	0	5	5	5	5	5	5	3	0	1	1	3	1	3	1	5	3	3	3	3	3	5	1	3	0	3	3	3	3	0	
Ser de fácil transporte	8	1	0	0	0	3	5	5	5	5	3	1	0	1	3	1	3	1	1	1	1	5	3	3	3	3	5	5	0	5	3	1	1	1	

Ser de fácil troca de partes	8	3	0	0	0	3	3	3	5	3	5	3	0	3	3	1	1	5	1	1	3	5	3	3	3	3	1	1	0	3	3	1	1	1	
Ser de materiais com vida útil semelhante	8	5	0	0	0	0	5	5	5	5	0	1	0	3	3	3	1	5	3	1	1	5	3	3	5	3	3	1	0	3	3	3	3	3	
Ser de materiais não tóxicos	9	3	0	0	0	3	3	5	5	3	1	1	1	3	5	3	1	3	1	3	3	5	3	3	3	3	5	1	0	1	3	3	3	3	
Ser de materiais que possam ser recicláveis e/ou reutilizáveis	7	3	0	0	0	1	5	5	5	5	1	1	1	5	3	3	1	3	1	1	1	3	3	3	5	3	1	1	0	3	3	1	1	1	
Ser de mínimo esforço para o usuário	7	3	0	0	0	3	3	3	3	3	5	5	1	0	3	1	0	1	3	3	5	5	5	3	3	5	5	3	0	3	0	1	1	1	
Ser ergonômico	8	3	0	0	0	5	3	5	5	5	3	1	0	0	1	1	3	1	1	3	3	5	5	3	3	5	5	1	0	3	1	1	1	1	
Ser modular	6	5	0	0	0	3	3	3	3	3	1	3	0	0	0	5	3	3	1	1	3	3	3	3	1	3	3	5	0	3	0	3	3	3	
Ser para pequenos grupos produtivos	10	5	1	1	1	1	5	5	5	5	0	0	1	1	3	1	1	3	3	5	3	5	5	1	5	3	3	0	0	3	0	3	1	0	
Ser pintada sem desperdício	8	3	0	0	0	1	5	5	5	5	0	3	0	1	1	0	1	1	0	1	0	5	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	
Ser resistente às intempéries	7	1	0	0	0	1	5	3	3	3	1	1	0	1	5	1	3	1	3	1	0	5	3	3	5	3	3	0	0	3	3	3	3	3	
Ser robusto / durável	7	3	0	0	0	1	5	3	3	3	3	3	0	1	5	1	1	3	5	3	1	5	3	3	5	3	3	1	0	3	1	1	1	3	
Ser seguro nos sistemas mecânicos	6	3	0	0	0	3	3	3	3	3	5	5	0	1	5	1	1	1	5	1	5	5	3	5	5	3	5	1	0	1	1	3	3	3	
Ser um projeto multifuncional	6	3	1	1	1	1	3	5	5	3	1	1	1	1	3	5	1	3	1	3	1	3	3	3	3	3	1	5	5	1	3	3	3	3	
Ter acondicionamento para transporte	9	0	0	0	0	3	5	5	5	3	0	1	0	0	5	3	1	0	0	0	5	1	1	3	3	3	5	3	0	3	0	1	1	1	
Ter baixa obsolescência	9	5	0	0	0	3	3	3	3	3	1	1	3	3	5	1	3	3	3	1	5	3	3	3	5	3	3	1	0	1	0	3	3	3	
Ter baixo impacto ambiental	8	3	0	0	1	0	5	3	1	3	0	0	0	5	5	0	1	3	3	5	1	5	3	3	5	3	3	1	0	3	5	1	1	1	
Ter baixo nível de ruído	3	0	0	0	0	3	1	5	1	1	0	1	0	1	3	0	1	1	3	0	3	3	1	3	3	1	1	0	0	0	3	1	3	0	
Ter baixo nível de vibração	4	0	0	0	0	3	1	5	1	1	1	3	0	1	3	1	0	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	1	0	3	3	1	1	1	
Ter baixo tempo de produção	9	5	0	0	0	1	5	5	5	3	1	3	0	1	1	0	1	1	0	5	0	3	5	3	3	5	1	3	0	3	3	3	3	3	
Ter boa aparência	5	3	0	0	0	1	1	3	1	3	1	3	0	1	0	0	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
Ter capacidade de recolhimento das peças	5	5	0	0	0	1	3	3	3	3	0	3	0	5	1	0	0	3	0	1	5	3	3	1	0	3	0	1	0	1	1	0	0	0	
Ter comandos leves de fácil acesso	3	1	0	0	0	5	3	3	3	1	1	1	0	3	3	0	1	3	0	1	3	5	5	1	5	5	1	1	0	1	1	3	3	3	
Ter cor agradável	2	3	0	0	0	1	3	1	1	1	0	1	0	3	0	0	5	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	3	1	1	1	
Ter cores de destaque em pontos com maior importância	3	0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	3	0	3	1	0	3	1	1	1	1	3	3	1	3	1	5	1	0	1	1	0	0	0	
Ter corte das ramas na dimensão	8	0	5	5	5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	5	0	3	1	1	5	3	5
Ser depositado maniva horizontal (eixo central paralelo ao solo)	9	0	1	1	5	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	3	5	1	1	0	1	0	0	3	3	3	

Ter desempenho com confiabilidade	7	5	1	1	3	1	3	1	1	3	1	3	1	0	3	0	0	1	3	1	3	5	3	5	5	3	5	1	1	1	1	3	3	5
Ter estrutura leve	3	1	0	0	1	3	5	5	5	5	1	1	0	3	3	1	1	3	3	1	3	3	5	3	3	5	3	3	1	5	3	1	1	1
Ter estrutura modular resistente	2	3	0	0	0	1	3	3	3	3	1	1	0	1	5	1	0	3	5	1	3	5	3	3	5	3	3	1	0	3	1	1	1	1
Ter fácil desmontagem	6	3	0	0	0	3	3	3	5	1	0	1	0	1	1	0	0	3	1	1	5	5	5	3	3	3	3	0	0	1	3	3	1	1
Ter fácil identificação dos materiais	8	3	0	0	0	3	3	3	3	1	1	1	0	1	1	0	5	3	1	1	3	3	3	1	3	3	3	1	0	0	3	1	1	1
Ter fácil montagem e regulagem	8	3	0	0	1	1	1	3	5	1	0	1	0	1	3	1	0	1	0	0	5	5	5	3	3	3	3	1	0	1	1	3	3	3
Ter junções padronizadas	6	5	0	0	0	1	3	3	3	3	1	0	0	1	1	0	0	5	1	1	5	5	3	3	3	3	3	1	0	0	1	3	3	3
Ter maleabilidade no trabalho	6	0	1	1	1	0	1	1	1	3	0	0	0	1	3	0	0	3	1	0	1	3	1	1	3	1	1	0	3	3	1	1	1	1
Ter manual de instruções	10	1	1	1	1	3	0	0	1	3	0	3	0	1	3	1	0	5	3	0	5	3	5	3	5	3	1	0	0	0	0	1	3	1
Ter manual de montagem	10	1	0	0	0	3	0	1	5	3	0	3	0	1	1	1	0	3	1	0	5	3	5	3	3	1	1	3	0	0	0	1	1	1
Ter mínimo custo de produção	9	5	0	0	1	3	5	5	5	3	3	3	0	3	3	0	0	1	1	5	1	3	5	1	1	5	1	3	0	3	1	1	1	1
Ter número reduzido de sistemas dinâmicos	2	1	3	3	3	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	3	5	3	5	5	3	3	1	0	1	1	3	3	3
Ter peças de reposição	9	5	0	0	0	1	3	1	1	1	0	1	0	5	5	1	0	5	3	1	3	5	3	5	5	3	3	1	0	1	1	3	3	3
Ter peças padronizadas	8	5	0	0	0	1	3	3	3	1	0	1	0	3	5	0	1	5	1	1	3	5	5	3	5	5	1	1	0	1	3	3	3	3
Ter possibilidade de inspeção visual de elementos consumíveis	4	1	0	0	1	3	3	3	3	1	0	1	0	3	3	0	1	5	1	2	3	5	3	3	3	3	3	1	0	1	3	1	1	1
Ter precisão de fabricação	7	3	1	1	1	1	5	3	3	1	1	1	0	1	3	0	1	1	5	3	3	5	5	5	5	5	3	1	0	0	1	3	3	3
Ter proteção em partes que ofereçam riscos ao usuário	9	1	0	0	0	5	5	3	3	3	3	5	0	1	1	0	1	1	1	0	5	5	3	5	5	3	5	1	0	1	1	5	3	3
Ter proteção no sistema de corte da rama	10	0	3	3	1	5	5	1	1	1	0	5	3	1	3	1	3	3	3	1	5	3	3	3	1	3	5	1	0	3	1	5	3	3
Ter rápida montagem	8	3	1	1	3	1	5	3	5	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	3	5	5	1	1	1	1	5	0	3	1	3	3	1
Ter robustez	6	3	1	1	1	3	3	3	1	3	0	1	0	1	3	0	1	1	5	3	5	3	3	3	5	3	3	1	3	3	3	3	3	5
Ter segurança no manuseio	6	1	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	1	1	3	0	3	0	5	3	1	3	3	1	5	3	0	3	1	1	1	1
Ter sistema de padronização de ramos	4	3	5	5	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0	3	1	0	1	3	1	1	0	5	0	1	3	1	5
Ter sistemas dinâmicos com componentes simples	3	1	0	0	1	3	5	3	3	3	1	3	0	1	1	0	0	1	3	1	3	3	3	1	3	3	1	1	0	1	1	5	3	1
Ter uniões normalizadas	3	3	0	0	0	3	5	3	3	1	0	0	0	1	1	1	0	3	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	0	1	1	3	3	3
Ter uso preferencial de ligações parafusadas	6	1	0	0	0	1	5	5	5	1	3	3	0	1	1	1	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1	3	0	3	1	5	3	3
		1099	244	244	293	1048	1419	1458	1387	1264	567	771	195	614	1131	452	481	952	712	650	1183	1619	1390	1324	1489	1250	1162	649	202	760	610	960	890	913

APÊNDICE I – ESTRUTURA FUNCIONAL

Figura I.1 – Estrutura funcional E_{1.1} : Entrada ramo

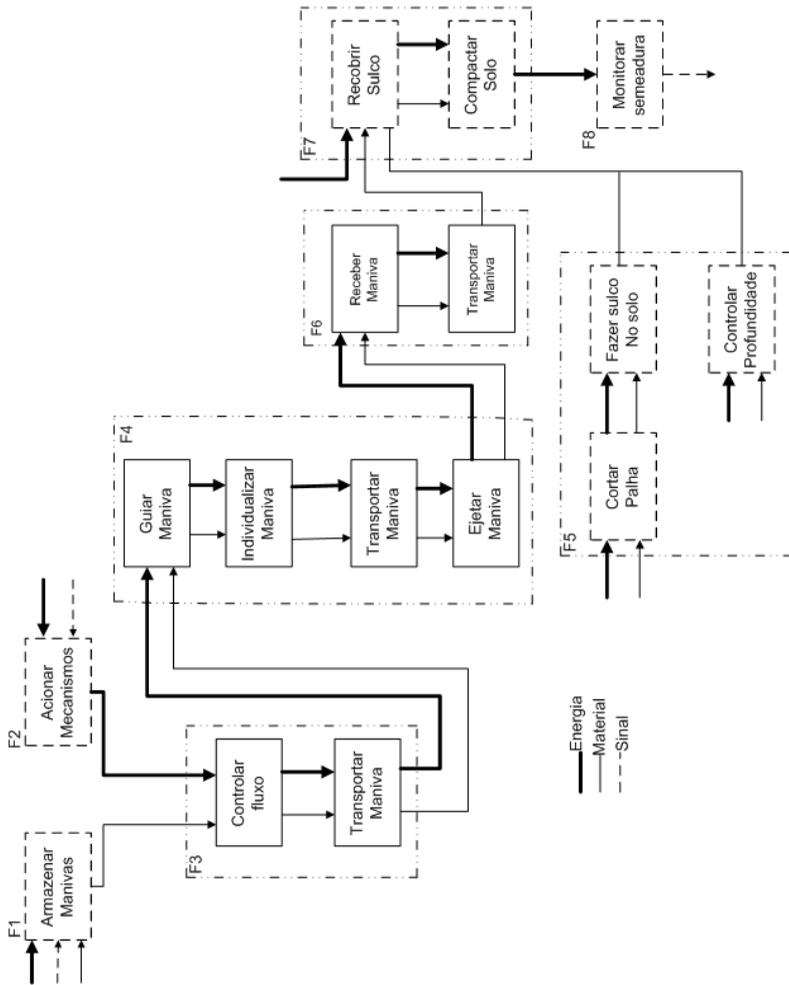


Figura I.2 – Estrutura funcional E_{1,2}: Entrada rama

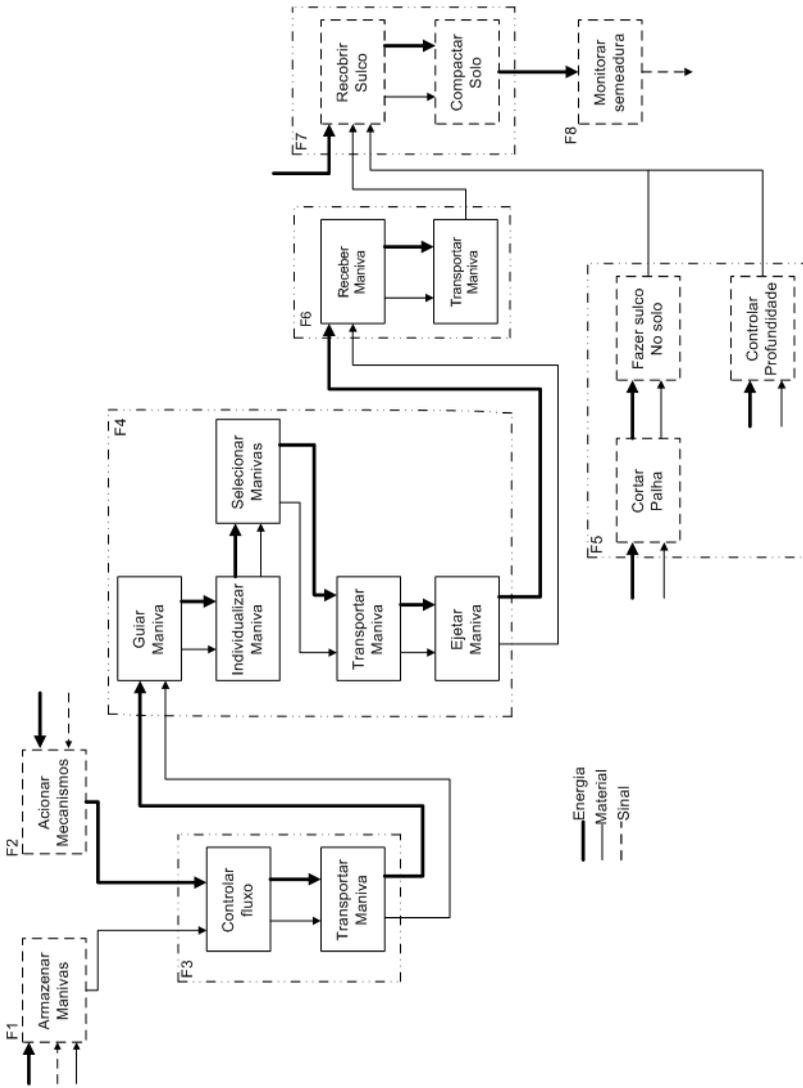
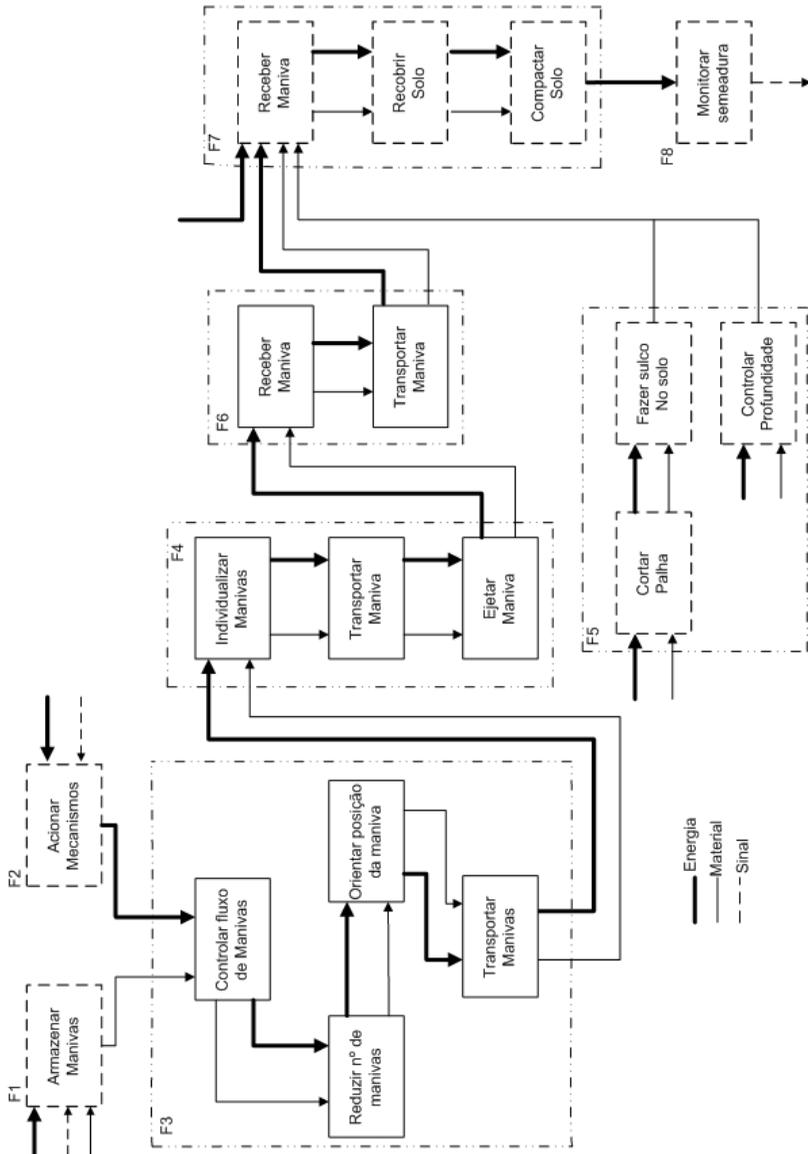


Figura I.3 – Estrutura funcional E_{2.1} : Entrada maniva (Estrutura seleccionada)

APÊNDICE J – AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE MANIVA PARA DESENVOLVIMENTO DE DOSADORES (ARTIGO)



AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE MANIVA PARA DESENVOLVIMENTO DE DOSADORES

Juliano Mazute¹, Acires Dias², Alberto Kazushi Nagaoka³, Henrique Guimarães Belani⁴, Enilto de Oliveira Neubert⁵, Fernando César Bauer⁶

¹Eng^o Mecânico, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, 88040-900, Florianópolis, SC. E-mail: juliano.mazute@gmail.com

²Doutor, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, 88040-900, Florianópolis, SC. E-mail: acires.dias@ufsc.br

³Doutor, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, 88040-900, Florianópolis, SC. E-mail: aknagaoka@cca.ufsc.br

⁴Eng. Agr. Bolsita CNPq – ATP-A, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, 88040-900, Florianópolis, SC. E-mail: belani87@gmail.com

⁵Eng. Agr. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 88840-000, Urussanga, SC. E-mail: enilto@epagri.sc.gov.br

⁶Doutor, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, 88040-900, Florianópolis, SC. E-mail: febauer@cca.ufsc.br

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um arbusto pertencente à ordem Malpighiales e a única, dentre as espécies atualmente conhecidas da família Euphorbiaceae, cultivada para fins alimentícios (CARVALHO, 2005). Ela se diferencia das demais espécies selvagens do gênero *Manihot*, por possuir a capacidade de propagação vegetativa, além da capacidade de algumas raízes se diferenciarem em tuberosas para armazenar amido em grande quantidade. Seu local de domesticação não é bem conhecido, mas há evidências biológicas que indicam que este pode ser na transição entre a floresta amazônica e o cerrado, atualmente a divisa entre os Estados de Mato Grosso, Rondônia, Amazonas e Tocantins (OLSEN & SHALL, 2000).

O Estado de Santa Catarina, na safra 2010/11, foi o 10º produtor nacional de mandioca, participando de 2,2% na produção, com uma área colhida de 27,5 mil hectares, produzindo 506,3 toneladas, sendo o Estado com o 5º maior rendimento do país, de 18,4 toneladas por hectare (INSTITUTO CEPA/SC, 2012).

Por outro lado, o interesse pela exploração dessa lavoura tem perdido força ano após ano no Estado de Santa Catarina, fato que vem diminuindo não só a área plantada, como o número de produtores. Permanece na atividade apenas o produtor melhor estruturado e mais organizado, sendo que nas regiões Sul Catarinense, Vale do Itajaí e em alguns municípios da Grande Florianópolis, a mandioca é explorada para fins comerciais, enquanto, nas demais regiões catarinenses, é cultivada principalmente para atender a alimentação animal e humana (INSTITUTO CEPA/SC, 2012).

No cenário atual da agricultura brasileira fica explícita a redução do número de pessoas relacionadas a esta atividade, mesmo constatando-se que a demanda de produtos agrícolas não diminuiu. Desta forma surge a necessidade da disponibilização de meios que permitam aos pequenos produtores rurais uma redução de mão de obra na produção, o que é possível através da mecanização da agricultura (FARINA, 2010).

O cultivo de mandioca é altamente exigente em quantidade de mão de obra, especialmente nas atividades do plantio e da colheita. Em países como o Brasil e a Tailândia, grandes avanços têm sido realizados no desenvolvimento de sistemas mecanizados para produção de mandioca. Na Colômbia, o Consórcio Latino Americano e do Caribe de Apoio a Pesquisa e ao Desenvolvimento da Mandioca - CLAYUCA, trabalha para adaptar algumas plantadoras e colhedoras mecânicas de mandioca que foram originalmente desenvolvidas no Brasil, para os agricultores obterem acesso a tecnologias que permitam uma produção competitiva com custos reduzidos (OSPINA et al., 2002).

O plantio é uma das principais tarefas na agricultura e consiste na operação de colocar no solo órgãos de propagação vegetativa (colmos, tubérculos, raízes e outras partes do tecido vegetal) visando à instalação de uma cultura. Esta operação pressupõe as condicionantes básicas do terreno preparado para receber os órgãos de propagação, elemento de propagação qualificado, época definida, técnica de plantio selecionada e disponibilidade de máquinas para a operação (MIALHE, 2012).

A prática do uso de máquinas para realizar a semeadura, já foi adotada pelos europeus no final do século XVII (BALASTREIRE, 2005). A plantadora de mandioca, segundo Alonço (2009) é uma máquina utilizada para realizar o plantio das manivas de mandioca, já conforme Mialhe (2012) realiza a mecanização desta tarefa e na sua maioria trabalha no modelo de distribuição dos órgãos de propagação no plano vertical e em nível (ou plana), sendo que as manivas são distribuídas no sulco linearmente, ao acaso e individualizadas, efetuando o plantio em linha.

Assim como na plantadora de mandioca as funções básicas exigidas para qualquer máquina destinada a executar o plantio de sementes, independente do tipo ou categoria a que pertença à semeadora, é armazenar determinada quantidade de sementes a fim de possibilitar, por certo período de tempo, um suprimento constante aos mecanismos dosadores. Tal função poderá ser realizada de duas maneiras principais, ou através de depósito comum ou central, ou por depósitos individuais, para cada unidade distribuidora de sementes (MIALHE, 2012).

Um dos requisitos para a colocação precisa das sementes é que estas tenham tamanho e forma os mais uniformes possíveis, para que possam ser separadas e manuseadas pelos mecanismos dosadores, principalmente aqueles utilizados em dosadores puramente mecânicos (BALASTREIRE, 2005). Para a plantadora de mandioca, o tamanho e a forma das manivas também poderão influenciar no desempenho dos dosadores.

Nesse âmbito, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar a qualidade e fazer a caracterização das propriedades físicas de manivas, tais como diâmetro, massa, comprimento, volume e densidade de seis cultivares de mandioca, sendo tais informações determinantes para dimensionar máquinas e equipamentos dosadores, de forma correta e aderente às exigências das manivas, principalmente, quanto a integridade física requerida para a germinação. Além disso, tais definições são requeridas para cumprir com as exigências do plantio, definidas pelos agricultores, pelo tipo de solo, área plantada, produtividade etc. Estas medições e avaliações foram realizadas no Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (NeDIP – Laboratório da Engenharia mecânica da UFSC).

Material e Métodos

Este experimento foi realizado no Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (NEDIP), laboratório da Engenharia Mecânica da UFSC, no município de Florianópolis em Santa Catarina.

As manivas utilizadas neste experimento foram fornecidas pela Estação Experimental da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), localizada no município de Urussanga em Santa Catarina, em função da experiência de cultivo da região sede da estação experimental, cortadas manualmente e entregues ao NEDIP no dia 27 de julho de 2012.

As variáveis foram analisadas, considerando-se o delineamento experimental em blocos casualizados com 10 repetições, cujos tratamentos foram as seis (6) variedades (Criolo de Videira, Branco Mato Grosso Santim, IAC576/70, Apronta mesa, Amarela Barão de Lucena, Oriental). Os resultados foram interpretados estatisticamente, por meio da análise de variância, pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

A medição do diâmetro (mm) foi efetuada em três seções, ao longo do comprimento da maniva e em cada uma das extremidades. Foram realizadas quatro repetições em cada um das seções, sendo que o diâmetro médio de cada maniva equivale à média aritmética dos resultados obtidos em cada seção. As medições foram realizadas com paquímetro analógico marca Mitutoyo, com precisão de 0,01mm.

A pesagem para obtenção da massa (g) foi feita em balança de precisão, da marca ST Model do tipo Escala de Bolso, com capacidade de 2000g e precisão de 0,100g. Cada maniva foi pesada quatro vezes, sendo o valor de referência a média aritmética dos pesos registrados.

O comprimento (mm) corresponde ao valor da média aritmética de 4 medições realizadas, uma a cada rotação de 90° no eixo da maniva, utilizando um paquímetro analógico marca Mitutoyo, com precisão de 0,01mm. Tal sistemática foi adotada em face do corte não estar perfeitamente perpendicular ao eixo da maniva.

O volume estimado (cm³) foi obtido, por meio da equação: $V = \frac{\pi \varnothing^2}{4} H$, em que \varnothing = diâmetro da maniva (cm); H: comprimento da maniva (cm).

A densidade estimada (g/cm³) foi obtida pela equação: $\rho = \frac{M}{\frac{\pi \varnothing^2}{4}}$

H , em que M = massa da maniva (g); \emptyset : diâmetro da maniva (cm); H : comprimento da maniva (cm).

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta a média dos valores de diâmetro (mm) das manivas em função da variedade da mandioca. Nota-se que a variedade Oriental apresentou maior diâmetro das manivas, seguida da variedade Apronta mesa. Estes dados são muito importantes para o dimensionamento dos dosadores e também do reservatório em que serão armazenados os mesmos no processo de plantio. Verifica-se, ainda na mesma tabela que não houve diferença do diâmetro ao longo do comprimento das manivas, sendo esta, uma informação interessante tanto para o desenvolvimento da máquina de plantio, quanto do ponto de vista das características morfológicas da cultura.

Tabela 1 - Média dos valores de diâmetro (mm) das manivas em função da variedade da mandioca.

TRATAMENTOS	Diâmetro (mm)
Criolo de Videira	22.7867 C
Branco Mato Grosso Santim	21.3800 C
IAC 576/70	22.0500 C
Apronta mesa	24.4800 B
Amarela Barão de Lucena	22.0800 C
Oriental	26.1600 A
C.V. (%)	8.47
Diâmetro superior	22.9983 A
Diâmetro central	23.2167 A
Diâmetro inferior	23.2533 A
C.V. (%)	2.71

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 2, observa-se a média dos valores de massa (g), comprimento (cm), volume (cm³) e densidade (g/cm³) das manivas em função da variedade da mandioca. Verifica-se que a variedade Oriental e Apronta mesa apresentaram maior massa, provavelmente devido ao maior diâmetro, conforme apresentado na Tabela 1. Quanto ao comprimento das manivas, não foram observadas diferenças entre as

variedades, mostrando que o corte manual com serrote, a partir de um referencial, resulta em resultados razoavelmente precisos. Nota-se que o volume das manivas foi maior para as variedades Oriental seguida da variedade Apronta mesa, provavelmente também decorrentes do diâmetro e da massa. Quanto à densidade das manivas, verifica-se que as variedades Amarela Barão de Lucena e Apronta mesa se destacaram das outras, valendo ressaltar que em projetos de desenvolvimento de reservatórios e dosadores de manivas, essas diferenças não afetarão o projeto, por serem numericamente próximas.

Tabela 2 - Média dos valores de massa (g), comprimento (cm), volume (cm³) e densidade (g/cm³) das manivas em função da variedade da mandioca.

TRATAMENTOS	Massa(g)	Comprimento(cm)	Volume(cm ³)	Densidade(g/cm ³)
Criolo de Videira	62.52 B	15.443 A	63.0538 C	0.98964 AB
Branco Mato	53.04 B	15.455 A	55.5888 C	0.95193 B
Grosso Santim				
IAC 576/70	58.37 B	15.280 A	58.4614 C	0.99826 AB
Apronta mesa	76.60 A	15.390 A	72.5505 B	1.05564 A
Amarela Barão de Lucena	62.03 B	15.356 A	58.9200 C	1.05196 A
Oriental	84.53 A	15.390 A	83.003 A	1.02025 AB
C.V. (%)	12.18	0.92	10.17	8.47

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusões

- A variedade Oriental e a Apronta mesa foram as que apresentaram maior diâmetro, massa e volume das manivas;
- Nos valores de densidade das manivas nas variedades Amarela Barão de Lucena e Apronta mesa se destacaram das demais;
- As manivas não apresentaram diferença de comprimento entre as variedades analisadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) que possibilitaram a realização deste trabalho.

Referências

ALONÇO, A. S. **Máquinas para plantio e transplântio**, disciplina EGR 1018 – Tecnologia agrícola. Santa Maria: UFSM, 2009. [Apostila do curso de Agronomia].

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas Agrícolas**. 2 ed. São Paulo: Manole, 2005. 310 p.

CARVALHO, L. J.C.B; Biodiversidade e biotecnologia em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Mandioca, Campo Grande**, 2005 CD-Rom.

FARINA, E. **Desenvolvimento conceitual de um módulo de potência autopropelido para agricultura**. UFSC. Florianópolis, p. 179. 2010.

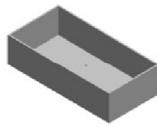
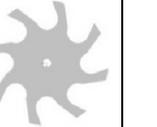
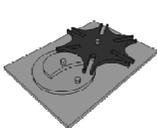
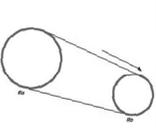
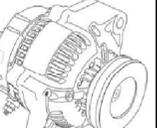
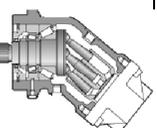
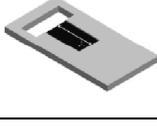
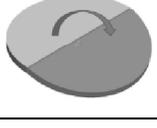
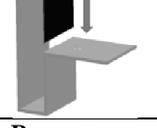
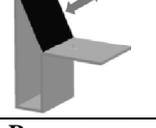
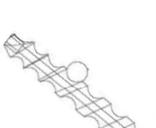
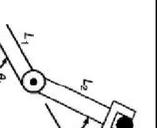
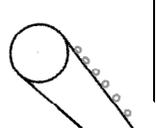
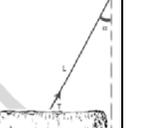
INSTITUTO CEPA/SC. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2011 - 2012**. Florianópolis: EPAGRI/CEPA, 2012. Disponível em:<http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2012/sintese%202012.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2013.

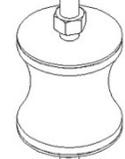
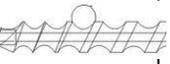
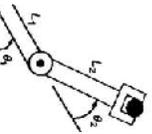
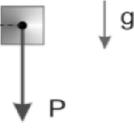
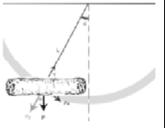
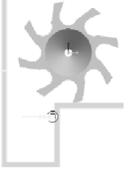
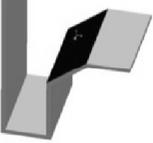
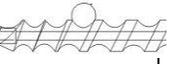
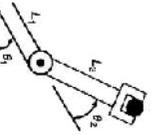
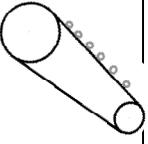
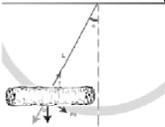
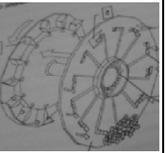
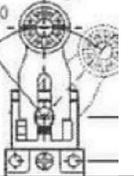
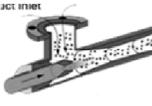
MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas para plantio**. Campinas, Millennium Editora, 2012.

OLSEN, K .M.; SHALL, B. A., 2000. **Microsatellite variation in cassava (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae) and wild relatives: further evidence for a southern Amazonian origin and domestication**. American Journal of Botany, 88:131-142.

OSPINA, B., CADAVID, L. F., GARCÍA, M., & ALCALDE, C. (2002). **Mechanization of cassava production in Colombia**. *Cassava Research and Development in Asia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, 277-287.

APÊNDICE K – PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO: MATRIZ MORFOLÓGICA

		Matriz Morfológica									
		PS 1	PS 2	PS 3	PS 4	PS 5	PS 6	PS 7	PS 8	PS 9	PS 10
F1 - Armazenar	F1 - Armazenar Manivas										
		Caixa quadrada	Caixa retangular	Carrossel / Magazine	Caixa circular (cooler)	Cartucho (Pistola)	Espiral	Funil	Gavetas (lotes) / Pilhas / Palletes	Tubo / Mangueira	Dente (Roda dentada)
F2 - Acionar	F2 - Acionar Mecanismos										
		Mecanismo Maltese cruzado (relógio)	Engrenagem	Sistema Pendular (Pêndulo contrapeso)	Polia / Correia / Corrente / cabo de aço	Motor elétrico	Motor hidráulico	Servo Motor	Motor Pneumático	Rodas de fricção	Manivela
F3 - Promover escoamento das manivas	F3.1 - Controlar fluxo										
		Furo em chapa	Chapa articulada	Rampa com fechamento tipo guilhotina	Rampa com porta basculante	Gravidade (Dente engrenagem)	Furo com tampa				
F3 - Promover escoamento das manivas	F3.2 - Reduzir nº de manivas										
		Gravidade (Dente engrenagem)	Gravidade (Funil)	Gravidade (caminho determinado)	Fuso (rosca sem fim)	Braço mecânico	Esteira	Mecanismo biela manivela	Pêndulo	Gravidade (furo)	Gravidade (rampa)

	F3.3–Orientar posição das manivas										
		Rolos orientadores	Batentes	Escova rotativa	Escova plana	Labirinto	Grade	Guias			
	F3.4–Transportar manivas										
		Fuso (rosca sem fim)	Espiral	Braço mecânico	Braço humano	Esteira	Dente (Roda dentada)	Gravidade	Pêndulo	Mecanismo biela manivela	
F4 - Dosar maniva	F4.1 - Individualizar manivas										
		Gravidade (engrenagem)	Funil (gravidade)	Furo	Rampa						
	F4.2 - Transportar maniva										
	Fuso (rosca sem fim)	Espiral	Braço mecânico	Esteira	Dente (Roda dentada)	Gavetas (lotes) / Pilhas	Funil (gravidade)	Pêndulo	Mecanismo biela manivela	Clipagem	
	F4.3 - Ejetar maniva										
	Fim de curso	Pneumático (Sucção)	Hidráulico (Sucção)	Ventosa							

APÊNDICE L – CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

Nome: Concepção 01

Numeração
 01 – Rotor dosador;
 02 – Maniva;
 03 – Acionamento por correntes;
 04 – Roda cobridora;
 05 – Individualizador por labirinto;
 06 – Sistema de deposição (tubo condutor);
 07 – Reservatório;

Letras
 D – Ponto de deposição;
 P – Força peso;
 w – Velocidade angular;
 V – Velocidade da máquina;
 X – Eixo (plano cartesiano);
 Y – Eixo (plano cartesiano);

Descrição: Dosador com sistema de rotor cilíndrico (01) com alojamentos para manivas nas extremidades de sua circunferência, este alojamento comportando apenas uma maniva (02) por alojamento e girando no sentido horário. O rotor é acionado por corrente (03), esta ligada na roda cobridora (04) do sistema de plantio direto. A individualização das manivas no reservatório (07), se dá por meio de um sistema de barreira do tipo labirinto (05). A maniva quando chega no ponto D, devido ao seu peso (P) e combinado com a força da gravidade, cai para o sistema de deposição, este com um tubo curvo (06), com entrada suave.

Função	Princípio de solução	Função	Princípio de solução
F1	Reservatório	F2	
F3.1		F3.2	
F3.3	Não aplicável	F3.4	
F4.1		F4.2	
F4.3		F6.1	
F6.2		F8	

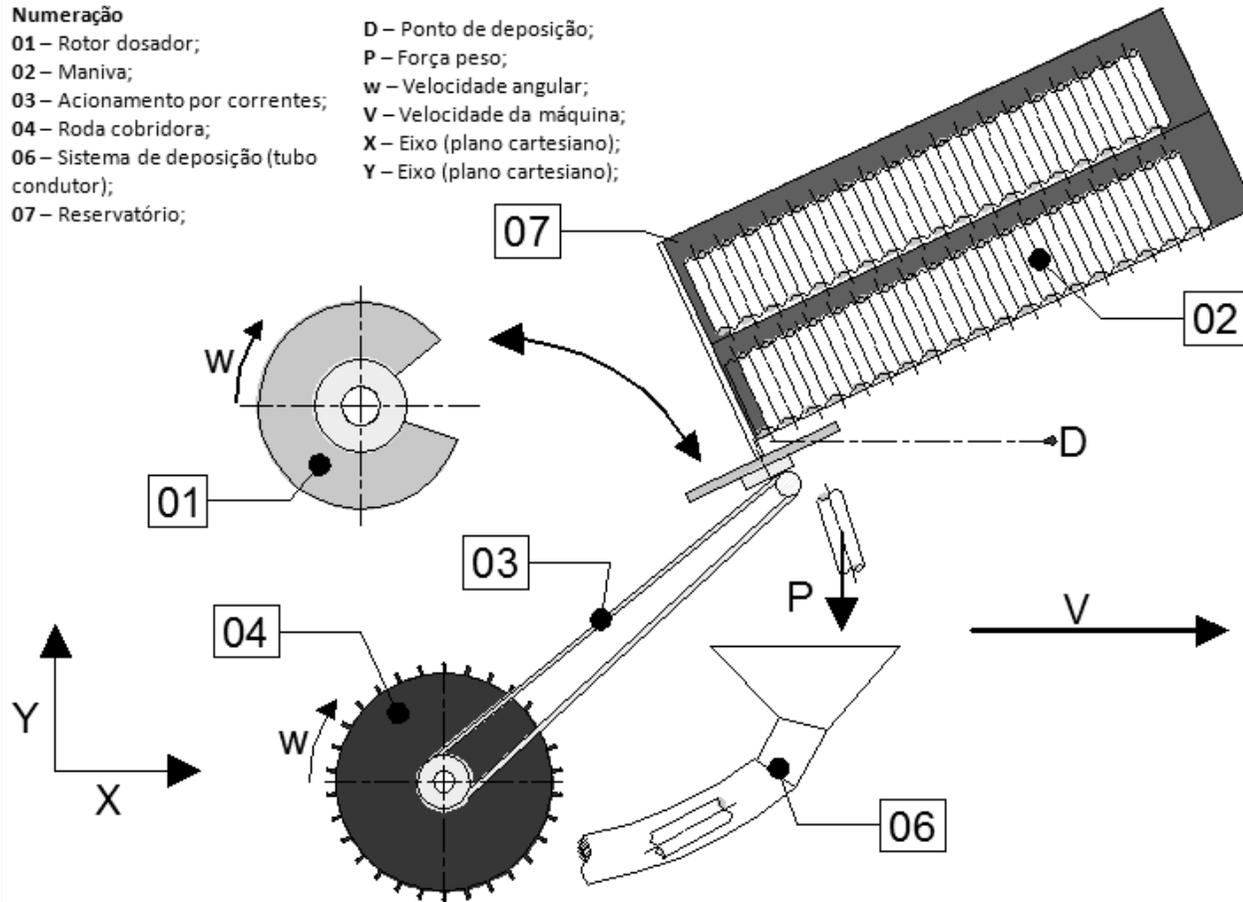
Nome:

Concepção 02

Numeração

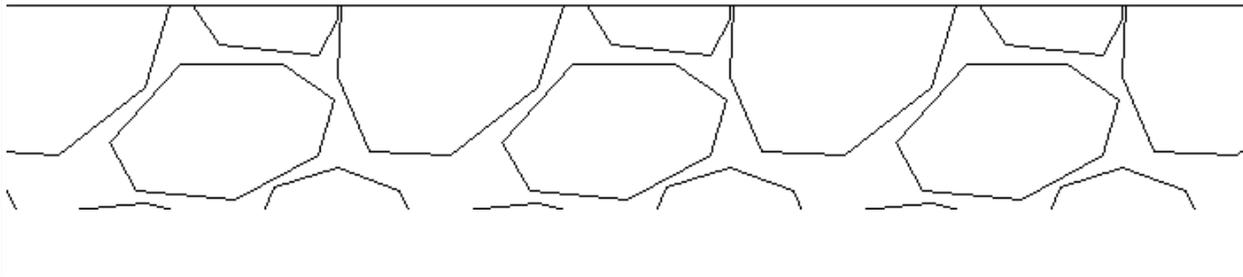
- 01 – Rotor dosador;
- 02 – Maniva;
- 03 – Acionamento por correntes;
- 04 – Roda cobridora;
- 06 – Sistema de deposição (tubo condutor);
- 07 – Reservatório;

- D – Ponto de deposição;
- P – Força peso;
- w – Velocidade angular;
- V – Velocidade da máquina;
- X – Eixo (plano cartesiano);
- Y – Eixo (plano cartesiano);



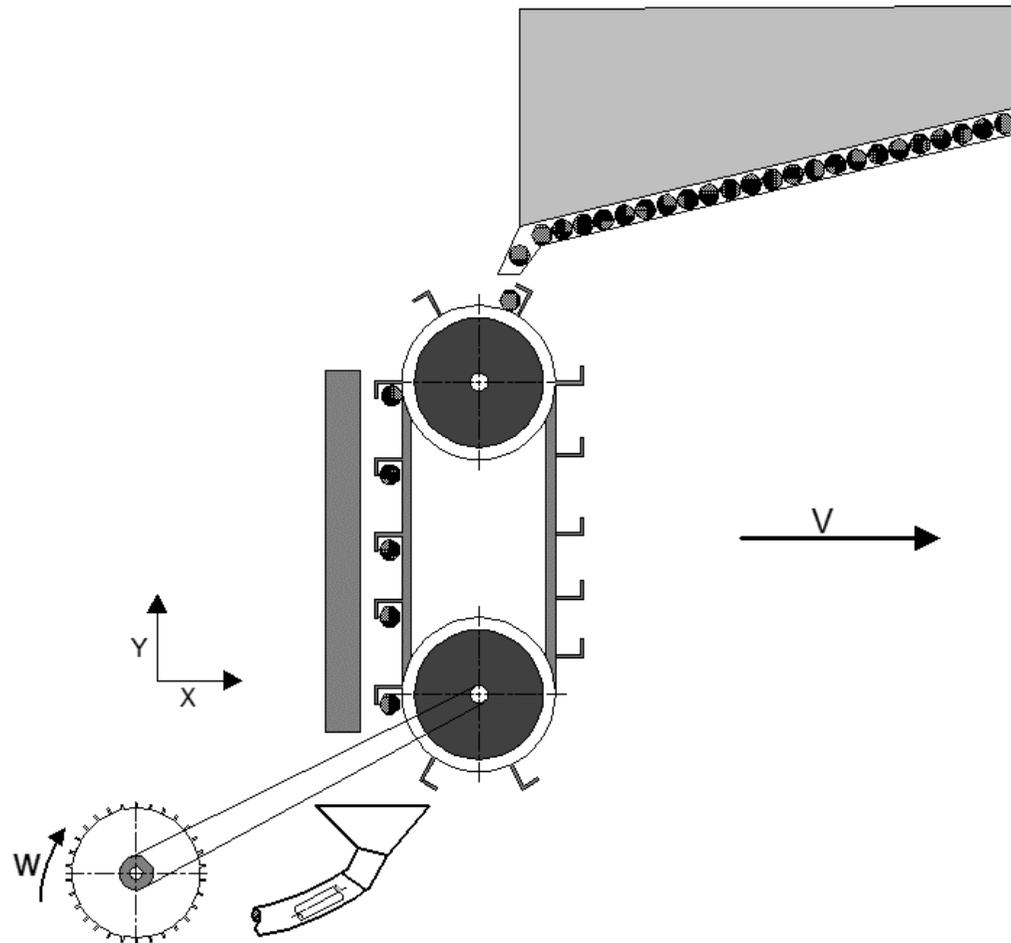
Descrição: Reservatório (07) com rampa, esta com inclinação que facilita a queda das manivas (02) por efeito da força peso (P). Quando as manivas se aproximam do ponto de deposição (D), e encontrando o rasgo do rotor dosador (01), há sua queda para o sistema de deposição (06). No sistema de deposição as manivas são alinhadas para sua queda no sulco. O rotor dosador é acionado por correntes (03), esta ligada a roda cobridora (04), que por sua vez é arrastada pela velocidade (V) da máquina no eixo X, que gera uma velocidade angular (w) na roda.

Função	Princípio de solução	Função	Princípio de solução
F1	Reservatório em lotes (magazine)	F2	
F3.1		F3.2	
F3.3		F3.4	
F4.1		F4.2	Não aplicável
F4.3		F6.1	
F6.2		F8	



Nome:

Concepção 03



Descrição: Reservatório com rampa, onde as manivas por efeito da força potencial se aproximam do ponto de afunilamento. Quando afuniladas as manivas, há a queda por efeito da força potencial, onde um disco axialmente as manivas esta localizado e se rodando (acionado por polia ou corrente). Neste disco há um rasgo que quando alinhado com a maniva, deixa a mesma passar para ser depositada. O deposito por meio de um tubo curvo com entrada suave.

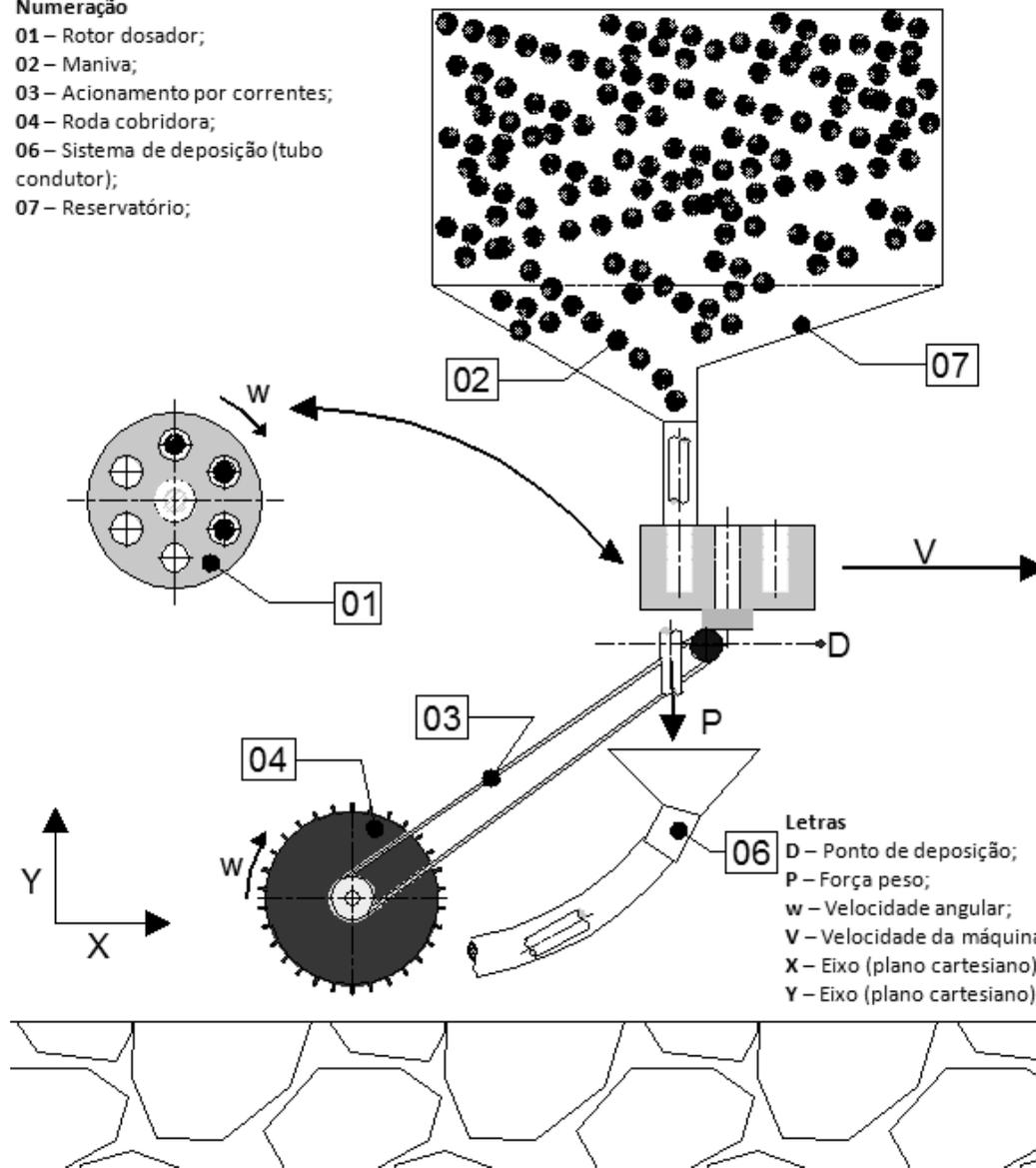
Função	Princípio de solução	Função	Princípio de solução
F1	Reservatório	F2	
F3.1		F3.2	
F3.3	Não aplicável	F3.4	
F4.1		F4.2	
F4.3		F6.1	
F6.2		F8	

Nome:

Concepção 04

Numeração

- 01 – Rotor dosador;
 02 – Maniva;
 03 – Acionamento por correntes;
 04 – Roda cobridora;
 06 – Sistema de deposição (tubo condutor);
 07 – Reservatório;



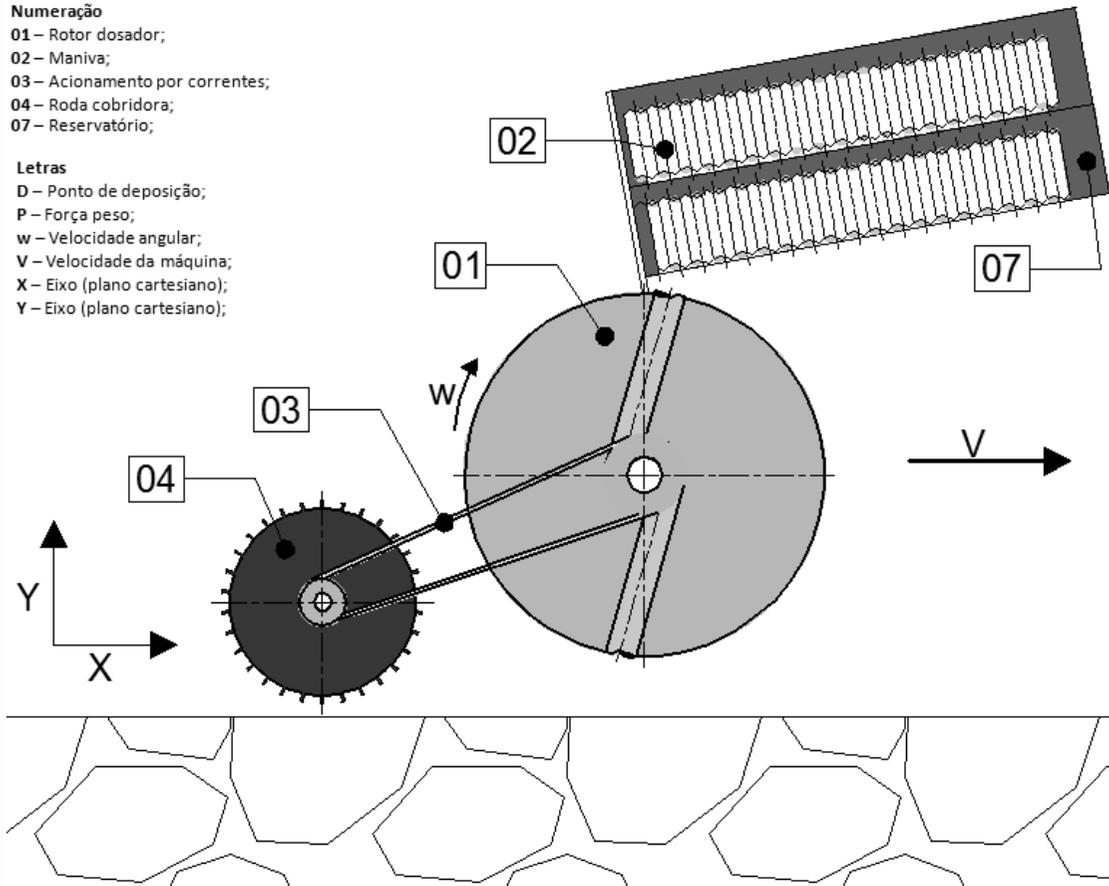
Descrição: O reservatório (07) com rampa, onde as manivas (02) por efeito da força potencial se aproximam do ponto de afunilamento. Quando afuniladas as manivas, há a sua queda para o rotor dosador (01), componente rotativo que abriga uma maniva por recipiente, nesta composição 6 manivas por vez. O rotor é acionado por corrente (03), esta acionada pela velocidade angular (w) da roda cobridora (04) vinda do arrasto da roda, este proveniente da velocidade da máquina (V). Quando há o alinhamento do ponto de queda da maniva, este no rotor dosador, com o ponto de deposição (D), por meio da força peso (P) da maniva, esta se encaminha para o sistema de deposição (06), sendo este um tubo curvo com entrada suave.

Função	Princípio de solução	Função	Princípio de solução
F1	Reservatório	F2	
F3.1		F3.2	
F3.3		F3.4	
F4.1		F4.2	
F4.3		F6.1	
F6.2		F8	

Nome: **Concepção 05**

- Numeração**
 01 – Rotor dosador;
 02 – Maniva;
 03 – Acionamento por correntes;
 04 – Roda cobridora;
 07 – Reservatório;

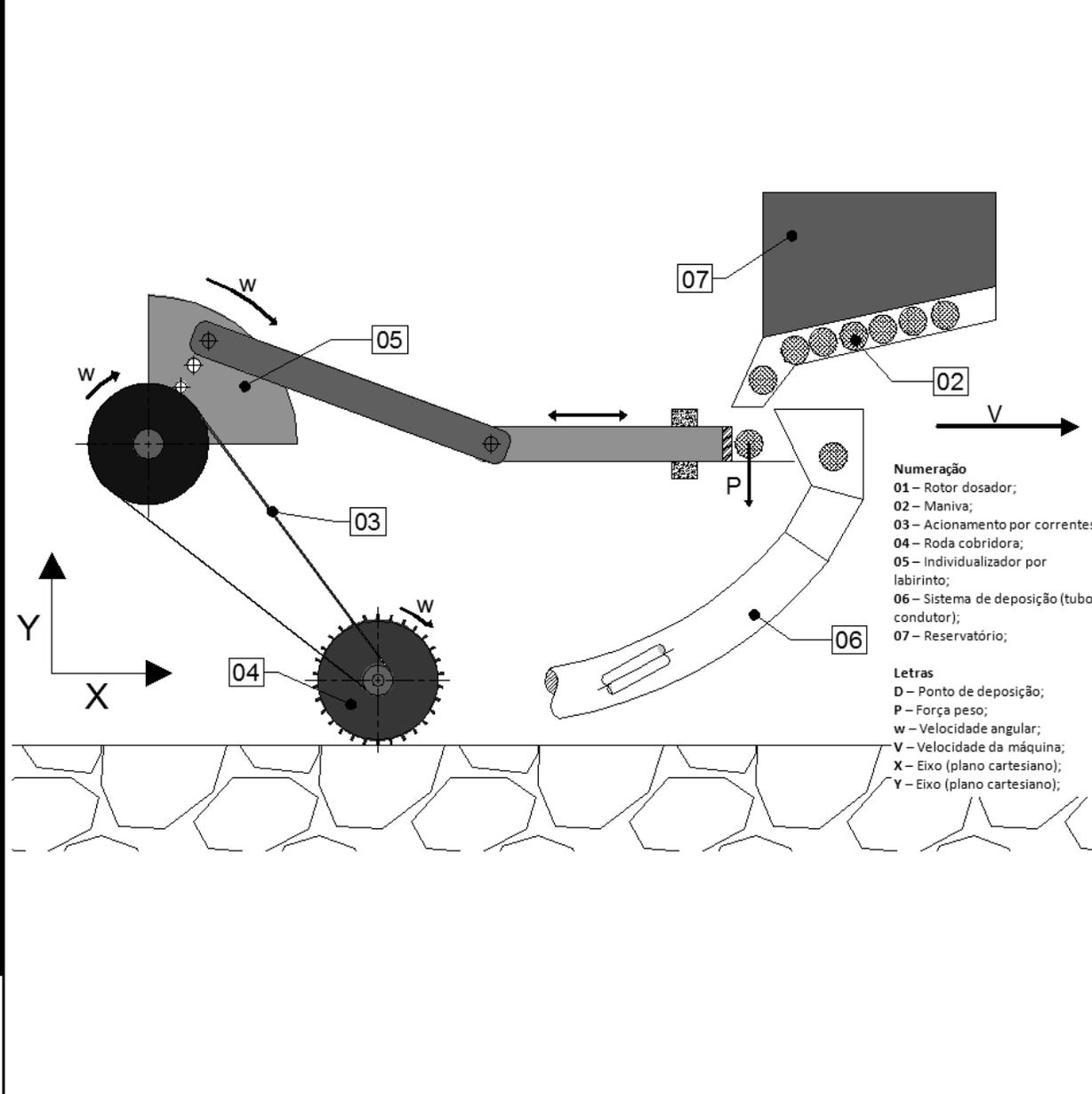
- Letras**
 D – Ponto de deposição;
 P – Força peso;
 w – Velocidade angular;
 V – Velocidade da máquina;
 X – Eixo (plano cartesiano);
 Y – Eixo (plano cartesiano);



Descrição: Composto por rotor cilíndrico (01) com alojamentos dispostos axialmente ao rotor, para individualização das manivas (02). O fluxo das manivas do reservatório (07) para o rotor dosador, se dá, devido inclinação do lote de manivas, este pré-estabelecidos antes do processo de dosagem. A confiabilidade de ser dosada apenas uma maniva por vez, por meio da força potencial que leva as manivas até o orifício, onde as manivas caem até o tubo (recipiente) do rotor dosador que capta a maniva e a libera por gravidade no fim da sua trajetória. O acionamento do rotor dosador é por corrente (03), esta acionada pelo arrasto da roda cobridora (04) da máquina na velocidade (V) de plantio. Sistema de deposito é o tubo do rotor, com queda suave.

Função	Princípio de solução	Função	Princípio de solução
F1	Reservatório em lotes (magazine)	F2	
F3.1		F3.2	
F3.3		F3.4	
F4.1		F4.2	Giro
F4.3		F6.1	
F6.2		F8	

Nome: **Concepção 06**



Descrição: Mecanismo individualizador (05) do dosador é acionado por corrente (03), este movido pelo arrasto da roda cobridora (04) da máquina na velocidade (V) de plantio. Sendo o mecanismo biela-manivela do responsável pela saída única de uma maniva (02) do reservatório (07), sendo realizada a dosagem (espaçamento entre manivas) no momento de repouso do mecanismo (retorno para instante I). O movimento do mecanismo é responsável pelo transporte da maniva até o sistema de deposição (06), este recebendo a maniva e orientando sua posição em um tubo curvo, transportando-a até o solo.

Função	Princípio de solução	Função	Princípio de solução
F1	Reservatório em lotes (magazine)	F2	
F3.1		F3.2	
F3.3	Não aplicável	F3.4	
F4.1		F4.2	
F4.3		F6.1	
6.2		F8	

APÊNDICE M – IDENTIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS QUE INFLUENCIAM NA AQUISIÇÃO DE UMA PLANTADORA DE MANDIOCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ) - ARTIGO



IDENTIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS QUE INFLUENCIAM NA AQUISIÇÃO DE UMA PLANTADORA DE MANDIOCA (Manihot esculenta Crantz)

Juliano Mazute¹, Alberto Kazushi Nagaoka², Henrique Guimarães Belani³, Marilda da Penha Teixeira Nagaoka⁴, Acires Dias⁵, Fernando César Bauer⁶

¹Engº Mecânico, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, 88040-900, Florianópolis, SC. E-mail: juliano.mazute@gmail.com

²Doutor, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, 88040-900, Florianópolis, SC. E-mail: aknagaoka@cca.ufsc.br

³Eng. Agr. Bolsita CNPq – ATP-A, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, 88040-900, Florianópolis, SC. E-mail: belani87@gmail.com

⁴Professora, faculdade Borges de Mendonça e Decisão, Florianópolis, SC. E-mail: marildanagaoka@yahoo.com.br

⁵Doutor, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, 88040-900, Florianópolis, SC. E-mail: acires.dias@ufsc.br

⁶Doutor, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, 88040-900, Florianópolis, SC. E-mail: febauer@cca.ufsc.br

Introdução

Até a década de 80, a indústria nacional de máquinas agrícolas se encontrava em estágio tecnológico bastante primitivo, onde as iniciativas de desenvolvimento do produto ocorriam reforçando estruturalmente antigas máquinas de tração animal ou fazendo grosseiras adaptações em cópias de máquinas importadas, sem qualquer preocupação com a qualidade da operação realizada. Infelizmente as inovações tecnológicas incorporadas aos equipamentos atuais pela crescente demanda do mercado de máquinas para plantio direto, não alcançaram importantes nichos de mercado ainda totalmente

descobertos, como é o caso de máquinas e implementos específicos para agricultura familiar (MIALHE, 2012).

Para Frederico e Robic (2006), a satisfação do consumidor é fonte de *feedback* sobre a qualidade e atributos disponíveis que possam proporcionar decisões de marketing de uma organização, influenciando a formação da intenção de compra futura do consumidor. Os fabricantes de máquinas e implementos agrícolas devem estar atentos às necessidades do seu público alvo, realizando pesquisas de mercado para identificar e mapear as suas necessidades oferecendo-o produtos e serviços que lhes permitam melhorar os resultados financeiros principalmente para as pequenas propriedades.

A partir do interesse em um produto ou serviço, que o comprador busca maiores informações pessoais (família, amigos, vizinhos, conhecidos), comerciais (propaganda, vendedores, representantes, embalagens, mostruários), públicas (meios de comunicação de massa, organizações de classificação de consumo) e experimentais (manuseio, exame, uso do produto) (KOTLER, 2000).

Pode haver uma variação na conduta dos consumidores de plantadoras de mandioca em função dos atributos que consideram mais relevantes tais como preço, ergonomia, confiabilidade, manutenção e segurança, que influenciam na decisão de sua aquisição. No entanto, as peculiaridades culturais, sociais, pessoais e psicológicas do meio em que o indivíduo convive afetam seu estilo de consumo (FLECK & CASAGRANDE, 2006).

Este artigo teve como objetivos identificar os principais atributos que influenciam a decisão dos usuários na aquisição de uma plantadora de mandioca.

Material e Métodos

O presente artigo apresenta uma pesquisa exploratória, onde se procurou identificar quais atributos que os profissionais ligados à cultura da mandioca consideram na aquisição de uma plantadora.

A fonte de coleta dos dados foi de natureza primária, com dados coletados junto aos 42 entrevistados via questionário estruturado, no período de julho de 2011 a julho de 2012. Todos os entrevistados possuem uma ligação com a cultura da mandioca, nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo produtores, pesquisadores, projetistas de máquinas agrícolas e diretores, gerentes ou supervisores de empresa fabricante.

Considerando os produtores entrevistados, estes possuem suas propriedades localizadas na região Sul e Oeste de Santa Catarina e Norte do Rio Grande do Sul, se enquadrando como agricultores familiares, que foram indicados por pesquisadores da Estação Experimental da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), localizada no município de Urussanga em Santa Catarina, em virtude da experiência de cultivo da região. A aplicação do questionário foi realizada de duas formas: pessoalmente pelo autor da pesquisa; e online, via *Google Docs*.

Quanto aos pesquisadores entrevistados, estes estão vinculados à UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) e à EPAGRI. Os projetistas, diretores e gerentes de empresas de máquinas e implementos agrícolas, localizam-se em Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Vale ressaltar que estes grupos de entrevistados foram os que concordaram em participar desta pesquisa, respondendo o questionário online, via *Google Docs*.

Os entrevistados classificaram cada um dos atributos atribuindo-lhe o grau de importância, de 1 a 5, onde cada valor representou respectivamente, pouca, moderada, forte, muito forte e extrema.

Utilizou-se a técnica de análise de dados de Pareto 80/20, que é uma estatística quantitativa na tomada de decisão que permite selecionar e priorizar um número de itens capazes de produzir grande efeito. Seu Princípio consiste na ideia de que 80% dos resultados correspondem a apenas 20% dos fatores, justificando a priorização desta parcela.

Resultados e Discussão

Profissionais ligados à cultura da mandioca, de diversas áreas de atuação, foram entrevistados, onde os mais representativos em número, conforme mostra a Figura 2, 26% agricultores, 21% pesquisadores, 19% projetistas de máquinas agrícolas e 12% diretores, gerentes ou supervisores de empresa fabricante.

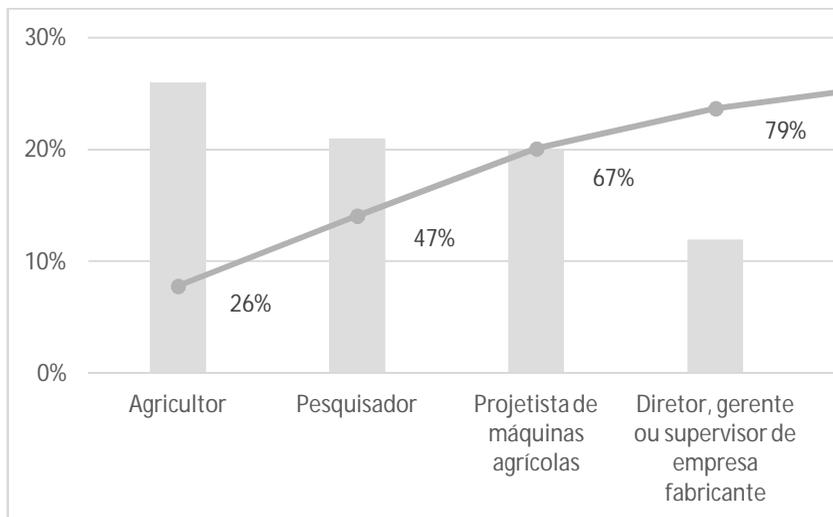


Figura1: Distribuição da área de atuação dos entrevistados sobre os atributos que influenciam na aquisição de uma plantadora de mandioca.

Na Figura 2 observa-se que o preço da máquina foi considerado por 60% dos entrevistados como um atributo de extrema importância, já os demais 24 e 16% dos entrevistados, consideraram este atributo de muito forte e forte importância, respectivamente. Esses dados revelam que o preço é um atributo extremamente relevante no momento de aquisição de uma plantadora de mandioca, o que sinaliza aos fabricantes a necessidade de se buscar preços mais atrativos aos usuários.

Nos casos das pequenas propriedades, de acordo com Filho (2012), a utilização de equipamentos de baixo custo e adequação da tecnologia são essenciais para o incentivo na criação de empregos neste mercado. Neste contexto, Arend (2005) descreve que o desenvolvimento de produtos que atendam realmente à necessidade do cliente e/ou usuário, além de soluções rápidas e inovadoras, devem ser principalmente de baixo custo.

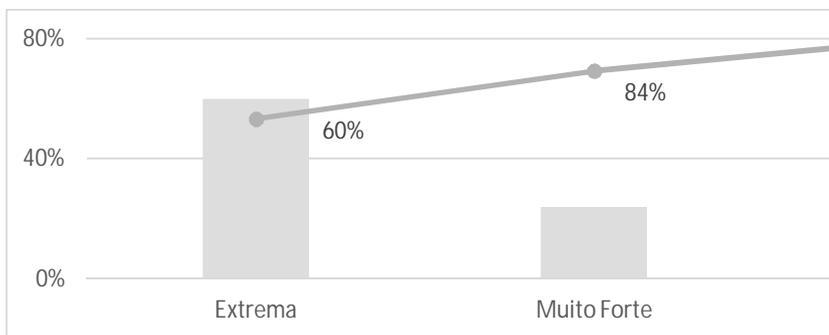


Figura 32: Valores do grau de importância atribuída ao critério preço da máquina

A funcionalidade da plantadora foi um atributo majoritariamente considerado de extrema importância por 93% dos entrevistados, como pode ser observado na Figura 3a. Esta informação revela que é primordial considerar a funcionalidade da plantadora durante a operação. É muito importante que os engenheiros e projetistas tenham o conhecimento deste atributo, para que a plantadora projetada possa condizer com a real necessidade em condições de campo (AREND, 2005).

O atributo segurança, como mostrado na Figura 3b, foi considerado como de extrema importância por 43% dos entrevistados, faz-se deste atributo especial, o segundo grau de importância, de acordo com 33% dos entrevistados, foi que a segurança tem forte importância para a aquisição desta máquina, seguido pelos 24% restantes dos entrevistados que consideraram a segurança como um atributo muito forte na sua aquisição. Isso indica que de modo geral, esta máquina deverá apresentar estabilidade para trabalhar em diversos terrenos, com diferentes relevos e tipos de solo, de forma que os capotamentos e tombamentos sejam evitados, não deverá possuir pontas ou arestas cortantes e deverá ter proteção em partes que apresentem riscos ao usuário, garantindo a integridade física do operador.

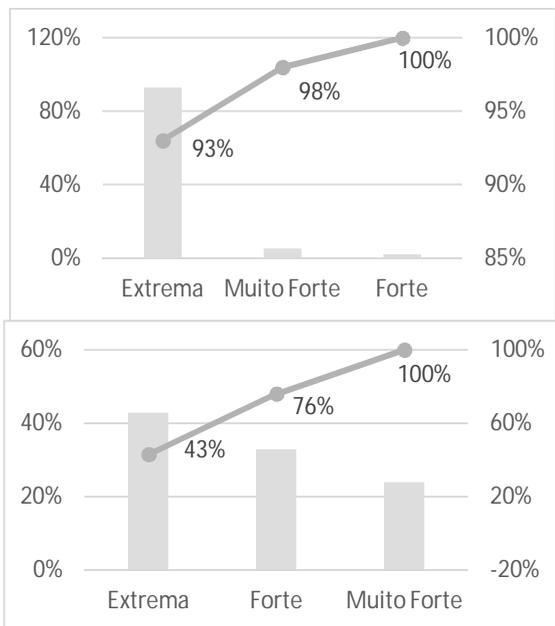
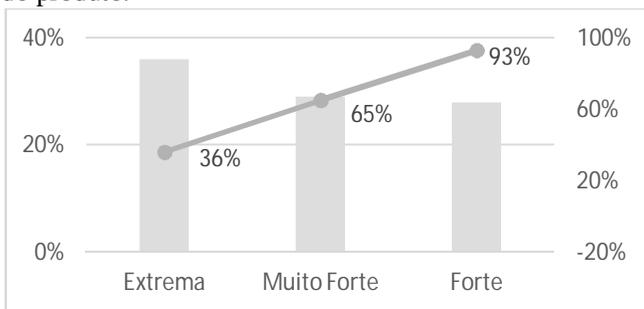


Figura 3: Valores do grau de importância atribuída ao a) critério funcionalidade da plantadora de mandioca b) critério segurança da plantadora de mandioca

Também foram considerados atributos de extrema importância, a fácil manutenção e a resistência a quebras, que acarreta em uma maior confiabilidade e disponibilidade da máquina de plantio, com 36% e 43% dos entrevistados, na Figura 4, respectivamente em a e b. Os dados revelam a importância de o projeto preconizar o fácil acesso aos componentes e que os mesmos sejam robustos, com peças de reposição, de materiais que executem a função durante a totalidade do ciclo de vida do produto.



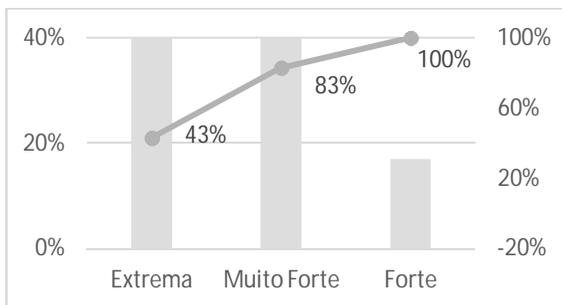


Figura 4: Grau de importância atribuída à plantadora de mandioca em a) facilidade na manutenção e b) resistência a quebras de peças

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos nessa pesquisa, pode-se concluir:

- É possível identificar quais atributos influenciam a decisão dos usuários na aquisição de uma plantadora de mandioca.
- O preço, a funcionalidade, a segurança, a fácil manutenção e a resistência a quebras, são considerados como atributos de extrema importância por 60%, 93%, 43%, 36% e 43%, respectivamente.
- Os resultados sinalizam aos projetistas, pesquisadores e aos fabricantes a necessidade de focar os esforços para aperfeiçoar esses atributos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) que possibilitaram a realização deste trabalho.

Referências

AREND, L., FORCELLINI, F. A., WEISS, A. **Desenvolvimento e testes de uma semeadora-adubadora modular para pequenas propriedades rurais.** [Artigo científico]. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.3, p.801-808, set./dez. 2005.

FILHO, E. R. **Uma abordagem centrada no usuário para o projeto de máquinas agrícolas de tração animal.** [Artigo científico]. Gest. Prod., São Carlos, v.19, n.1, p. 93-102, 2012.

FLECK, J. P. S.; CASAGRANDE, L. **Consumo de Cinema em Porto Alegre: Um Estudo Sobre Motivações e Atributos.** [artigo científico] 2006. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?acao=trabalho&cod_edicao_subsacao=149&cod_evento_edicao=10&cod_edicao_trabalho=5630>. Acesso em: 30 jul. 2013.

FREDERICO, E.; ROBIC, A. R. **Estudo dos fatores determinantes da satisfação do consumidor com vestuário infantil.** [artigo científico]. 2006. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?acao=trabalho&cod_edicao_subsacao=149&cod_evento_edicao=10&cod_edicao_trabalho=5630>. Acesso em: 30 jul. 2013.

KOTLER, Philip. **Marketing para o século XXI.** São Paulo: Futura, 2000.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas para plantio.** Campinas, Millennium Editora, 2012.

APÊNDICE N– TESTES

Data.: 15/11/2013

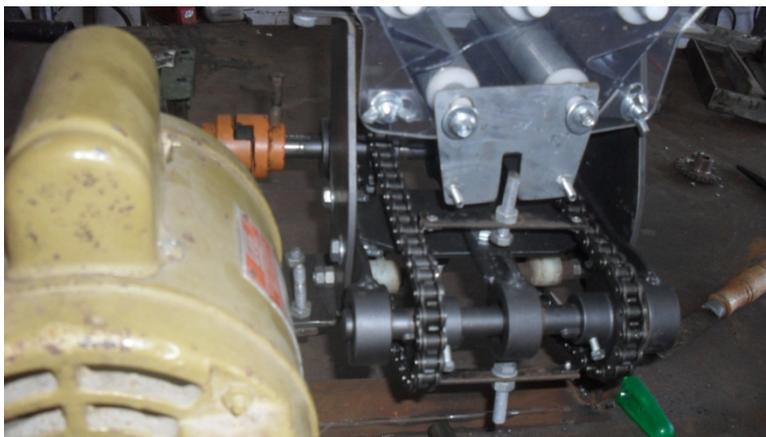
Local.:ArteBiro – Oficina Roberto

Horário.: 09:30 – 12:30

Na sexta-feira, dia 15/11/2013, se realizou os primeiros testes do mecanismo dosador acoplado com o motor/redutor, apresentado na Figura N.1. as características do motor e redutor, são:

- Motor elétrico 1/3 cv – 1730 RPM;
- Redutor 1:40;

Figura N.1 – Dosador acoplado em motor para teste



Ensaio 01

1. Montagem moto-redutor – medir rotação final;
2. Dificuldade na montagem: há que melhorar;
3. O sistema de condução de manivas funcionou, tendo que fazer ajustes nos guias de condução da corrente;
4. Há que repensar a saída das manivas (ponto em que a maniva encontra-se individualizada), pois quando este levanta, bate no suporte de individualização, na parte superior do mesmo (obstruindo a saída);
5. A chapa semi-cilíndrica externa pode ser acoplada ao condutor;
6. Verificou-se que os cilindros individualizadores bloqueiam a descida da maniva;

7. As manivas descem de forma desordenada na câmara de individualização;
8. O redutor de manivas não ordena as manivas para entregar na câmara;
9. Há que proporcionar acesso às câmaras do dosador para desobstruir o trancamento;
10. Retirar a fixação de parafusos do condutor (individualizado), dado que esta afrouxando (obtendo folga no processo);

Ensaio 02

1. Retirou-se os três cilindros centrais do sistema individualizador;
2. Procedeu-se novo ensaio para descida das manivas;
3. Com tal retirada, facilitou a descida das manivas, contudo, elas se acumularam na base individualizadora;
4. Houve afrouxamento dos parafusos da corrente individualizadora.
5. Provocou emperramento do parafuso da corrente contra a chapa do individualizador, levando à deformação do dosador;
6. Foi encaminhado solução de abrir o rasgo de acesso dos parafusos da corrente até a maniva;
7. Retirou-se a obstrução superior da base individualizadora;

Ensaio 03

1. Diminuiu o tamanho dos parafusos de transporte;
2. Repetiu-se o ensaio e a condução, se mostrando favorável para a posição de queda da maniva;
3. A saída teve problemas, dado às restrições do projeto, provocando trancamento e danificação das manivas;
4. Sugestão: alterar saída para abertura maior, na forma de cone, conectada com tubo condutor;
5. Pensar em projetar o individualizador com ângulo de saída descendente;

Ensaio 04 (Data - 16/11)

1. Restrição na saída das manivas.

Sugestões:

- Aumentar a abertura de entrada da saída para poder usar parafusos maiores, deixando o mais liso possível
 - Pino de aço mola;
 - Fazer diferente chapas para fixar a corrente
2. Trocado acrílico por chapa metálica;
 3. Furação da saída de d57 para d77;
 4. Individualizador com quede inclinada;
 5. Apenas o cilindro central mantido no individualizador;

Ensaio 05

1. Para melhorar condução foi inserido parafuso na corrente, ao invés de rebites;
2. Base individualizador com abertura grande, deve ser reduzida;
3. Parte inferior do individualizador com uma aba, esta acaba retendo as manivas;

Ensaio 06

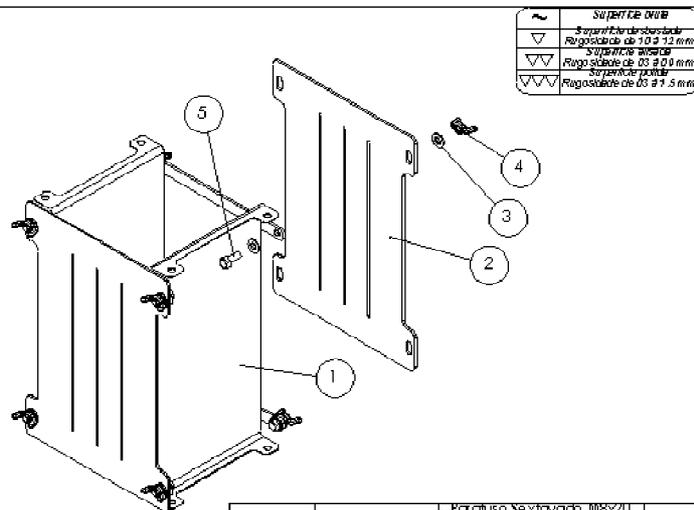
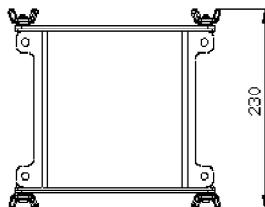
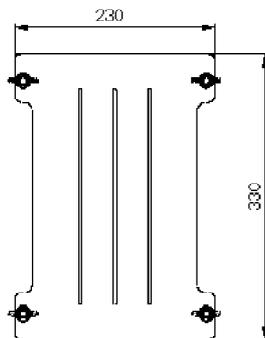
1. Com a colocação de uma quantidade de manivas, se viu a necessidade da retirada do cilindro central;
2. Retirou-se um lado das chapas inclinadas do individualizador;
3. Individualizador com grau da chapa inferior alterado, deixando a saída mais livre.

Ensaio 07

1. Com a retirada de todos os rolos do individualizador, ouve bastante obstrução na passagem das manivas;
2. Chapas laterais do individualizador bloqueiam a passagem das manivas;

APÊNDICE O – DESENHOS TÉCNICOS

Sistema 01 – Armazenagem



~	SUPERFÍCIE INIB
~	Superfície de base Rugosidade de 10 a 12 mm
▽	Superfície interna Rugosidade de 0,5 a 0,6 mm
▽▽	Superfície externa Rugosidade de 0,5 a 0,6 mm
▽▽▽	Superfície de base Rugosidade de 0,5 a 0,6 mm

5	AD Q-023	Parafuso sextavado M8x20 8,8	8
4	AD Q-022	Porca Borboleta M8	8
3	AD Q-003	Aruela lisa M8	16
2	C-06.900.005	Chapa guia	2
1	C-06.900.100	Reservatório	1
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.

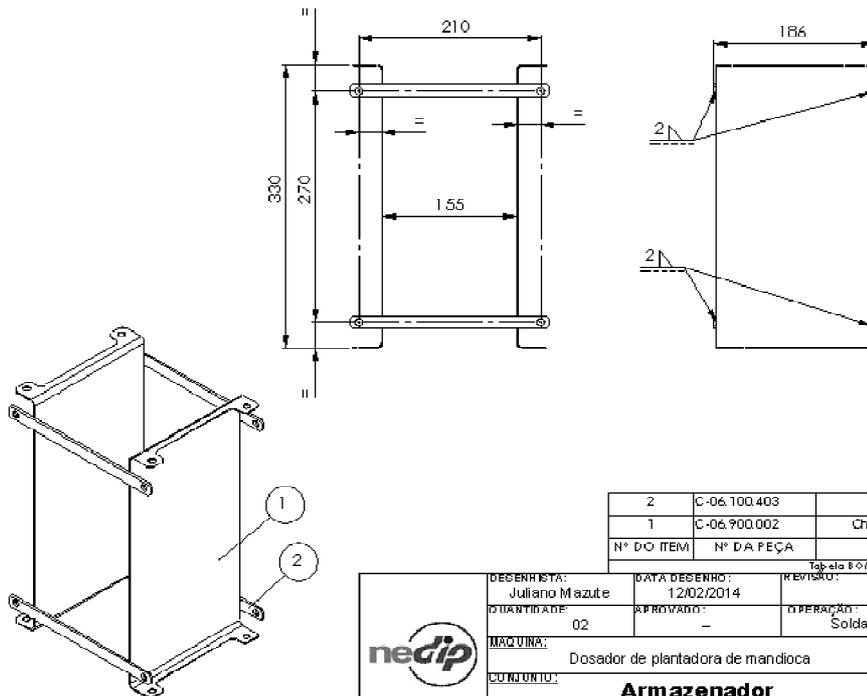
Tabela BOM

	DESENHISTA:	DATA DESENHO:	REVISÃO:	DATA REVISÃO:
	Juliano Mazute	12/02/2014		12/02/2014
	QUANTIDADE:	APROVADO:	OPERAÇÃO:	UNIDADE MEDIDA:
	02	-	Montagem	MM
	MATERIAL:	Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA:
			1:5	2304.01
	Dosador		NÚMERO:	
			C-06.900.000	
	MATERIAL:			
	Montagem			

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: quanto-hora
2014

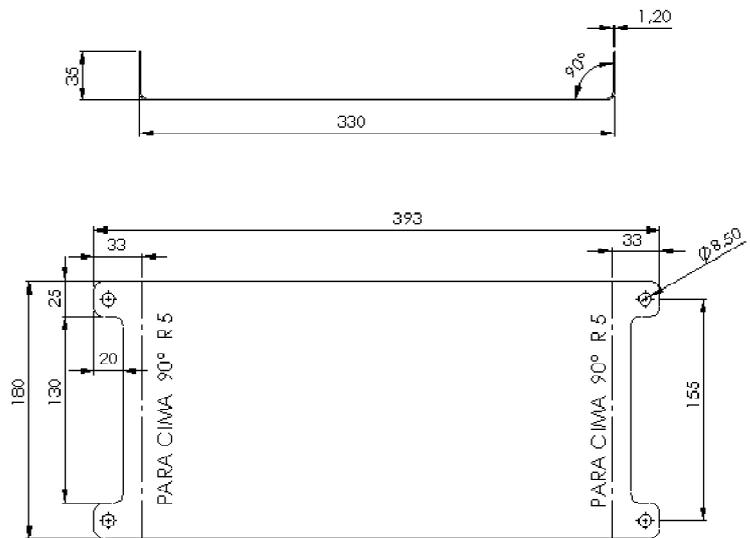
~	Superfície crua
▽	Superfície desbastada
▽▽	Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽▽	Superfície alisada
▽▽▽▽	Rugosidade de 0,5 a 0,8 mm
▽▽▽▽▽	Superfície polida
▽▽▽▽▽▽	Rugosidade de 0,3 a 0,5 mm



DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
QUANTIDADE: 02	APROVANDO: -	OPERACION: Solda	UNIDADE MEDIDA: MM
MAQUINA: Dosador de plantadora de mandioca	ESCALA: 1:5	PESO: 1569,78	
CONJUNTO: Armazenador	NUMERO: C-06.900.100		
MATERIAL: Conjunto			

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: QUARTO N.º 1504 N.º 14/04/2014



~	SUPERFÍCIE DOB.
▽	Superfície desbastada Rugosidade de até 12,5 mm
▽▽	Superfície alisada Rugosidade de até 3,0 mm
▽▽▽	Superfície polida Rugosidade de até 0,5 mm

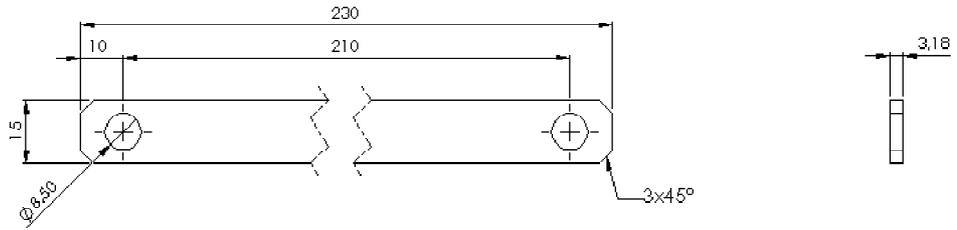
	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014	
	QUANTIDADE: 04	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte / Dobra	UNIDADE MEDIDA: MM	
	MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca			ESCALA: 1:3	PESU: 618,42 g
	COMUNIDADE: Armazenador			NÚMERO: C-06.900.002	
MATERIAL: Aço SAE 1020 1,2mm					

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE "

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014

C:\Users\juzen\Documents\Desenhos\Desenhos de CAD\top - Armazenador.dwg

~	Superfície bruta
▽	Superfície acabada Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽	Superfície acabada Rugosidade de 0,5 a 0,8 mm
▽▽▽	Superfície acabada Rugosidade de 0,1 a 0,2 mm

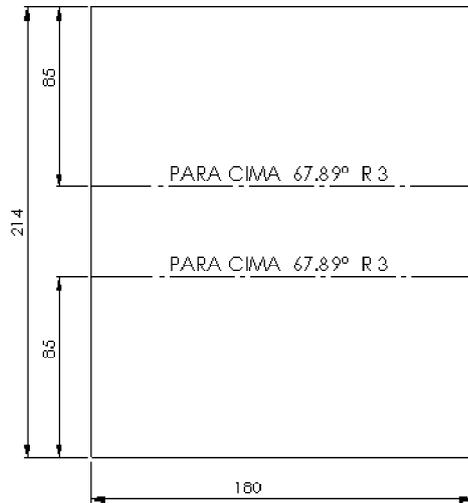


DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
QUANTIDADE: 12	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte / Furo	UNIDADE E MEDIDA: MM
MAQUINA: -	CONJUNTO: Redutor de manivas		ESCALA: PESO: 1:1 83,24 g
MATERIAL: Aço SAE 1020 1/8"			NUMERO: C-06.100.403

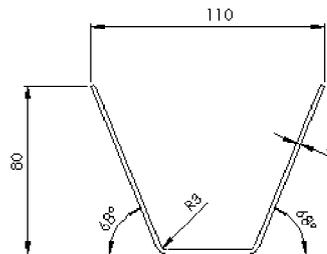
Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE " DATA: 04/04/2014 12:02:40

C:\Users\jmaia\area\desenho\Comp\Desenho\CAD\Desenho\desenho\cad\006.dwg

Sistema 02 – Redução do número de manivas



~	Superfície oval
▽	Superfície de acabamento Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽	Superfície áspera Rugosidade de 0,5 a 0,8 mm
▽▽▽	Superfície polida Rugosidade de 0,05 a 0,15 mm



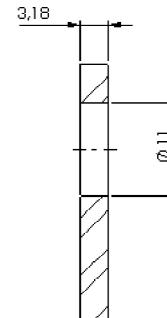
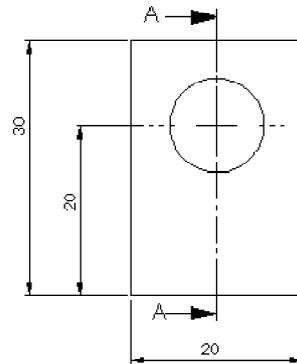
DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
QUANTIDADE: 01	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte / Dobra	UNIDADE MEDIDA: MM
MAQUINA: Dosador de plantadora de mandioca	ESCALA: 1:2	PESO: 607.81 g	
CONJUNTO: Redutor de manivas	NÚMERO: C-06.100.407		
MATERIAL: Chapa SAE 1020 2mm			

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CLUIDE"

DATA: 06/06/2014 às 12:00 horas do dia 06/06/2014

C:\Users\jmaizute\Documents\produtos\1020\1020-01\1020-01-01.dwg

~	Superfície bruta
▽	Superfície desbastada Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽	Superfície mecanizada Rugosidade de 0,5 a 0,8 mm
▽▽▽	Superfície polida Rugosidade de 0,3 a 1,5 mm

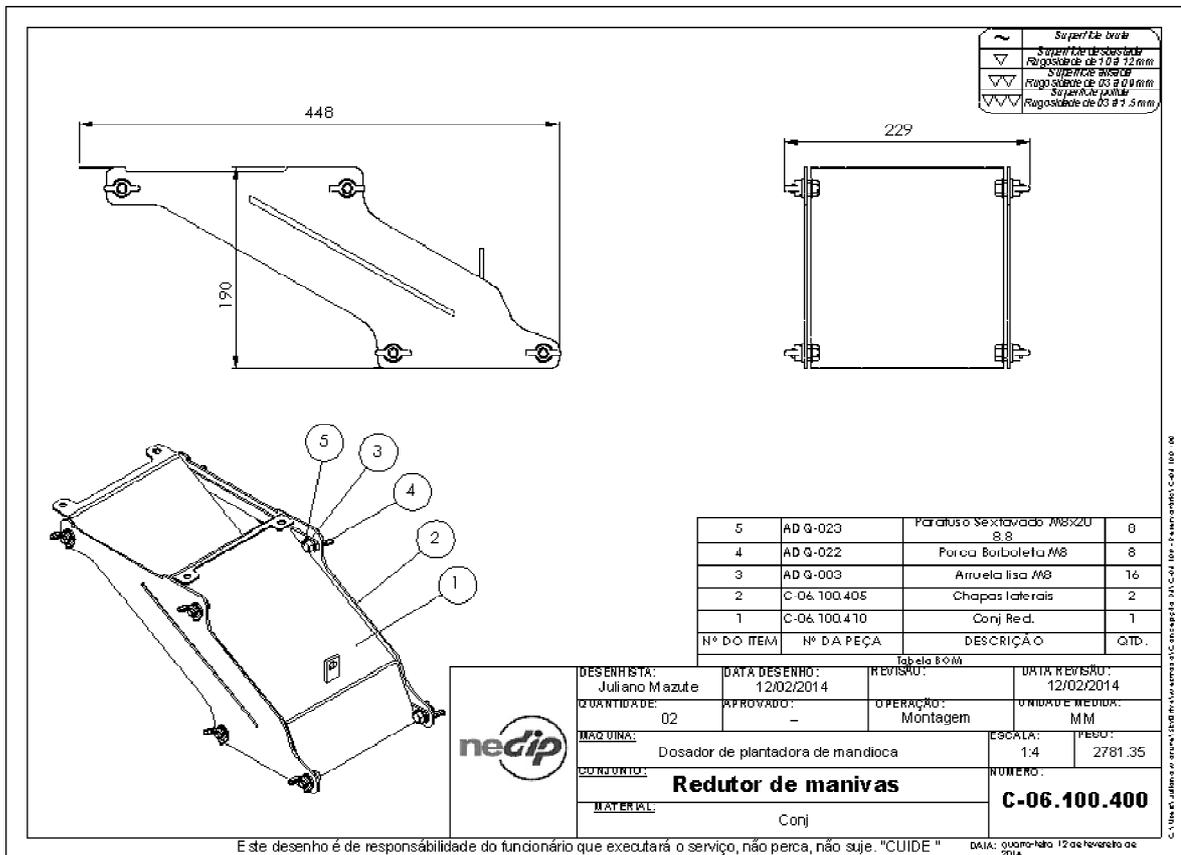


SEÇÃO A-A

	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
	QUANTIDADE: 03	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte / Furo	UNIDADE E MEDIDA: MM
	MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca	ESCALA: 2:1	PESO: 12,67 g	
	CONJUNTO: Chapa contenção	NÚMERO: C-06.100.409		
MATERIAL: Chapa SAE 1020 1/8"				

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014



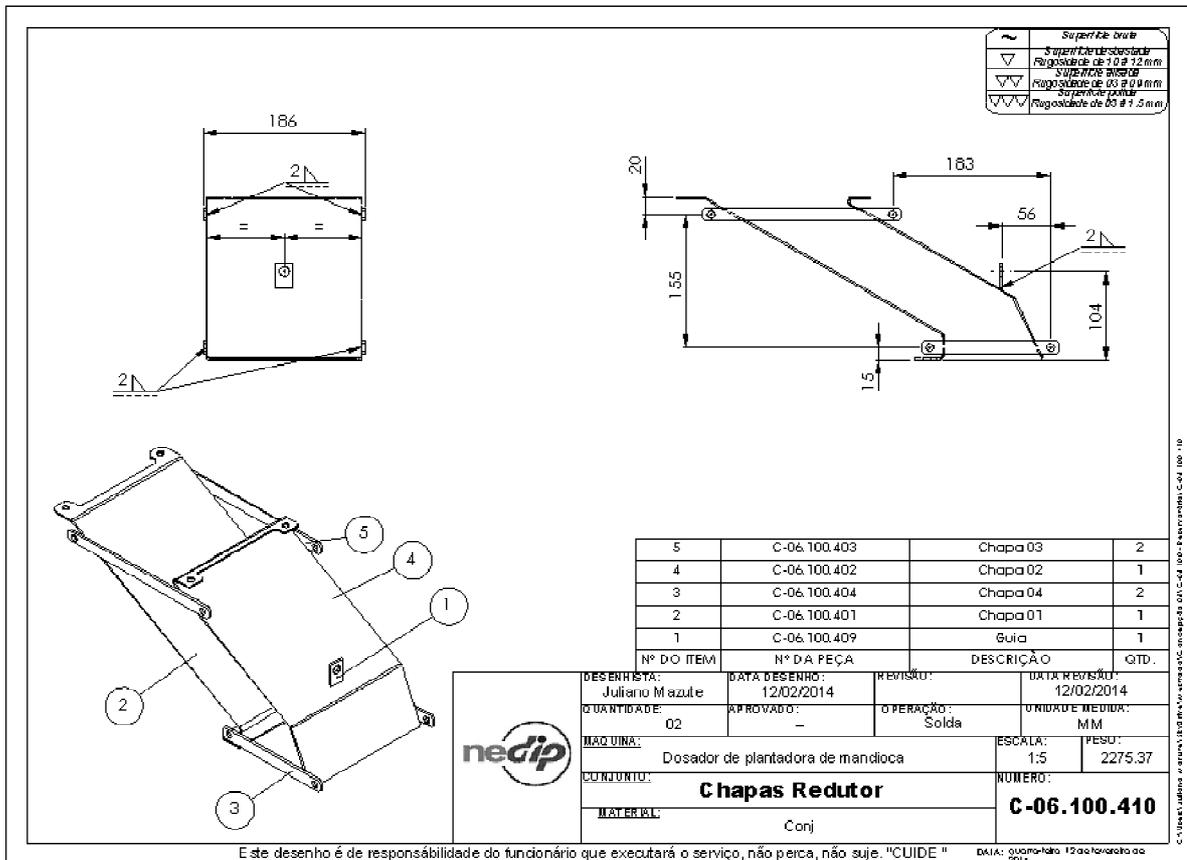
~	Superfície livre
▽	Superfície desbastada
▽▽	Rugosidade de 10 a 12 µm
▽▽▽	Superfície acabada
▽▽▽▽	Rugosidade de 0,5 a 0,8 µm
▽▽▽▽▽	Superfície polida
▽▽▽▽▽▽	Rugosidade de 0,3 a 0,5 µm

5	AD Q-020	Parafuso Sextavado M8x20 S.S	0
4	AD Q-022	Porca Borboleta M8	8
3	AD Q-003	Arruela lisa M8	16
2	C-06.100.405	Chapas laterais	2
1	C-06.100.410	Conj Red.	1
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.

	DESENHISTA: Juliano Mazute		DATA DESENHO: 12/02/2014		REVISÃO:		DATA REVISÃO: 12/02/2014		
	QUANTIDADE: 02		APROVADO: -		OPERAÇÃO: Montagem		UNIDADE MEDIDA: MM		
	MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca						ESCALA: 1:4		PEÇU: 2781.35
	Redutor de manivas						C-06.100.400		
MATERIAL: Conj									

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE" DATA: segunda-feira 12 de fevereiro de 2014

C:\Users\Juliano\Documents\Desenhos\Concepcao\NEDIP\Conj Red - 12/02/2014.dwg



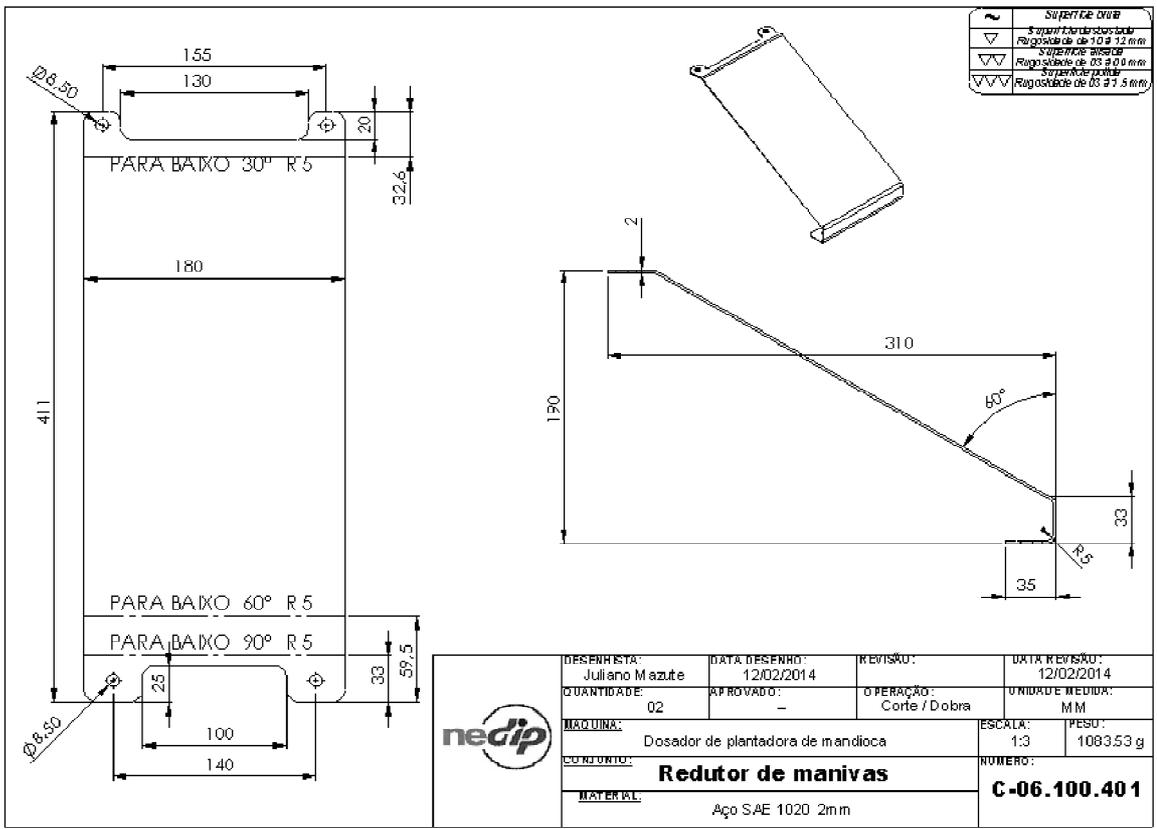
5	C-06.100.403	Chapa 03	2
4	C-06.100.402	Chapa 02	1
3	C-06.100.404	Chapa 04	2
2	C-06.100.401	Chapa 01	1
1	C-06.100.409	Guia	1
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.

	DESENHISTA:	DATA DE DESENHO:	REVISÃO:	DATA DE REVISÃO:
	Juliano Mazute	12/02/2014		12/02/2014
QUANTIDADE:	APROVADO:	OPERAÇÃO:	UNIDADE E MEDIDA:	
02	-	Solda	MM	
MACQUINA:	Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA:	PESO:
			1:5	2275.37
CONJUNTO:	Chapas Redutor		NUMERO:	
MATERIAL:	Conj		C-06.100.410	

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014

C:\Inet\Juliano de Souza\BIB\Proj\Arquivos\C-06\chapas\01\C-06-Plantadora.Cad 000 100

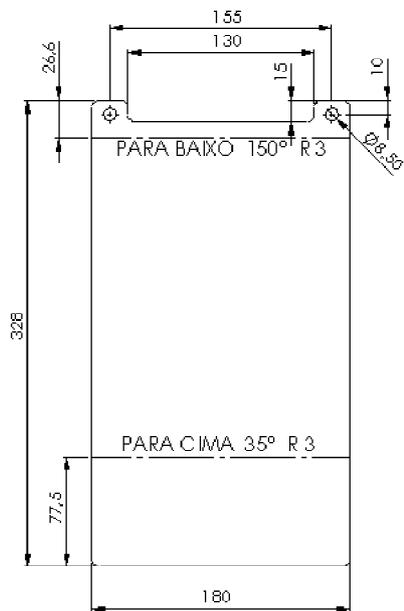


DESENHISTA: Juliano Mazite	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
QUANTIDADE: 02	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte / Dobra	UNIDADE MEDIDA: MM
MAQUINA: Dosador de plantadora de mandioca	ESCALA: 1:3		PESO: 1083,53 g
CONJUNTO: Redutor de manivas	NÚMERO: C-06.100.401		
MATERIAL: Aço SAE 1020 2mm			

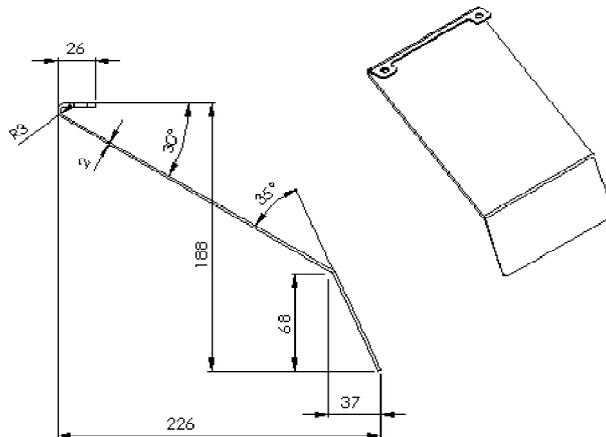
Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE !!"

DATA: Quatro-feito 12 de fevereiro de 2014

C:\Users\edip\Documents\120214\Acer\Acer.dwg - 12/02/2014 - 10:08



~	Superfície livre
▽	Superfície desbastada Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽	Superfície limada Rugosidade de 0,5 a 1,0 mm
▽▽▽	Superfície polida Rugosidade de 0,05 a 0,1 mm

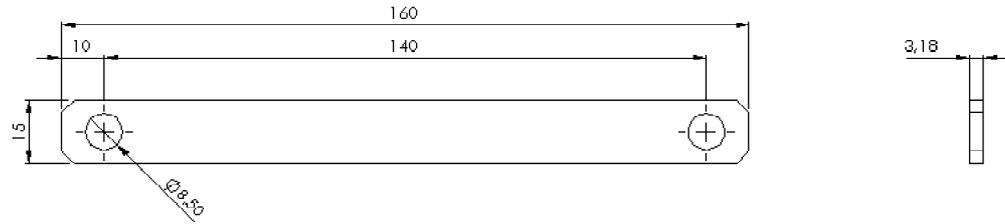


	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014	
	QUANTIDADE: 02	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte / Dobra	UNIDADE MEDIDA: MM	
	MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca			ESCALA: 1:3	PESO: 898,90 g
	CONJUNTO: Redutor de manivas			NÚMERO: C-06.100.402	
MATERIAL: Aço SAE 1020 2mm					

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014

~	Superfície bruta
▽	Superfície de desbaste Rugosidade de 10 a 12 μm
▽▽	Superfície acabada Rugosidade de 0,3 a 0,6 μm
▽▽▽	Superfície polida Rugosidade de 0,1 a 0,5 μm



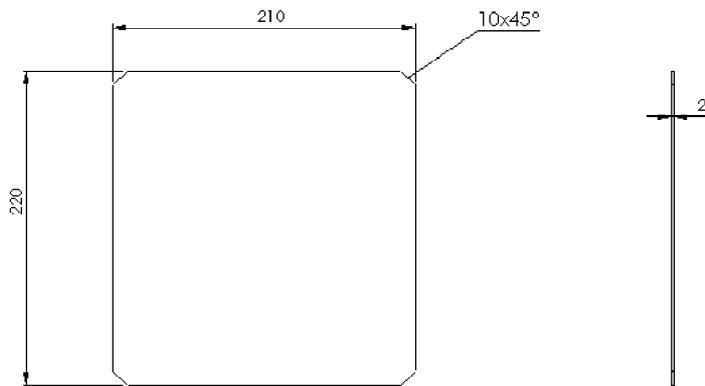
DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
QUANTIDADE: 04	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte / Furo	UNIDADE MEDIDA: MM
MAQUINA: Dosador de plantadora de mandioca	ESCALA: 1:1	PESO: 56,90 g	
CONJUNTO: Redutor de manivas		NÚMERO: C-06.100.404	
MATERIAL: Aço SAE 1020 1/8"			

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014

C:\Users\jmlima\Documents\Arquivos\Cadernos\041\041-006-Passarela\041-006-01.dwg

~	Suporte NUB
▽	Superfície desbastada Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽	Superfície usada Rugosidade de 03 a 09 mm
▽▽▽	Superfície polida Rugosidade de 00 a 1,5 mm

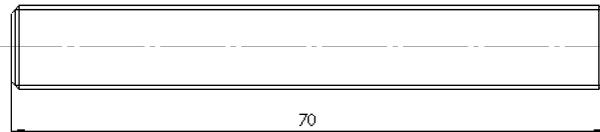
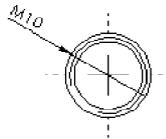


	DESENHISTA: Juliano Mazite	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014	
	QUANTIDADE: 02	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte	UNIDADE MEDIDA: MM	
	MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca			ESCALA: 1:3	PESO: 726.80 g
	CONJUNTO: Dosador			NÚMERO: C-06.100.406	
MATERIAL: Aço SAE 1020 2mm					

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE."

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014

~	Superfície Bruta
∇	Superfície trabalhada Rugosidade de 10 a 12 μm
∇∇	Superfície alisada Rugosidade de 0,5 a 0,8 μm
∇∇∇	Superfície polida Rugosidade de 0,3 a 1,5 μm

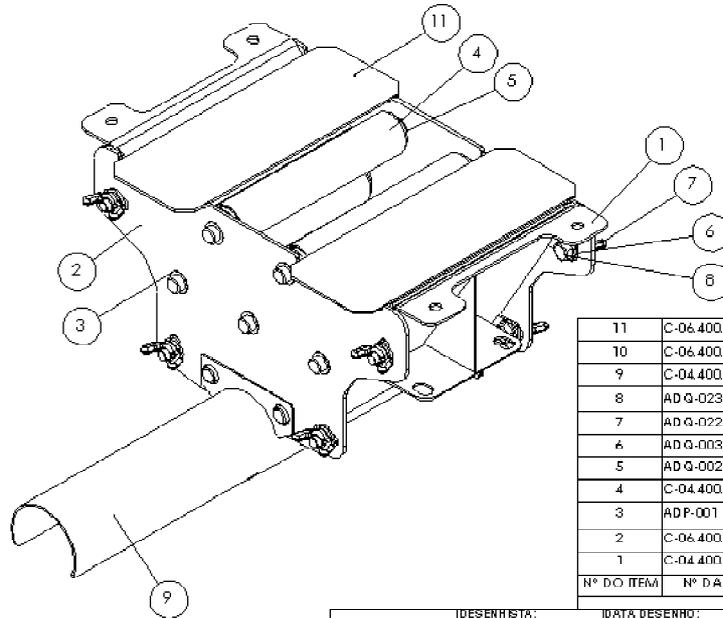


	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
	QUANTIDADE: 02	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte	UNIDADE MEDIDA: MM
	MÁQUINA: -	Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA: 2:1
	CONJUNTO: -	Redutor de manivas		PESO: 43.20 g
	MATERIAL: Aço SAE 1020			NUMERO: C-06.100.415

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: 06/09/2014 12:02:42
2014

Sistema 03 – Individualizador de manivas



~	Superfície livre
▽	Superfície de deslizamento Rugosidade de 10 a 12 μm
▽▽	Superfície de apoio Rugosidade de 03 a 0,05 mm
▽▽▽	Superfície de contato Rugosidade de 01 a 1,5 mm

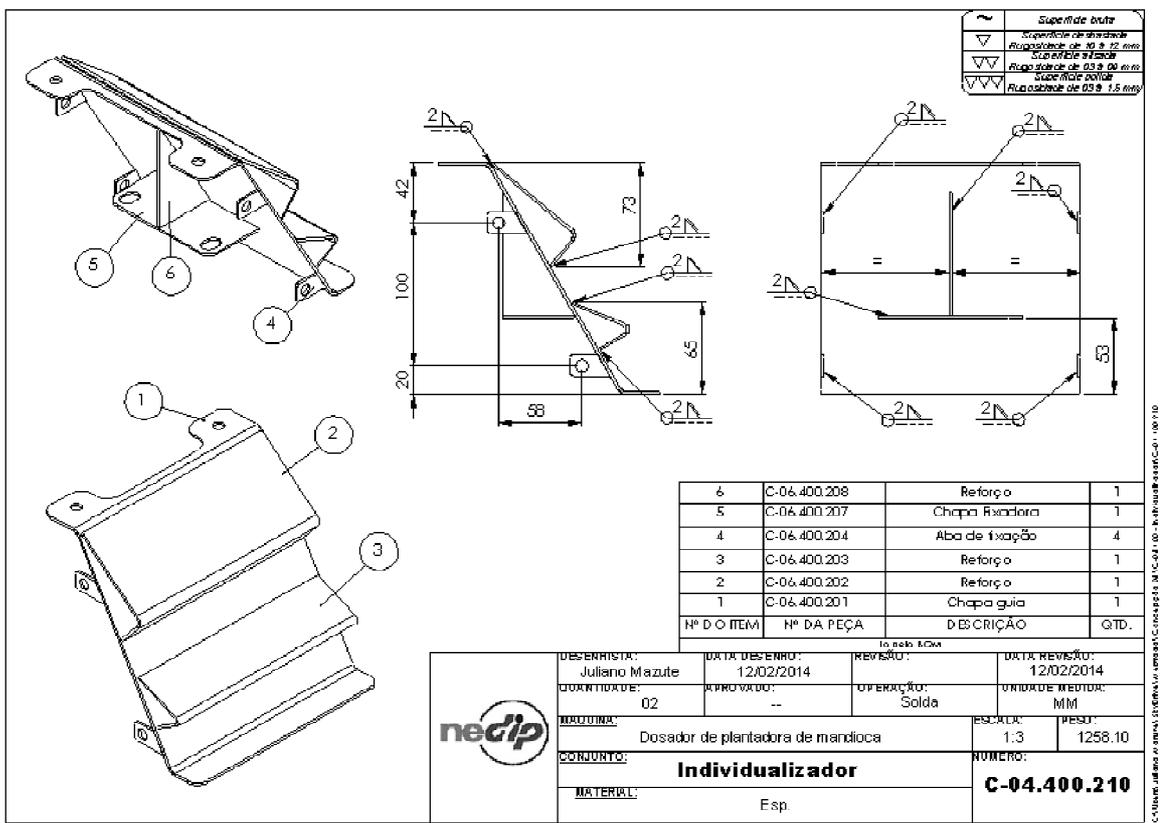
11	C-06.400.409	Chapa de contenção 01	2
10	C-06.400.408	SUPO RTE	1
9	C-04.400.400	CALHA	1
8	AD-Q-023	Parafuso sextavado M8x20 8.8	8
7	AD-Q-022	Porca Borboleta M8	8
6	AD-Q-003	Arruela lisa M8	16
5	AD-Q-002	Arruela M12	14
4	C-04.400.100	Roleta	7
3	ADP-001	Bucha Igus Ingridur G - GFMA- 1213-03	14
2	C-06.400.205	Chapa Base	2
1	C-04.400.210	Conjunto Guia	2
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD

etiqueta EOM

	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
	QUANTIDADE: 01	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Montagem	UNIDADE E MEDIDA: MM
	MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca	ESCALA: 1:3	PESO: 5682.87	
	CONJUNTO: Mecanismo Dosador	NUMERO: C-04.400.200		
MATERIAL: Esp.				

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: 09/06/14 12:04:56



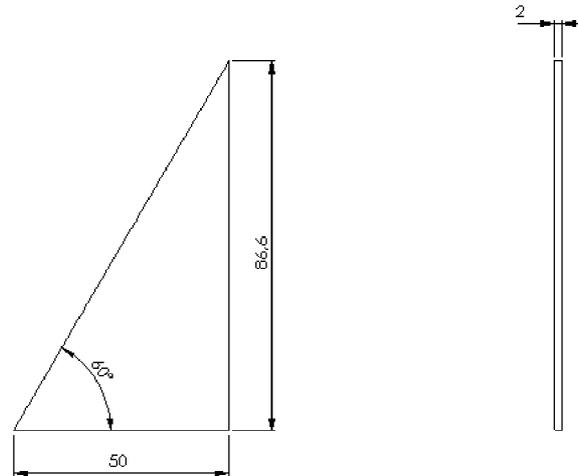
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
6	C-06.400.208	Reforço	1
5	C-06.400.207	Chapa Fixadora	1
4	C-06.400.204	Aba de fixação	4
3	C-06.400.203	Reforço	1
2	C-06.400.202	Reforço	1
1	C-06.400.201	Chapa guia	1

	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
	QUANTIDADE: 02	APROVADO: --	OPERAÇÃO: Solda	UNIDADE MEDIDA: MM
	MATERIAL: Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA: 1:3	PESO: 1258.10
	CONJUNTO: Individualizador		NÚMERO: C-04.400.210	
MATERIAL: Esp.				

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE" DATA: quinta-feira 12 de fevereiro de 2014

C:\Users\juliano\Área de Trabalho\Desenhos\Crespos\MTC04.100-Individualizador.dwg 10/2/14

~	Superfície bruta
▽	Superfície de usabilidade
▽▽	Superfície decorativa
▽▽▽	Superfície de acabamento
▽▽▽▽	Superfície de proteção
▽▽▽▽▽	Superfície de manutenção



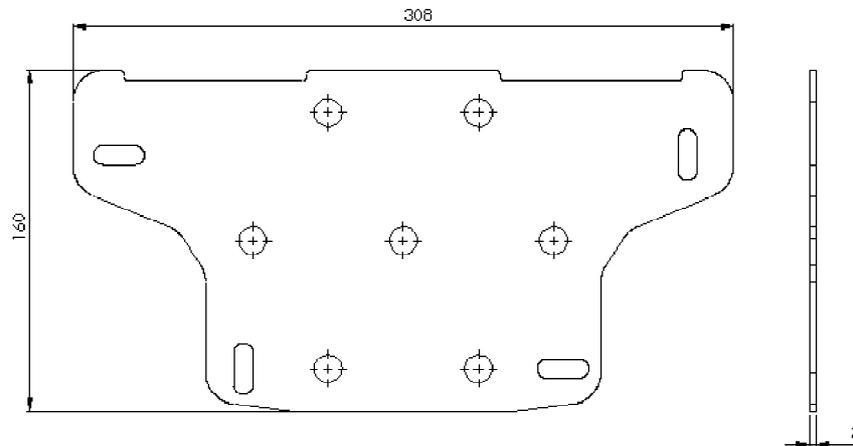
	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
	QUANTIDADE: 02	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte	UNIDADE MEDIDA: MM
	MÁQUINA: -	Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA: 1:1
	CONJUNTO: Individualizador			PESO: 34.21 g
MATERIAL: Aço SAE 1020 2mm			C-06.400.208	

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CLUIDE "

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014

C:\Users\jma\Documents\Desenhos\Compasso de 01\Cal_00 - Trabalho de Engenharia

~	Superfície Bruta
▽	Superfície Usada
▽▽	Superfície Usada
▽▽▽	Superfície Usada



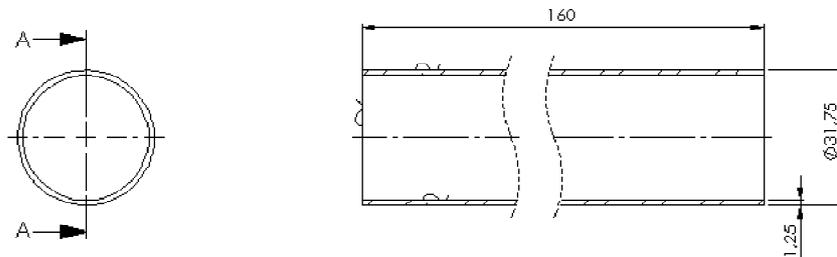
	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
	QUANTIDADE: 02	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte	UNIDADE MEDIDA: MM
	MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca	ESCALA: 1:2	PESO: 126.14 g	
	CONJUNTO: Individualizador	NÚMERO: C-06.400.205		
MATERIAL: Acrílico 3 mm				

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014

C:\Users\julinomazute\Documents\Desenhos\Cad\Desenhos\Individualizador\Individualizador.dwg 00/00

~	Superfície lisa
▽	Superfície desbastada Rugosidade de 10 a 12 µm
▽▽	Superfície desbastada Rugosidade de 15 a 18 µm
▽▽▽	Superfície desbastada Rugosidade de 20 a 25 µm



SEÇÃO A-A

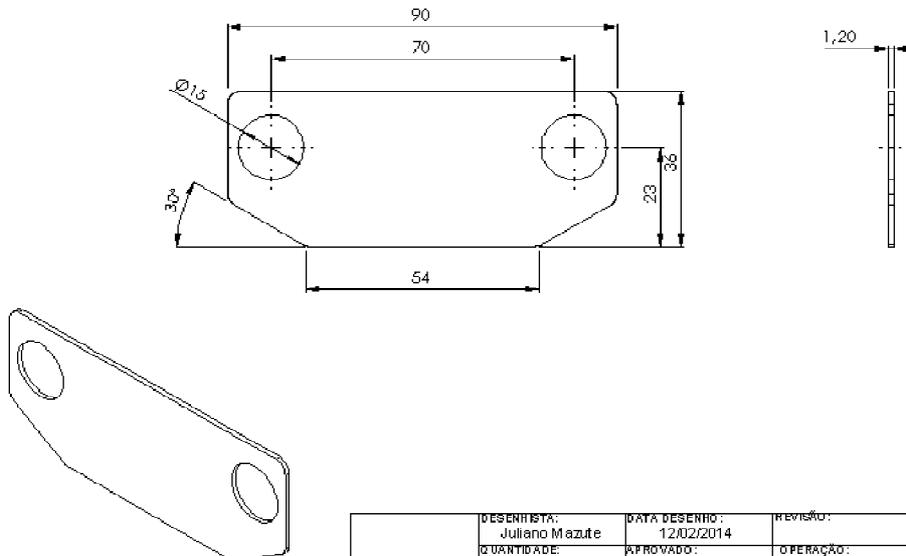
 <p>Os desenhos e projetos são nossa propriedade, sendo proibidas cópias, ampliações e reproduções totais ou parciais, nem podendo ser cedidos a terceiros, salvo com autorização, de acordo com a legislação brasileira.</p>	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014	
	QUANTIDADE: 07	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte	UNIDADE MEDIDA: MM	
	MAQUINA: -	Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA: 1:1	PESO: 151.39 g
	CONJUNTO: -	Individualizador		NUMERO: C-06.400.001	
MATERIAL: -	TB Galvanizado 1.1/4" x 1.25mm				

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: 01/02/2014 12 de fevereiro de 2014

C:\Vila e Juba e o mundo\BPM\materiais\BIC\encapsa\BIC-C-06-400-Individualizador\BIC-C-06-400-001.dwg

Superfície Bruta	
~	Superfície desbastada
▽	Rugosidade de 10 a 12 μm
▽▽	Superfície acabada
▽▽▽	Rugosidade de 0,3 a 0,6 μm
▽▽▽▽	Superfície polida
▽▽▽▽▽	Rugosidade de 0,1 a 0,3 μm

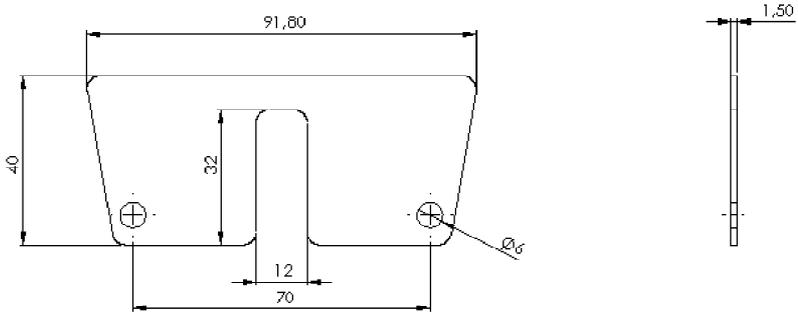


DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
QUANTIDADE: 01	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Corte	UNIDADE MEDIDA: MM
MAQUINA: -	CONJUNTO: Individualizador		ESCALA: 1:1
MATERIAL: Aço SAE 1020 1,2mm			PEQU: 25,54 g
			NUMERO: C-06.400.210

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DLIA: guarnição 12 de fevereiro de 2014

~	Superfície bruta
▽	Superfície desbastada Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽	Superfície esmeralada Rugosidade de 0,3 a 0,04 mm
▽▽▽	Superfície polida Rugosidade de 0,2 a 1,5 mm

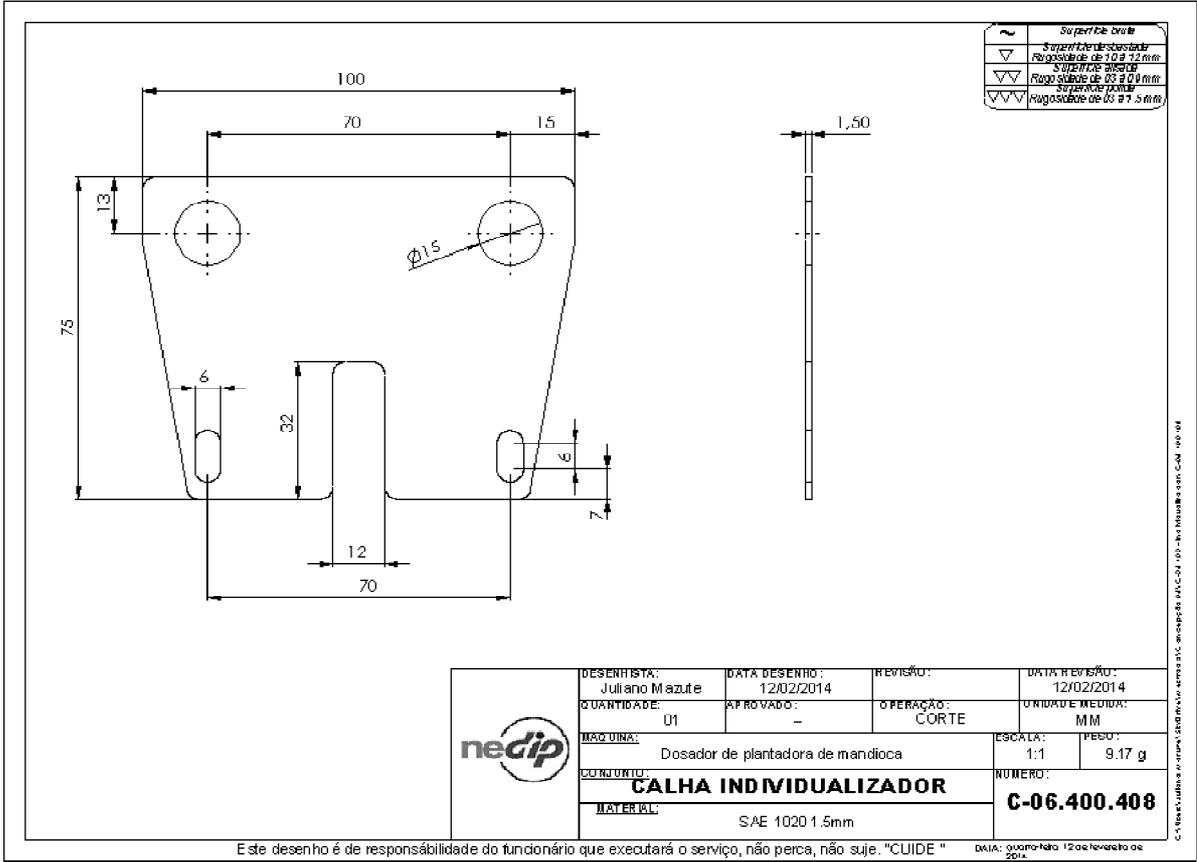


	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014	
	QUANTIDADE: 01	APROVADO: -	OPERAÇÃO: CORTE	UNIDADE MEDIDA: MM	
	MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca			ESCALA: 1:1	PESO: 3540 g
	CALHA INDIVIDUALIZADOR			NUMERO: C-06.400.402	
MATERIAL: SAE 1020 1.5mm					

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não porca, não suje. "CUIDE"

DATA: 01/03/2014 17:00 horas no 2014

C:\Users\juliano.mazute\Documents\desenho\06.400.402\06.400.402.dwg



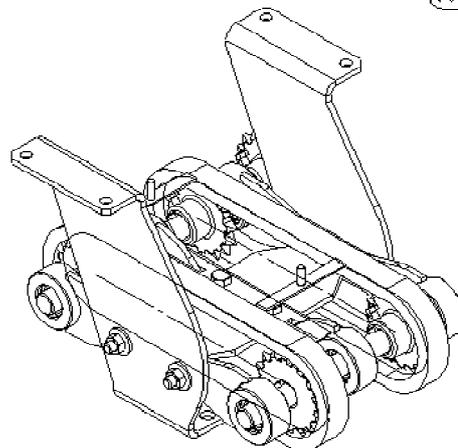
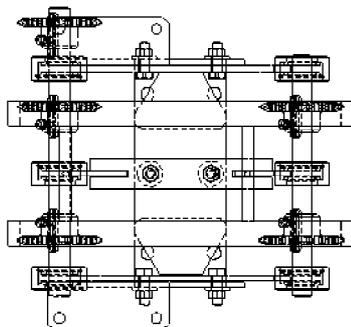
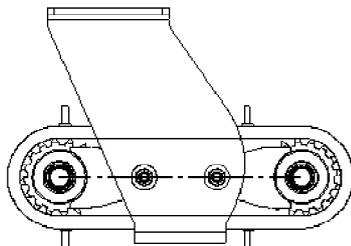
	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
	QUANTIDADE: 01	APROVADO: -	OPERAÇÃO: CORTE	UNIDADE E MEDIDA: MM
	MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA: 1:1	PESSO: 9.17 g
	CONJUNTO: CALHA INDIVIDUALIZADOR		NÚMERO: C-06.400.408	
MATERIAL: SAE 1020 1.5mm				

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE "

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014

C:\Users\juliano.mazute\Documents\desenho\SAE1020-1.5mm\SAE1020-1.5mm.dwg

Sistema 04 – Condução das manivas



~	Superfície lisa
▽	Superfície de desbastado Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽	Superfície alisada Rugosidade de 0,3 a 0,6 mm
▽▽▽	Superfície polida Rugosidade de 0,05 a 0,15 mm



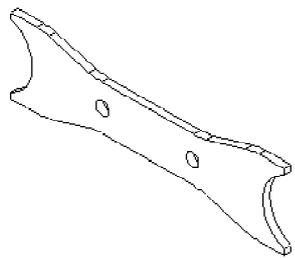
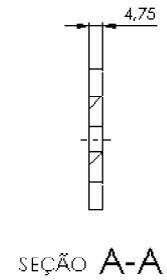
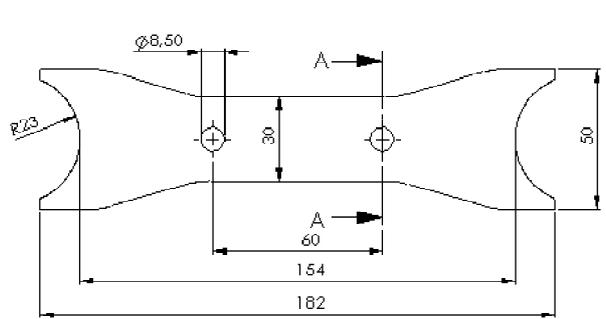
DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
QUANTIDADE: 01	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Montagem	UNIDADE MEDIDA: MM
MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA: 1:3,5	PESO: 8230,56
CONJUNTO: Condução das manivas		NÚMERO: C-06.800.100	
MATERIAL: Conj			

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CLUIDE"

DATA: 02/02/2014 12:02:00

C:\Users\jmaizute\Documents\desenhos\015-01-000 - Ferramentas de 060 mm

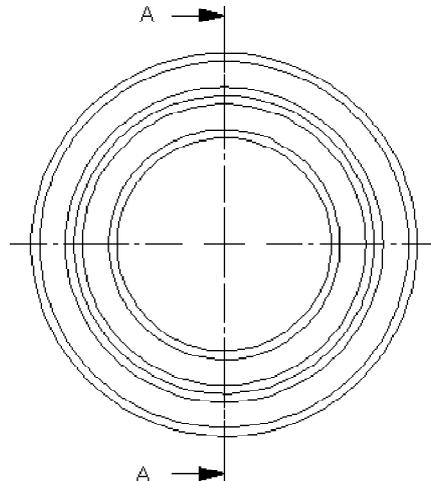
~	Superfície bruta
▽	Superfície desbastada Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽	Superfície aversa Rugosidade de 0,5 a 0,9 mm
▽▽▽	Superfície polida Rugosidade de 0,2 a 0,5 mm



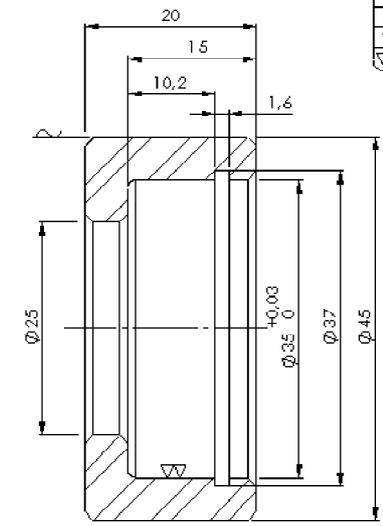
DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
QUANTIDADE: 02	APROVADO: -	OPERAÇÃO: CORTE	UNIDADE MEDIDA: MM
MÁQUINA:	Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA: 1:1.5
CONJUNTO:	ESTEIRA		PESOS: 226.31 g
MATERIAL: AÇO SAE 1020 4.75mm	NÚMERO: C-06.800.014		

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE" DATA: 02/02/2014 12 de fevereiro de 2014

C:\Users\juliano.mazute\Desktop\Desenho\Aço\Aço 1020 - Projeto C-06.800.014



Chanfros 1x45°



SEÇÃO A-A

~	Superfície livre
▽	Superfície de produção Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽	Superfície livre Rugosidade de 0,5 a 0,8 mm
▽▽▽	Superfície livre Rugosidade de 0,3 a 1,3 mm

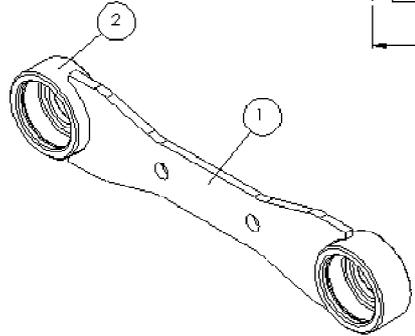
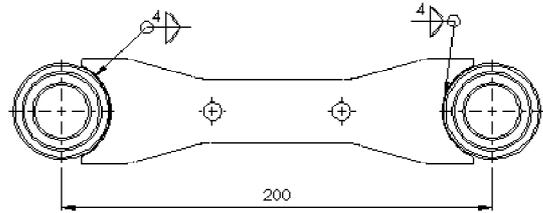
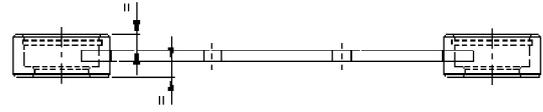
	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
	QUANTIDADE: 06	APROVADO: -	OPERAÇÃO: Usinagem	UNIDADE MEDIDA: MM
	MÁQUINA: Dosador de plantadora de mandioca	ESCALA: 2:1		PESO: 114,46 g
	CONJUNTO: Esteira	NÚMERO: C-06.800.007		
MATERIAL: Aço SAE 1020				

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014

C:\file\alibara\arquivos\1000\desenhos\C_iniciado\#VIC-04-100-1\FINAC-04-100-007

~	Superfície bruta
▽	Superfície desbastada
▽▽	Rugosidade de 10 a 12 µm
▽▽▽	Superfície moída
▽▽▽▽	Rugosidade de 0,3 a 0,6 µm
▽▽▽▽▽	Superfície polida
▽▽▽▽▽▽	Rugosidade de 0,2 a 1,5 µm



2	C-06.800.007	Bucha Rolamento	2
1	C-06.800.014	SU PORTE	1
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.

folha 6/06

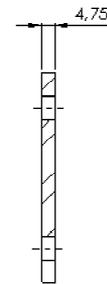
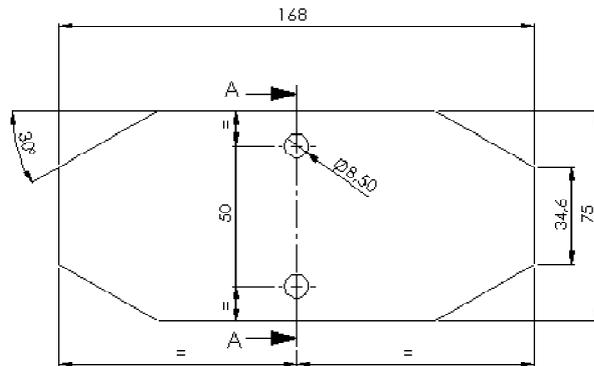
	DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
	QUANTIDADE: 02	APROVADO: -	OPERAÇÃO: SOLDA	UNIDADE E MEDIDA: MM
	MÁQUINA:	Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA: 1:2
	CONTEÚTO: ESTEIRA	MATERIAL: SOLDA		PESO: 455,24
				NUMERO: C-06.800.600

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: 09/04/2014 12:05:56

C:\Users\juliano\Documents\Compasso\Projeto\Estimador\Estimador.dwg

~	Superfície bruta
▽	Superfície usinada Rugosidade de 1,0 a 1,2 mm
▽▽	Superfície aberta Rugosidade de 0,5 a 0,8 mm
▽▽▽	Superfície tratada Rugosidade de 0,3 a 1,5 mm



SEÇÃO A-A

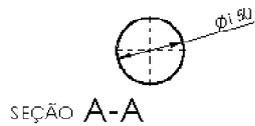


DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
QUANTIDADE: 01	APROVADO: -	OPERAÇÃO: CORTE	UNIDADE MEDIDA: MM
MÁQUINA:	Dosador de plantadora de mandioca		ESCALA: 1:1,5
CONJUNTO:	ESTEIRA		PESO: 415,48 g
MATERIAL: AÇO SAE 1020 4,75mm			NUMERO: C-06.800.009

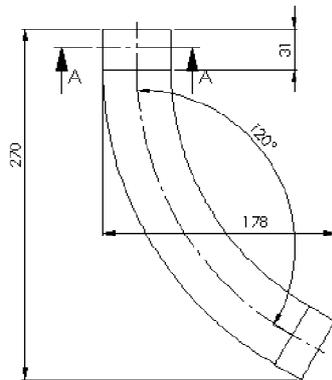
Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE"

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014

Sistema 05 – Condutor das manivas



SEÇÃO A-A



~	SUPERFÍCIE DOB
▽	Superfície de acabamento Rugosidade de 10 a 12 mm
▽▽	SUPERFÍCIE BRASA
▽▽▽	Ruga superfície de 00 a 0,04 mm
▽▽▽▽	Superfície de 0,01 a 0,02 mm
▽▽▽▽▽	Rugosidade de 0,01 a 0,03 mm



DESENHISTA: Juliano Mazute	DATA DESENHO: 12/02/2014	REVISÃO:	DATA REVISÃO: 12/02/2014
QUANTIDADE: 01	APROVADO: -	OPERAÇÃO:	UNIDADE MEDIDA: MM
MÁQUINA:	ESCALA: 1:3		FECH:
CONTINUID:	Condução		NÚMERO: C-06.300.002
MATERIAL: Eletrodo Ø1.50			

Este desenho é de responsabilidade do funcionário que executará o serviço, não perca, não suje. "CUIDE "

DATA: quarta-feira 12 de fevereiro de 2014



Inovação e sustentabilidade:
da raiz ao amido

21 A 25
OUTUBRO DE 2013
BAHIA OTION PALACE HOTEL
SALVADOR/BA

CONGRESSO
BRASILEIRO DE
MANDIOCA
BAHIA 2013

CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho: **IDENTIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS QUE INFLUENCIAM NA AQUISIÇÃO DE UMA PLANTADORA DE MANDIOCA** (Manihot esculenta Crantz)

De autoria de: **JULIANO MAZUTE, ALBERTO KAZUSHI NAGAOKA, HENRIQUE GUIMARÃES BELANI, MARILDA DA PENHA TEIXEIRA NAGAOKA, ACIRES DIAS, FERNANDO CÉSAR BAUER**

foi premiado pela comissão avaliadora do **XV CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA** como melhor póster do tema **SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO** realizado no período de 21 a 25 de outubro de 2013, com carga horária de 34h, na cidade de Salvador - Bahia - Brasil.

Salvador, 24 de outubro de 2013


CARLOS ESTEVÃO LEITE CRAXOS
PRESIDENTE DO CONGRESSO


SÍLVIO JOSÉ BUIÃO
PRESIDENTE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MANDIOCA


Embrapa Mandioca e Arroz


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca


Associação Nacional de Mandioca

APÊNDICE Q – PROJETOS AUXILIADOS

(Disciplina Projeto Integrado, turma 2013/01). EMC 5005 – Projeto Integrado em Eng. Mecânica. Professor: Acires Dias Dr. Eng.; e prof. Prof. Rodrigo de Souza Vieira, Dr. Eng.

Projeto 01: Plataforma de plantio direto

Equipe de alunos: Equipe 1 – Turma 0639^a. Diego Acaide Werneck, Fabrício Teixeira Hertz, Lucas Momm Bastos e Polyana Gabriella Martarello.

Descrição do invento: O objetivo da plataforma é suportar diferentes tipos de dosadores e efetuar operações de plantio. A plataforma foi projetada para suportar os módulos de dosadores, de corte de palhada, de abrir sulco, de conduzir o órgão de propagação até o sulco, de recobrir o sulco e de compactar o solo.

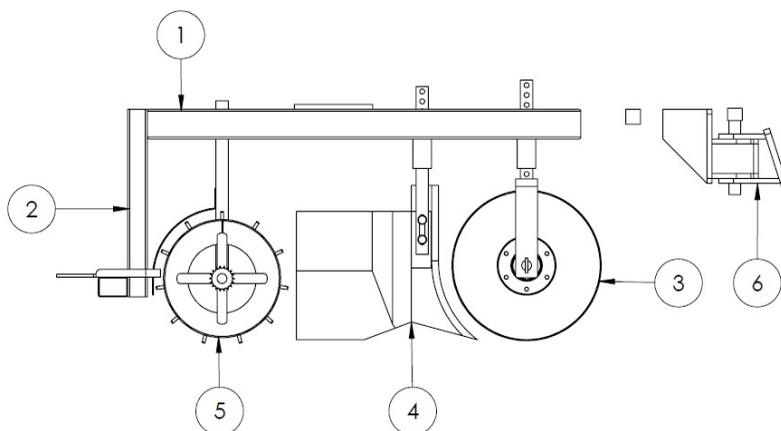
A plataforma foi projetada para operar de forma modular, significando que mais de uma pode trabalhar em paralelo, simultaneamente, utilizando a mesma fonte de potência. A plataforma não necessita de operador, apenas um condutor para o trator, diferente das outras existentes no mercado, que requerem um operador por linha de plantio mais um condutor.

O desenvolvimento da plataforma foi direcionada para o plantio da mandioca, com objetivo de diminuir o esforço humano desenvolvido no plantio manual da mesma, propiciar conforto e melhorar a ergonomia na operação, atender a necessidade de equipamentos mecanizados ou semi-mecanizados para efetuar plantio de mandioca em pequenas propriedades rurais e potencializar o aumento da produtividade desta cultura.

Equipamentos semelhantes existem, mas foram projetados para serem traionados por tratores de média ou grande potência, o que dificulta, do ponto de vista econômico, a utilização destes equipamentos em pequenas propriedades rurais.

O estado da técnica inova no grau de esbeltez do projeto, na simplicidade construtiva, no baixo peso, na facilidade de ajuste para o plantio, na facilidade de manobrar, no baixo custo final para o agricultor e na adaptação à baixa potência, o que permite a utilização de tratores a partir de 9 CV.

Figura Q.1 - Vista dos módulos da plataforma de plantio



Quadro Q.1 - Relação dos componentes do módulo da plataforma de plantio

Componente	Função
1- Chassi	Estruturar a plataforma Unir os elementos da plataforma com estabilidade
2 – Suporte para os pés	Sustentar o condutor
3 - Disco de corte	Cortar cobertura vegetal e demais resíduos culturais existentes sobre o solo Cortar o solo
4 - Sulcador	Abrir o sulco Alargar o sulco
5 - Roda cobridora	Recobrir o sulco com parte do solo retirada no processo anterior Compactar o solo de fechamento do sulco Acionar a transmissão do mecanismo dosador
6 - Acoplamento	Unir a plataforma ao elemento trator
7 - Suporte para dosador	Suportar e fixar diferentes tipos de sistemas dosadores
8 - Barra acopladora	Unir diversos módulos de plantio

Figura Q.2 - Vista da plataforma de plantio montada no laboratório



Projeto 02: Bancada de teste de mecanismos dosadores

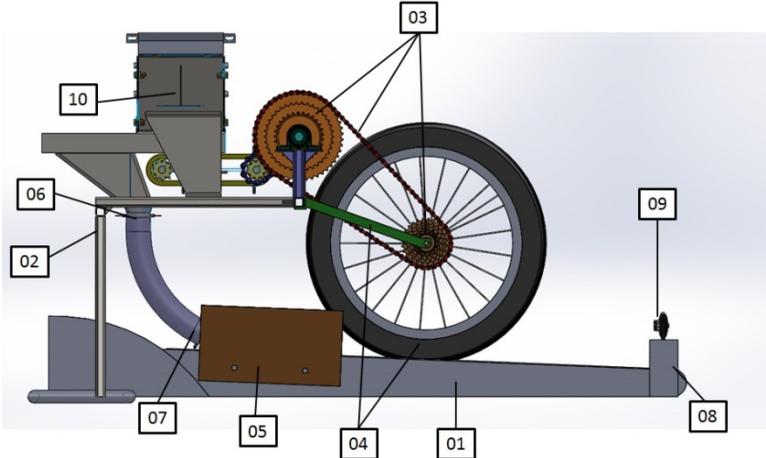
Equipe de alunos: Equipe 2 – Turma 0639^a. Arthur Boeing Ribeiro, Gilberto Felipe Pinho, Igor Westphal, João Pedro Scarton Weber, Juliana Amorim Souza, Luiz Fernando Comin.

Descrição do invento: A invenção proposta tem como objetivo realizar testes de validação das especificações de mecanismos dosadores de maneira automatizada.

Em relação às bancadas que já possuíam sensores, a presente invenção conta com uma maior precisão na aquisição de dados, pois possui sensores de contagem na saída do dosador, no tubo condutor e na posição de queda, ao final da esteira. Está prevista também a aquisição de imagens em vídeo do ensaio completo, de forma a verificar o posicionamento das sementes/órgãos vegetativos na saída do dosador e após. Com a aquisição dos dados completamente automatizada é dispensada a presença de um operador durante o ensaio.

O projeto desenvolvido inova pela concepção modular para subsistemas e componentes, tanto para os fabricados quanto para os adquiridos no

Figura Q.4 - Vista da Bancada de teste de mecanismos dosadores



Quadro Q.2 - Relação dos componentes do módulo da plataforma de plantio

<i>Número do Componente</i>	<i>Nome</i>	<i>Descrição</i>	<i>Função</i>
01	<i>Esteira</i>	<i>Esteira ergométrica comercial</i>	<i>Acionar o mecanismo dosador através da transmissão de movimento do motor elétrico da esteira para o mecanismo por intermédio do sistema de transmissão implementado.</i>
02	<i>Estrutura de Suporte</i>	<i>Estrutura metálica tubular</i>	<i>Servir de suporte para o mecanismo dosador e ponto de fixação para os módulos de transmissão e de fixação da roda</i>
03	<i>Módulo de Transmissão</i>	<i>Subconjunto que compreende o eixo de transmissão, as correntes, rodas dentadas e mancais de rolamento e câmbio.</i>	<i>Transmitir o movimento da roda ao mecanismo de acionamento do dosador com a possibilidade de ajustes da relação de transmissão.</i>
04	<i>Módulo de fixação da roda</i>	<i>Subconjunto que compreende a roda e a estrutura de chapas metálicas</i>	<i>Proporcionar apoio para a estrutura de suporte e captar o movimento da esteira para transmiti-lo</i>

		<i>utilizada para conectar e fixar a roda à estrutura de suporte.</i>	<i>ao dosador.</i>
05	<i>Cova</i>	<i>Subconjunto de chapas dobradas que simulam o formato da cova onde seria feito o plantio no campo.</i>	<i>Proporcionar maior aproximação das condições de ensaio em laboratório com aquelas encontradas em campo.</i>
06	<i>Módulo de medição 1</i>	<i>Subconjunto composto pelos sensores e cabos localizados na saída do dosador</i>	<i>Identificar quando uma semente ou órgão vegetativo for depositado pelo dosador</i>
07	<i>Módulo de medição 2</i>	<i>Subconjunto composto pelos sensores e cabos localizados na saída do tubo condutor</i>	<i>Identificar quando uma semente ou órgão vegetativo ser liberado pelo tubo condutor</i>
08	<i>Módulo de medição 3</i>	<i>Subconjunto composto pelos sensores, cabos e cobertura (suporte para sensores, câmera e proteção contra luminosidade) localizados no fim da esteira</i>	<i>Identificar quando uma semente ou órgão vegetativo chegar ao fim da esteira. Fornecer base de dados para comparação com os coletados pelos módulos de medição 1 e 2.</i>
09	<i>Câmera</i>	<i>Webcam comercial</i>	<i>Capturar imagens durante a execução dos ensaios para posterior verificação do posicionamento das sementes ou órgãos vegetativos ao serem depositadas pelo dosador.</i>
10	<i>Dosador</i>	<i>Dosador de manivas desenvolvido em conjunto com o projeto da bancada de ensaios</i>	<i>Dosador modelo que serviu de guia para o projeto da bancada e servirá para os primeiros testes desta.</i>

APÊNDICE R – DESCRITIVO DA CONCEPÇÃO SELECIONADA

Descritivo da Concepção:

O presente invento constitui-se de um reservatório no formato de U (1), apresentado na Figura R.1, assim desenvolvido para aumentar a capacidade de acumular manivas e permitir a manobra do trator, cujas rabiças (2) são movimentadas entre as abas do reservatório.

Em cada aba do reservatório há compartimentos (3) que facilitam o deslocamento, por gravidade (g), das manivas. Essa compartimentação objetiva a diminuição do atrito entre as manivas (4), assim diminuindo danos mecânicos nas manivas e possíveis “trancamentos” do fluxo da manivas.

Ao final do reservatório há um afunilamento (5) que proporciona uma diminuição da velocidade de queda das manivas, devido ao ângulo de inclinação (α). Após as manivas chegarem a este afunilamento, são conduzidas por gravidade a um labirinto de cilindros (6), que tem grau de liberdade de rotação. No labirinto, as manivas permanecem sofrendo efeito da gravidade e em queda livre até a individualização no compartimento mostrado na Figura R.1.

Para transporte do compartimento onde a maniva encontram-se individualizada, ponto A da Figura R.2, até o ponto de expulsão do mecanismo, ponto B da Figura R.2, é utilizado um transporte horizontal, visualizado na Figura R.2. O transporte horizontal leva a maniva até o ponto de queda, onde está o tubo TB-1 da Figura R.2, que orienta a posição de queda da maniva, mostrado na Figura R.2 pelo ponto C.

A transmissão da força motriz é dada por meio de rodas de transmissão. Este mecanismo de transmissão é conhecido por um bom sincronismo entre seus componentes e por uma transmissão flexível.

Os componentes da transmissão do mecanismo dosador, se dão, pelo eixo acionador que está conectado a um componente de rotação permanente quando a máquina em operação de plantio. Assim, trabalha-se na mesma rotação do eixo acionador ou com caixa de transmissão, esta responsável pela variação da velocidade do transporte horizontal.

Figura R.1 – Constituição da concepção do mecanismo dosador selecionada

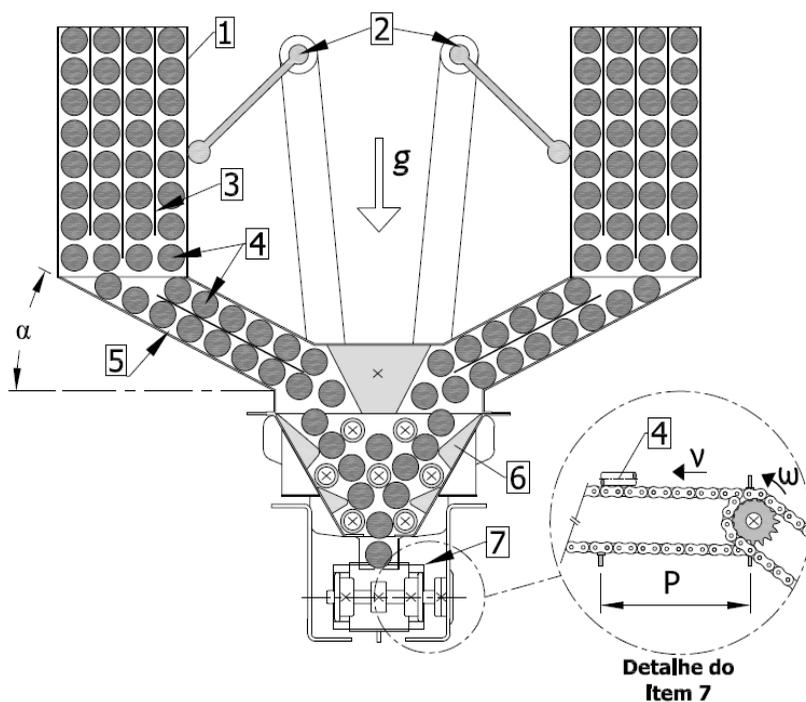


Figura R.2 – Transporte da maniva

