

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DA SEMEADORA-ADUBADORA POR COVAS
PARA O PLANTIO DIRETO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

MARCUS VINICIUS BERTAPELLI

FLORIANÓPOLIS, AGOSTO DE 1995

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DA SEMEADORA-ADUBADORA POR COVAS
PARA O PLANTIO DIRETO

MARCUS VINICIUS BERTAPELLI

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM ENGENHARIA

ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO PROJETO
MECÂNICO, APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Antônio Fábio Carvalho da Silva , Dr. Eng.
Coordenador



Prof. Nelson Back, Ph. D.
Orientador

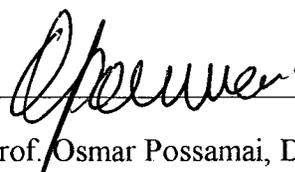
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr. Eng.



Prof. Luiz Renato D'Agostini, Dr. Eng.



Prof. Osmar Possamai, Dr. Eng.

À minha família.

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Nelson Back pela orientação e dedicação ao desenvolvimento deste trabalho.
- Aos Professores Augusto Weiss, André Ogliari e Fernando A. Forcellini pelo apoio técnico e logístico.
- Aos técnicos Roberto D. de Andrade e João Batista R. A. Duarte, pelo apoio ao projeto e fabricação do protótipo.
- Aos colegas mestrandos Valdiero, Ricardo e Fred, pelo apoio e incentivo.
- Aos bolsistas Alexandre, Sandro, Wellington, Jorge, Volmar e Pablo pela grande colaboração prestada.
- À Renato Miranda pelo auxílio computacional.
- À amizade de todos que, sem sombra de dúvida, tornou o desenvolvimento deste trabalho muito mais gratificante.
- Aos laboratórios: Labsolda, Usicon, Sinmec, LMP e a agência de comunicação da UFSC.
- À CAPES pelo apoio financeiro.
- À UFSC, por tornar possível a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	01
1.2 - Revisão Bibliográfica.....	03
1.2.1 - Plantio Direto.....	03
1.2.2 - Semeadoras Diretas.....	04
1.2.2.1 - Subsistemas de semeadoras diretas.....	05
Subsistemas rompedores.....	05
Subsistemas acionadores.....	06
Subsistemas dosadores.....	08
Subsistemas recobridores.....	12
Subsistemas compactadores.....	13
1.2.2.2 - Semeadoras diretas de tração animal.....	14
Semeadora Galha Azul.....	14
Protótipo semeadora adubadora - UFSC.....	16
Semeadora Grazia.....	16
Protótipo de semeadora para pequenas propriedades.....	18
1.2.2.3 - Semeadoras diretas tratorizadas.....	20
SDA - Semeadora de plantio direto articulada.....	20
1.2.3 - Avaliação dos subsistemas da semeadora.....	21
CAPÍTULO II - PARÂMETROS DE PROJETO.....	22

2.1 - Parâmetros sócio-econômicos.....	22
2.1.1 - Produção agrícola.....	22
2.1.2 - O pequeno e o médio agricultor.....	23
2.1.3 - Viabilidade econômica do plantio direto.....	24
2.1.4 - Mecanização agrícola de pequeno porte.....	25
2.2 - Demanda.....	25
2.3 - Requisitos econômicos.....	26
2.4 - Parâmetros agronômicos.....	26
2.4.1 - Características do solo.....	26
2.4.2 - Características do plantio.....	27
2.4.3 - Requisitos agronômicos.....	27
2.5 - Parâmetros Operacionais.....	28
2.5.1 - Requisitos operacionais.....	29
2.6 - Problema proposto.....	29
CAPÍTULO III - PROJETO CONCEITUAL.....	30
3.1 - Introdução.....	30
3.2 - Desdobramento da função qualidade (QFD).....	30
3.2.1 - Especificações do projeto.....	31
3.3 - Análise funcional.....	34
3.4 - Matriz morfológica.....	36
3.4.1 - Descrição dos princípios.....	39
3.5 - Análise das concepções.....	42
3.5.1 - Concepção escolhida.....	43
CAPÍTULO IV - PROJETO PRELIMINAR.....	46
4.1 - Modelos.....	46
4.1.1 - Disposição dos discos.....	47
4.1.2 - Sentido de deslocamento.....	49
4.1.3 - Avaliação dos modelos reduzidos.....	50
4.2 - Modelo em escala real.....	51

4.2.1 - Construção do modelo.....	51
4.3 - Testes.....	55
4.3.1 - Campo de testes.....	56
4.3.2 - Testes realizados.....	56
4.3.3 - Análise dos resultados.....	60
Do tamanho e forma das pás.....	60
Do sincronismo dos discos.....	61
Dos ângulos β e α	62
Efeito faca.....	62
Do peso da estrutura.....	64
Do sentido de deslocamento.....	64
Da densidade de covas.....	64
Do corte da cobertura.....	65
Das covas produzidas.....	65
Conclusão.....	66
CAPÍTULO V - PROJETO DETALHADO.....	67
5.1 - Sistema Covador - Semeador/Adubador.....	67
5.1.1 - Concepção I.....	68
5.1.2 - Concepção II.....	69
5.1.3 - Concepção III.....	70
5.1.4 - Concepção IV.....	71
5.1.5 - Concepção V.....	72
5.1.6 - Análise das concepções.....	74
5.1.7 - Escolha da concepção.....	75
5.1.8 - Construção e Detalhamento.....	75
5.2 - Estrutura.....	78
5.3 - Reservatórios.....	79
5.4 - Rodas Compactadoras.....	80
5.5 - Protótipo completo.....	82
CAPÍTULO VI- TESTES DO PROTÓTIPO.....	84

6.1 - Campo de testes.....	84
6.2 - Análise dos resultados.....	84
6.2.1 - Das covas abertas.....	84
6.2.2 - Dos dosadores.....	85
6.2.3 - Das rodas compactadoras.....	87
6.3 - Teste em bancada.....	89
6.4 - Recomendações para Reprojeto e Produto Piloto.....	90
6.4.1- Recomendações de reprojeto.....	90
6.4.2 - Recomendações para Produto Piloto.....	91
CAPÍTULO VII - CONCLUSÕES.....	94
7.1 - Projeto.....	94
7.2 - Metodologia de Projeto.....	95
7.3 - Pesquisas do Laboratório de Projeto.....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 - Elementos Rompedores.....	05
Figura 1.2 - Subsistemas de acionamento de semeadoras.....	07
Figura 1.3 - Sistema de acionamento de semeadoras com eixo.....	07
Figura 1.4 - Concepção básica de um mecanismo dosador de disco horizontal.....	08
Figura 1.5 - Concepção básica de um dosador de disco vertical.....	09
Figura 1.6 - Dosador helicoidal para adubo.....	10
Figura 1.7 - Dosador de rotor dentado para adubo.....	11
Figura 1.8 - Dosador de adubo de disco horizontal rotativo.....	11
Figura 1.9 - Dosador de adubo de cilindro canelado.....	12
Figura 1.10 - Recobridores de sementes.....	12
Figura 1.11 - Controle da profundidade das sementes.....	13
Figura 1.12 - Tipos de rodas de controle de profundidade e compactação.....	14
Figura 1.13 - Semeadora Gralha Azul - IAPAR - PR.....	15
Figura 1.14 - Protótipo Semeadora Adubadora - UFSC/EMC.....	16
Figura 1.15 - Semeadora adubadora tipo plantio em covas.....	17
Figura 1.16.a - Roda abridora de covas e dosadora de sementes.....	17
Figura 1.16.b - Detalhe da abertura da cova e deposição da semente.....	18
Figura 1.17 - Detalhe do dosador do protótipo de semeadora para pequenas propriedades.....	19
Figura 1.19 - SDA Semeadora de Plantio Direto.....	20
Figura 3.1 - QFD - Casa da qualidade.....	32
Figura 3.2.a - Especificações de projeto.....	33
Figura 3.3.b - Especificações de projeto.....	34
Figura 3.3.a - Desdobramento parcial das subfunções da semeadora.....	35
Figura 3.3.b - Subfunções da semeadora adubadora.....	35
Figura 3.4 - Interação do fluxo de materia, sinal e energia com as subfunções do implemento.....	36
Figura 3.5.a - Matriz morfológica da semeadora adubadora.....	37
Figura 3.5.b - Matriz morfológica da semeadora adubadora.....	38
Figura 3.6 - Princípios de execução escolhidos para as funções parciais da semeadora.....	44
Figura 3.7 - Semeadora Adubadora por covas para o plantio direto.....	45
Figura 4.1 - Modelos icônico-analógicos do sistema rompedor testado em caixa de areia.....	47
Figura 4.2 - Representação esquemática da disposição dos discos dentados.....	47

Figura 4.3 - Abertura de sulcos por discos duplos em V.....	48
Figura 4.4 - Formato das covas produzidas em caixa de areia, para ângulo $\alpha = 0^\circ$	49
Figura 4.5 - Formato das covas produzidas para $\alpha \neq 0^\circ$	49
Figura 4.6 - Abertura das covas em função do sentido de deslocamento dos discos.....	50
Figura 4.7 - Influência do diâmetro primitivo na abertura das covas.....	53
Figura 4.8 - Modelo do dispositivo covador.....	53
Figura 4.9 - Modelo real do dispositivo covador.....	54
Figura 4.10 - Variação do comprimento dos dentes.....	54
Figura 4.11 - Forças existentes à abertura do solo.....	55
Figura 4.12 - Campo de testes na fazenda da Ressacada - UFSC- Florianópolis.....	56
Figura 4.13 - Eixo sincronizador dos discos dentados.....	57
Figura 4.14 - A esquerda o modelo do sistema covador. A direita pré-testes feitos na UFSC.....	57
Figura 4.14.a - Covas abertas em testes preliminares.....	58
Figura 4.15 - Variação da distância lateral entre as covas em função do ângulo β	58
Figura 4.16 - Variação da largura e comprimento de cova em função do ângulo β	59
Figura 4.17.a - Variação da largura e profundidade em função dos lastro, 50 kg e do âng. β	59
Figura 4.17.b - Variação da largura e profund. em função dos lastro, 30 e 40 kg e do âng. β	59
Figura 4.18 - Modificação da geometria das pás de corte para melhor penetração no solo.....	61
Figura 4.19 - Representação esquemática, do dessincronismo máximo das covas.....	61
Figura 4.20 - Efeito faca - abertura inadequada das covas.....	63
Figura 4.21 - Efeito faca - abertura inadequada das covas devido a irregularidades do terreno.....	63
Figura 4.22 - Densidade de covas.....	64
Figura 4.23 - Forma das covas produzidas nos testes do modelo.....	65
Figura 4.24 - Formato das covas produzidas, vista em corte.....	66
Figura 5.1 - Movimento das pás para abertura das covas.....	67
Figura 5.2 - Concepção I.....	69
Figura 5.3 - Concepção II.....	70
Figura 5.4 - Concepção III.....	71
Figura 5.5 - Concepção IV.....	72
Figura 5.6 - Concepção V.....	73
Figura 5.7 - Disco covador sem a montagem do sistema dosador.....	75
Figura 5.8 - Utilização de correntes para rotação da escova.....	76
Figura 5.9 - Observar-se no retângulo, o orifício aberto para a montagem do sistema ejetor.....	77

Figura 5.10 - a) Capa do dosador de semente. b) Capa do dosador de adubo.....	77
Figura 5.11 - Estrutura da Semeadora.....	78
Figura 5.12 - Detalhamento da estrutura.....	79
Figura 5.13 - Reservatórios da semeadora.....	80
Figura 5.14 - Rodas compactadoras.....	81
Figura 5.15 - Detalhamento das rodas compactadoras.....	81
Figura 5.16 - Protótipo completo.....	82
Figura 5.17 - Vistas frontal e traseira do protótipo.....	83
Figura 5.18 - Detalhe da formação do ângulo entre os discos dentados.....	83
Figura 6.1 - Testes na fazenda da Ressacada.....	85
Figura 6.2 - Efeito da velocidade relativa sobre a trajetória da queda da semente.....	87
Figura 6.3 - Detalhe das covas abertas e semeadas.....	88
Figura 6.4 - Alteração da calha de descarga do dosador de sementes.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Produção agrícola de milho no ano de 1993.....	22
Tabela 2.2 - Produção agrícola em percentual do Brasil em 1980.....	23
Tabela 2.3 - Lucratividade da Safrinha - um estudo em Goiás - agosto/ 94	23

RESUMO

O projeto semeadora adubadora por covas tem como principal objetivo o estudo de novas soluções para o sistema de abertura do solo para o plantio direto, voltados a implementos de pequeno porte. O trabalho apresenta inicialmente uma pesquisa bibliográfica, promovendo o embasamento técnico e a identificação dos parâmetros envolvidos. A partir deste levantamento, o estudo de novos mecanismos e concepções foi realizado tendo como diretriz a metodologia de projeto. A solução escolhida para a abertura do solo, discos dentados, foi então estudada através da construção de modelos fornecendo dados para a concepção final da semeadora. O protótipo construído possui grande simplicidade de mecanismos, destacando-se pela incorporação de todas as funções de semeadura pelo disco duplo dentado, anteriormente realizada por vários elementos separadamente e pela inexistência de transmissões para a movimentação dos dosadores. Os testes realizados em campo mostraram-se satisfatórios em relação ao novo sistema covador, havendo somente a necessidade de aperfeiçoamento do sistema recobridor e compactador do solo.

ABSTRACT

The main objective of the Seeder-Fertilizer project was to develop innovative solutions to the problem of opening the soil surface, specially when using small machinery and Direct Drill techniques, focusing on producing individual holes for the seeds and the fertilizer rather than making a continuous groove. The project initially presents a bibliographic review, used to provide a solid technological basis and to contribute to the correct identification of the relevant parameters. Based on the data thus gathered, a study of new mechanisms and conceptions was made, employing a clear project methodology. The chosen solution was based on a system of toothed discs, which was analyzed using models that helped on the search for the final conception of the seeder. The constructed prototype possesses remarkable mechanical simplicity, distinguishable by condensing all the sowing functions in the double toothed discs. These operations were previously accomplished by several separate elements. Another advantage of the new system is the absence of mechanical transmissions to operate the seed and fertilizer applicators. The field tests results were satisfactory regarding the new seeding system, only minor improvements of the covering and compacting systems being necessary.

Capítulo I

INTRODUÇÃO

A conscientização da necessidade de preservação do meio ambiente tem surtido grandes efeitos. Investimentos significativos vem sendo realizados em processos de controle ambiental. Os resultados são expressivos, porém ao se considerar a capacidade cumulativa de certos poluentes e a taxa de crescimento econômico, verifica-se que a degradação ambiental, a perdurar os moldes produtivos atuais, continuará a progredir.

Para reverter esta situação é necessário repensar todo o contexto. A abordagem correta, desde o princípio da formulação da necessidade do consumidor, torna propício o desenvolvimento de melhores produtos, adequados ecologicamente, sem que para tanto, gastos exacerbados sejam necessários aos meios produtivos como forma de evitar a degradação da natureza.

Nesta mesma linha a agricultura tem tido seus conceitos reformulados, haja visto as grandes perdas produtivas decorrentes de procedimentos inadequados. A princípio, várias técnicas de conservação foram desenvolvidas, baseando-se sempre na mesma forma de utilização do solo. No entanto, ao questionar toda a operação do plantio, novos conceitos surgiram, não apenas como medidas corretivas, mas sim como forma de utilizar o solo de maneira mais racional. Dentre as novas técnicas, então apresentadas, destaca-se o Plantio Direto como sendo uma das mais promissoras formas de promover o cultivo sustentado.

O Plantio Direto consiste basicamente em dispensar as operações convencionais de preparo do solo, como lavrações, gradagens, etc.. A sementeira é realizada diretamente sobre os restos da cultura anterior ou em cobertura morta devidamente formada para este fim. Esta técnica tem como uma das principais características a prevenção da erosão.

A utilização do Plantio Direto exigiu que adaptações ocorressem nas semeadoras existentes no mercado. Tais mudanças mostraram-se satisfatórias em relação a grandes implementos, onde se dispõe de alta potência de tração. No entanto, para pequenos implementos que utilizam baixa potência motora, como microtratores e tração animal, as modificações apresentaram problemas.

O objetivo principal deste trabalho foi o estudo de novos princípios de solução para os sistemas que compõem as semeadoras adubadoras de pequeno porte destinadas ao Plantio Direto. Destacando-se pela busca de novas alternativas para o corte da palhada e a abertura do solo.

Outra meta almejada foi a de promover ao máximo a simplificação dos sistemas, visando tornar o implemento adequado as condições econômicas do pequeno agricultor.

O projeto desenvolvido, **Semeadora Adubadora para o Plantio Direto através de Covas**, fornece uma alternativa aos princípios de execução das funções de semear e adubar convencionalmente utilizados. A nova concepção confere à semeadora grande simplicidade de mecanismos, resultando num implemento mais compacto e de menor custo.

A apresentação deste trabalho se faz, inicialmente neste capítulo, pela descrição do Plantio Direto, sendo a seguir apresentado o estado da arte, no Brasil, das Semeadoras Adubadoras destinadas a esta técnica de plantio.

O Capítulo II trata da necessidade do desenvolvimento do produto, através da análise dos fatores sócio-econômicos e de demanda. Oportunamente, os requisitos econômicos são apresentados, balisando a seguir a descrição dos requisitos agrônômicos e técnicos. O capítulo é finalizado com a formulação do problema proposto.

Criado então o embasamento necessário, o Capítulo III trata da geração de soluções para o problema, utilizando-se das ferramentas fornecidas pela metodologia de projeto de produtos industriais. Na sequência é realizada a avaliação e a escolha da concepção inicial.

Nos capítulos seguintes o projeto é concretizado, através da construção e testes do modelo, Capítulo IV; do projeto detalhado do protótipo descrito no Capítulo V e dos testes do protótipo, recomendações e modificações do projeto, apresentados no Capítulo VI. Finaliza-se o trabalho no capítulo VII com as conclusões finais a respeito do projeto e da metodologia utilizada, bem como sugestões para futuras pesquisas.

1.2 - Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica, a seguir apresentada, aborda inicialmente a técnica do plantio direto, identificando a seguir as principais semeadoras de pequeno porte utilizadas atualmente no Brasil para este tipo de plantio. Porém, para melhor estudar estes implementos optou-se, antes da apresentação dos mesmos, por estudar seus principais componentes, subdividindo-os quanto a funcionalidade.

1.2.1 - Plantio Direto

Apesar da recente disseminação no Brasil, principalmente na última década, o plantio em solo não preparado tem sido assunto de pesquisas há muito tempo. Já em 1940, pesquisadores britânicos demonstravam a eficiência do Plantio Direto. No entanto, sua prática só se tornou viável em 1956 com a descoberta dos herbicidas, já que, o controle das ervas daninhas é a principal dificuldade encontrada na utilização desta técnica. Além disto, os custos elevados para o preparo tradicional do solo, aliada à concientização pela sua conservação, favoreceu o atual interesse dos agricultores por métodos de preparo reduzido tais como o cultivo mínimo e a semeadura direta.

Plantio direto, segundo Phillips & Young [6], consiste na técnica de colocação de sementes e fertilizantes em solo não preparado, através do rompimento de uma estreita fenda ou faixa de solo, suficientemente larga e profunda, de modo a propiciar o desenvolvimento da cultura semeada. Esta técnica confere inúmeras vantagens em relação ao plantio convencional, dentre as quais pode-se destacar:

Maior resistência a erosão: a cobertura morta, restos da cultura anterior e ou a desenvolvida para este propósito, atuam de forma a diminuir o impacto das chuvas contra o solo e na contenção de enxurradas, aumentando a infiltração das águas;

Economia de energia: a não necessidade de preparo do solo, como arações, gradagens, confere grande economia de energia;

Conservação da umidade do solo: a cobertura existente protege o solo da ação direta dos raios solares, diminuindo a taxa de evaporação e as grandes variações de temperatura ocorrentes durante o ciclo do dia;

Taxa de germinação: observa-se melhores índices de germinação, comparado ao plantio convencional, em função da melhor conservação da umidade do solo;

Culturas em menor período: a dispensa das ações de preparo do solo possibilita a redução de tempo entre o cultivo de uma safra e outra. Por exemplo, pode-se citar o cerrado goiano, onde a redução do tempo tornou viável uma segunda safra anual, dantes impraticável nesta região [11].

A semeadura direta tem se difundido rapidamente no Brasil e no mundo. Segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, cerca de 3.000.000 de hectares foram semeados diretamente no país no último ano, abrangendo basicamente a região sul e o cerrado. Estimativas do Departamento de Agricultura dos EUA, indicam que no ano 2000 este tipo de plantio será responsável por aproximadamente 62 milhões de hectares, ou seja, em 45 % da área agrícola daquele país [13].

1.2.2 - Semeadoras Diretas

A mecanização existente para realizar a semeadura direta consiste em sua maioria numa adaptação da utilizada no plantio convencional, resultando em concepções onerosas do ponto de vista energético. Estas semeadoras foram desenvolvidas primariamente para atuar em solo preparado, de fácil penetração e isento de restos de culturas anteriores, já incorporados. A utilização do plantio direto exigiu que mudanças ocorressem pois, neste caso, o solo encontra-se bem mais coeso, devido ao não revolvimento, e possui uma camada superficial de cobertura morta. Assim, as adaptações, em suma, trataram de prover maior capacidade de penetração no solo e dispositivos para o corte da palha.

Através da utilização de lastros melhorou-se a abertura do solo, porém a adição de peso ao implemento demandou maior potência de arrasto. No caso das grandes semeadoras o aumento da carga não acarretou maiores problemas, já que estas máquinas são tracionadas por tratores de maior potência. Já para os implementos de pequeno porte, principalmente os de tração animal, o arrasto foi comprometido prejudicando a performance do plantio. O peso excessivo é hoje a principal dificuldade ao desenvolvimento de equipamentos de pequeno porte do gênero.

O corte da palha, outro problema considerável, foi resolvido pela utilização de um disco próprio para esta função. Permitindo que os discos duplos, utilizados no plantio convencional para a semeadura e adubação, fossem empregados também neste caso. Desta forma, o trem semeador/adubador aumentou com a adição do disco de corte da palha, o que no caso de pequenos implementos, principalmente de tração animal, tem comprometido a estabilidade.

1.2.2.1 - Subsistemas de Semeadoras Diretas

As semeadoras diretas possuem basicamente cinco subsistemas: o rompedor - para o corte e abertura do solo, o acionador - para transmissão de movimento aos dosadores, o dosador - para a distribuição das sementes e adubo, o recobridor - para o fechamento do solo, e finalmente o compactador - para a compactação e controle da profundidade adequada à germinação das sementes.

Subsistemas rompedores

As semeadoras diretas existentes, em geral, são formadas pelos seguintes elementos rompedores,[9]:

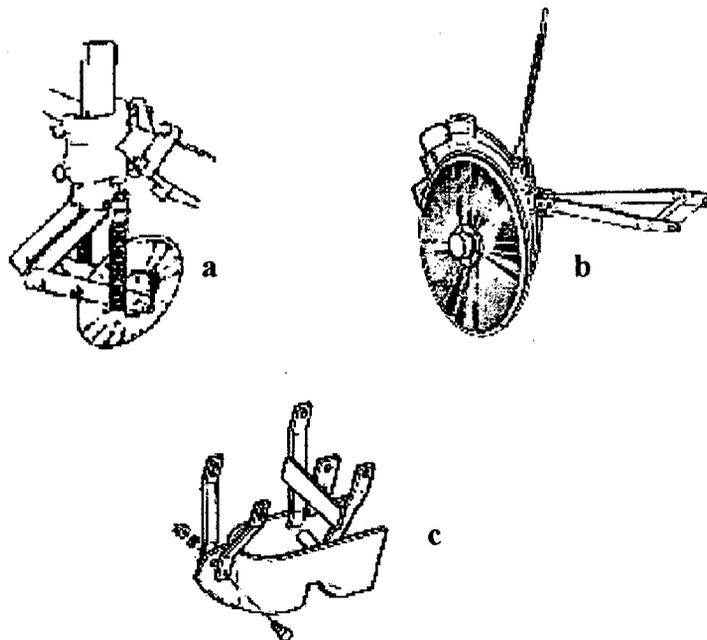


Figura 1.1 - Elementos Rompedores [12].

- Disco simples ou disco de corte: utilizado para o corte da cobertura morta, posicionado no início do trem semeador/adubador, fig. 1.1-a;

- Disco duplo ou em V: possui como função a abertura de sulcos para a disposição das sementes e do adubo. Dois pares compõem o implemento, o primeiro abre o solo para adubação e o segundo para a sementeira, guardando entre si desalinhamento que evita o contato entre adubo e semente, fig.1.1-b;

- Faca de corte: trata-se de uma opção à abertura dos sulcos, ao invés da utilização dos discos duplos. Consiste basicamente em uma lâmina de aço com dimensões e ângulos apropriados, fig. 1.1-c.

Subsistemas Acionadores

Os subsistemas de acionamento dos dosadores de adubo e semente, segundo Balastreire [9], são dos seguintes tipos:

- de engrenagens;
- de engrenagens e correntes;
- de eixo;
- mistos.

No caso de acionamento por engrenagens, a transmissão ocorre através do contato direto das engrenagens, fornecendo assim a rotação necessária a movimentação dos dosadores de adubo e semente. As variações de rotação são possíveis pela mudança de pares de engrenagens, como ilustra a figura 1.2-a.

No subsistema de rodas dentadas e corrente, a movimentação é gerada por rodas dentadas e transmitida por correntes. Neste caso consegue-se maior combinação de relações de transmissão, com um menor número de rodas. O subsistema apresenta ainda como vantagem o fato de ser compacto e permitir facilmente a variação do espaçamento entre linhas, fig.1.2-b.

No subsistema de acionamento por eixo, a rotação é gerada por um sistema de engrenagens de coroa e pinhão e é transmitido através de eixo. Possui como desvantagem a dificuldade de variação do espaçamento entre linhas pelo fato do sistema exigir maior espaço e ter uma fixação mais complexa que a das engrenagens, fig.1.3.

O subsistema misto apresenta uma combinação de dois ou mais sistemas. Por exemplo, o sistema de dosagem das sementes é acionado por rodas dentadas e correntes e o sistema de dosagem do adubo é acionado por um sistema de engrenagens.

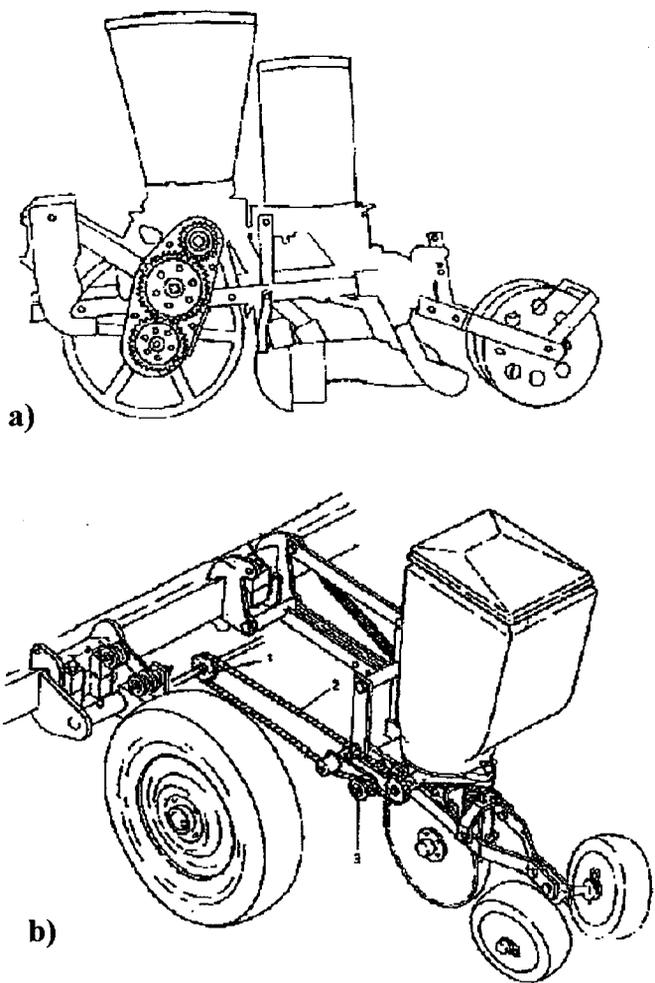


Figura 1.2 - Subsistemas de acionamento de semeadoras. a) de engrenagens, b) de rodas dentadas e corrente.
1. roda dentada, 2. corrente, 3.esticador de corrente. [9].

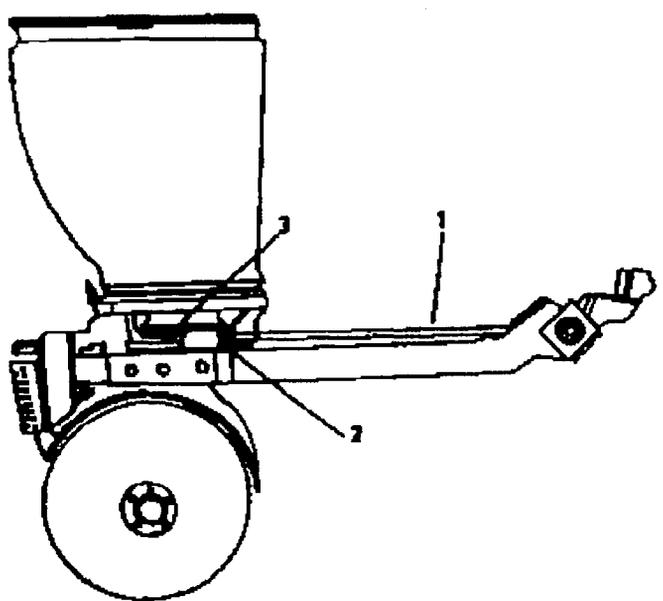


Figura 1.3 - Sistema de acionamento de semeadoras com eixo. 1. eixo, 2.pinhão, 3.coroa, [9].

Subsistemas Dosadores

Dosadores de Sementes: basicamente são dois os subsistemas dosadores utilizados em máquinas semeadoras de plantio direto. Os dosadores de disco horizontal e os de disco vertical. O estudo desses dosadores, entre outros, foi objeto de pesquisa de Ogliari [7].

Os dosadores de disco horizontal são adotados por grande parte das semeadoras nacionais, constituindo, assim, no sistema mais comum encontrado. Descrito por Colombino e citado por Ogliari [7], a sua concepção é demonstrada pela figura 1.4.

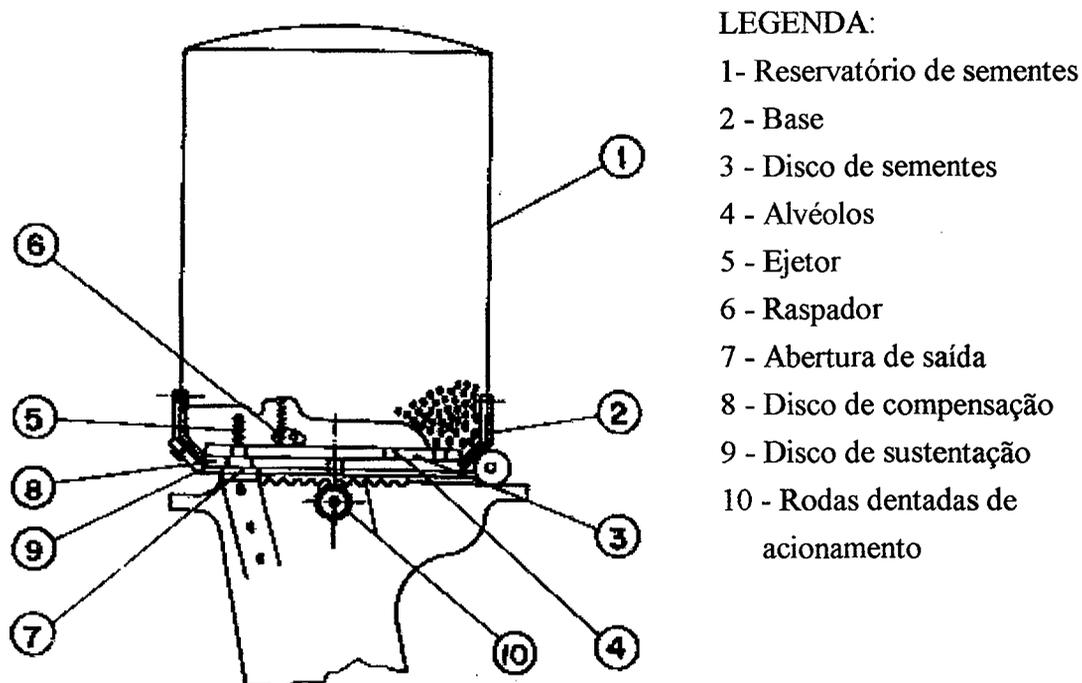


Figura 1.4 - Concepção básica de um mecanismo dosador de disco horizontal [7].

O dosador possui um reservatório de sementes (1), geralmente de forma cilíndrica, com a coluna de sementes suportada pela base (2), que possui uma superfície central cônica para direcioná-las ao disco de sementes (3). Este disco, com raio e espessura constantes, está localizado abaixo da base e possui uma linha circunferencial de alvéolos (4), dispostos em sua superfície e expostos à coluna de sementes.

Quando o disco gira, os alvéolos nele contidos captam as sementes conduzindo-as até a abertura de saída (7). Durante o percurso, os alvéolos carregados passam pelo elemento raspador (6), constituído de uma palheta forçada contra o disco através de uma mola. A função do raspador é retirar o excesso de sementes que possa ocorrer durante a captação, deixando apenas uma por alvéolo.

Acima da abertura de saída, encontra-se o elemento ejetor (5), na forma de um punção acionado por uma mola, que penetra no interior do alvéolo carregado forçando a saída das sementes.

Na abertura de saída, é colocado um tubo condutor que recebe as sementes liberadas e as conduz até o solo.

A regulagem desse sistema é feita mediante a troca dos discos de semente ou da relação de transmissão. No primeiro caso, troca-se o disco por outro com número maior ou menor de alvéolos ou, ainda, de espessura diferente. Neste último caso, utiliza-se o disco de compensação (8) para compensar as diferenças de espessuras entre os discos. A troca dos discos é feita articulando-se a base do dosador com o disco de sustentação (9), permitindo acesso à parte interna do mecanismo.

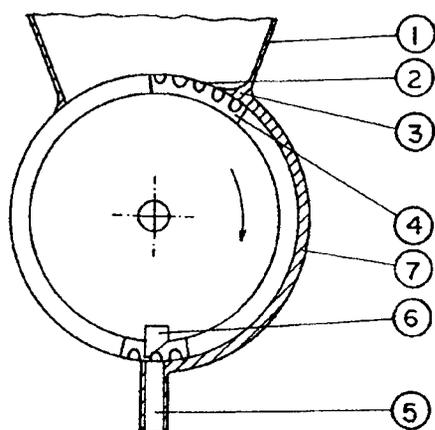
A troca de relação de transmissão é feita entre a roda de acionamento da máquina e o eixo intermediário do mecanismo, aumentando ou diminuindo-se a rotação do disco. No eixo intermediário, está disposto um par de engrenagens cônicas (10) de relação fixa. Se a relação alterada for de redução, o espaçamento entre as sementes aumenta, se de ampliação, o espaçamento entre as sementes diminui.

Os fabricantes, geralmente, fornecem um conjunto de discos de sementes e rodas dentadas que servem para regular a máquina, de acordo com o tipo de cultura que será semeada.

Segundo Ogliari [7], a concepção dos dosadores de disco vertical tem por base o uso de um disco, com eixo horizontal, que contém uma série de alvéolos em sua superfície para a individualização e transporte das sementes até o ponto de descarga.

Possui, como características importantes, a reduzida altura de queda das sementes em relação ao solo e a simplicidade de acionamento.

Sua concepção básica apresenta-se, conforme a figura 1.5, constituída por um disco (4) em cuja superfície estão dispostos os alvéolos de captação (2).



LEGENDA:

- 1 - Reservatório de sementes
- 2 - Alvéolos de captação
- 3 - Raspador
- 4 - Disco de sementes
- 5 - Tubo condutor
- 6 - Elemento ejetor
- 7 - Carcaça

Figura 1.5 - Concepção básica de um dosador de disco vertical, [7].

Quando o disco gira, parte de sua superfície fica exposta no fundo do recipiente (1) e os alvéolos captam as sementes conduzindo-se à abertura de saída. Durante o percurso, os alvéolos carregados passam pelo raspador (3) que pode ser um anteparo rígido ou um rolete. Este último gira em sentido contrário ao disco, retirando as sementes em excesso dos alvéolos. A velocidade periférica do rolete, neste caso, deve ser no mínimo 4 vezes a velocidade periférica do disco [7], para evitar o entupimento na região de raspagem.

Após o raspador, os alvéolos ficam encerrados dentro de uma carcaça (7) que impede a queda das sementes durante o percurso até a parte inferior do mecanismo, onde caem no tubo condutor (5).

Para garantir a saída das sementes captadas, no ponto de descarga é disposto um elemento ejetor (6), na forma de uma haste rígida, que atua no interior de ranhuras, feitas na parte interna do disco, na linha dos alvéolos. Assim, quando as sementes encontram esse elemento são forçadas a caírem no tubo condutor (5).

Esta concepção, devido à reduzida altura em relação ao solo, pode não necessitar do tubo condutor, de forma que as sementes liberadas caem diretamente no solo.

Dosadores de adubo:

Dosador de adubo helicoidal: consta de um parafuso colocado sob o depósito de adubo, sendo a quantidade deste variada através de um sistema de transmissão por engrenagens, como ilustra a figura 1.6.

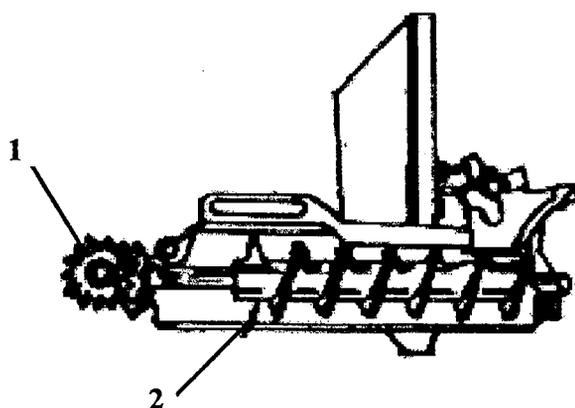


Figura 1.6 - Dosador helicoidal para adubos: 1. Transmissão, 2. dosador. [9].

Dosador de adubo de rotor dentado: montado no fundo do depósito de adubo, constitui-se basicamente de um rotor dentado, horizontal, que gira sobre uma placa de apoio que contém o orifício de saída do adubo. O rotor recebe o movimento de rotação a partir de um eixo único, que recebe o movimento de rotação das rodas de sustentação da máquina, transmitindo essa rotação ao rotor dosador. A Figura 1.7 ilustra essa composição.



Figura 1.7 - Dosador de rotor dentado para adubo - 1. Rotor dentado, 2.lingüeta ajustável, [9].

Dosador de adubo de disco horizontal rotativo: possui um disco liso rotativo, acoplado a uma engrenagem coroa, que gira contra uma lingüeta raspadora que, por sua vez, direciona o adubo para o tubo de saída, à medida que o disco rotativo empurra o adubo contra a mesma. A posição relativa dos componentes desse tipo de dosador é vista na figura 1.8. [9].

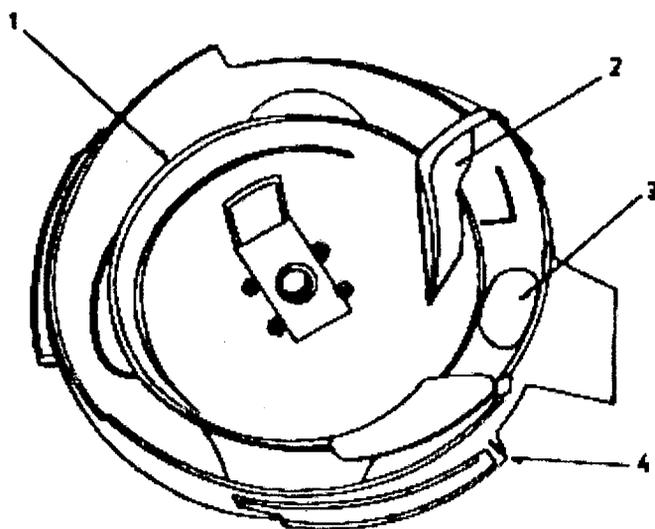


Figura 1.8 - Dosador de adubos de disco horizontal rotativo - 1. disco, 2.lingüeta raspadora, 3.orifício de saída, 4.base, [9].

Dosador de cilindro canelado: é acionado por um eixo quadrado único. O dosador é constituído basicamente por uma caixa de ferro fundido ou plástico, um rotor de cilindro canelado acionado pelo eixo e um regulador de quantidade de adubo, fig. 1.9.

Existem ainda, no mercado, os dosadores de rotor vertical impulsor e o de correias e correntes. [9].

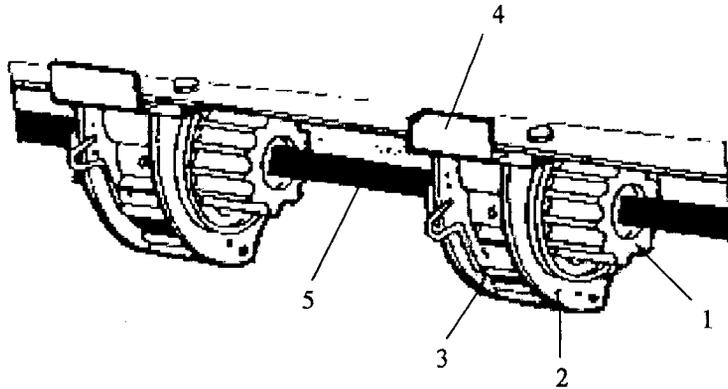


Figura 1.9 - Dosador de adubo de cilindro canelado. 1. Cilindro canelado, 2. caixa de adubo, 3. regulador saída do adubo, 4. tampa de fechamento, 5. eixo [9].

Subsistemas Recobridores

Vários mecanismos são utilizados para o recobrimento das sementes. Dentre os mais comuns estão os cobridores de chapas de aço, que são dobradas adequadamente de forma a promover a reposição da terra. Figura 1.10-a.

Outra alternativa é o uso de correntes tracionadas pela semeadora sobre o sulco semeado. Figura 1.10-b.

A cobertura ainda pode ser executada pelas próprias rodas compactadoras que, por serem reguláveis, podem controlar a quantidade de terra depositada sobre as sementes, fig. 1.10-c.

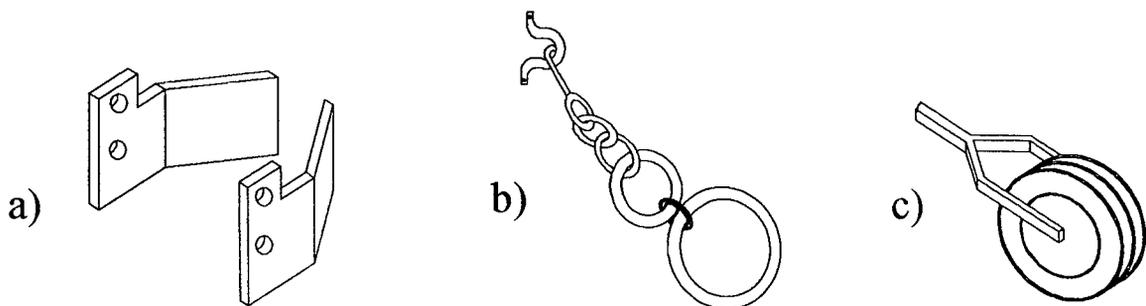


Figura 1.10 - Recobridores de sementes [9].

Subsistemas Compactadores

Na maioria das semeadoras, o controle da profundidade de colocação e da compactação sobre as sementes é feito através de articulação com furos ou entalhes de regulagem, ligadas à roda compactadora.

Nas semeadoras de tração animal a utilização de entalhes é mais usual pois possibilita o controle da mudança de profundidade de semeadura através do pé do operador. Já nas semeadoras tratorizadas faz-se uso de chapas perfuradas e pinos de engate rápido ou parafusos, fig. 1.11. [9].

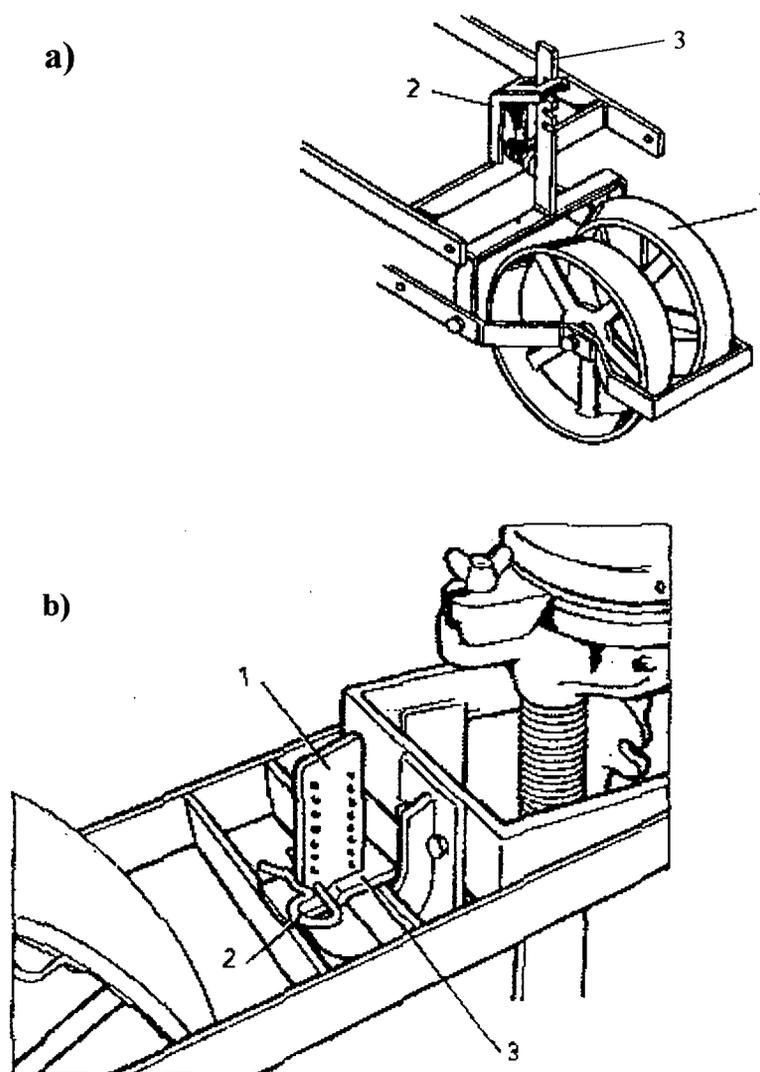


Figura 1.11 - Controle da profundidade das sementes - a) Semeadoras de tração animal: 1 - roda controladora da profundidade, 2 - trava, 3 - chapa entalhada. b) Semeadoras tratorizadas: 1 - chapa perfurada, 2 - pino trava, 3 - chapa de encosto. [9].

O controle da compactação é realizado pela roda ou rodas de profundidade que são construídas em duas seções laterais, deixando um espaço vazio entre essas seções, com a finalidade de evitar uma compactação excessiva. Outra solução encontrada é a utilização de duas rodas compactadoras individuais, com distância e ângulo entre elas ajustável, fig. 1.12. [9].

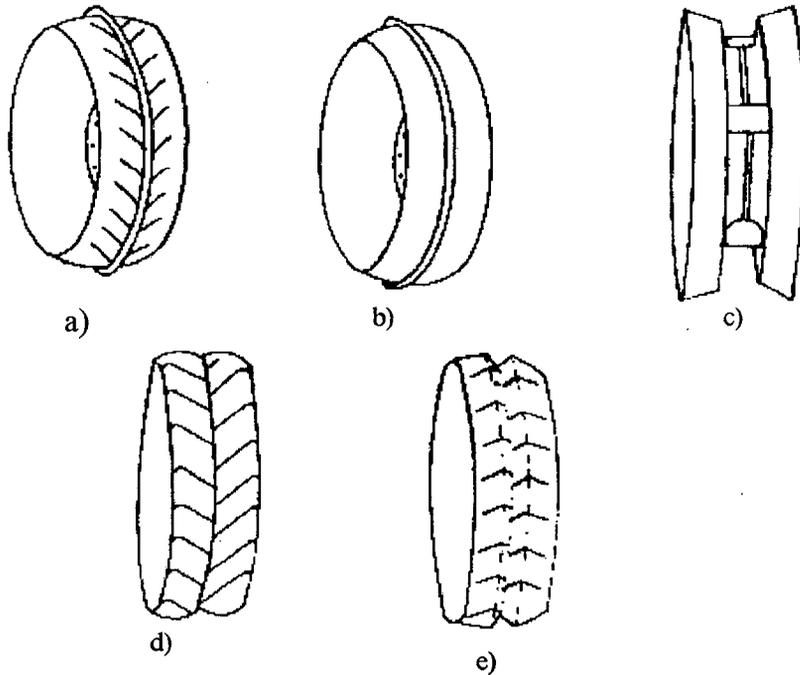


Figura 1.12 - Tipos de rodas de controle de profundidade e compactação - a) e b) De borracha com saliência central, c) De ferro, e d) e e) de borracha com alívio central ranhurado. [9].

1.2.2.2 - Semeadoras Diretas de Tração animal

O desenvolvimento de semeadoras diretas destinadas a tração animal pode se considerar recente, existindo poucos modelos disponíveis no mercado.

Semeadora Gralha Azul

A semeadora Gralha Azul foi desenvolvida pelo IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) e está inicializando a sua comercialização através da MH Equipamentos Ltda. Em sua concepção a semeadora apresenta as seguintes mudanças em relação a máquinas convencionais:

- Ponto de tração afastado, aproximadamente, 150 mm do eixo da roda acionadora para trás, e mais alto, o que possibilita maior pressão de corte;
- Ajuste da pressão de corte através da variação do ângulo de atrelamento;
- Sulcador tipo facão ou disco em "V" para sementes;
- Sulcador para adubo na forma de disco duplo, disposto em "V".

Os demais sistemas - rodas compactadoras, roda acionadora, conjunto de transmissão, mecanismos dosadores e as rabiças - são semelhantes às concepções para semeadura convencional.

Os dosadores de adubo e semente são acionados por mecanismo de transmissão corrente - roda dentada que adquirem movimento através do disco de corte da palha. A figura 1.13 ilustra esta semeadora.

A avaliação desta semeadora é ainda incipiente, mas algumas características a serem melhoradas já são observadas:

- O peso ainda é alto a se considerar o trabalho via tração animal, o que restringe os animais capazes de realizar o trabalho e assim mesmo reduzindo a sua produtividade.
- O fator peso aliado ao grande comprimento do implemento resulta em dificuldades para o operador manter o implemento estável através das rabiças.

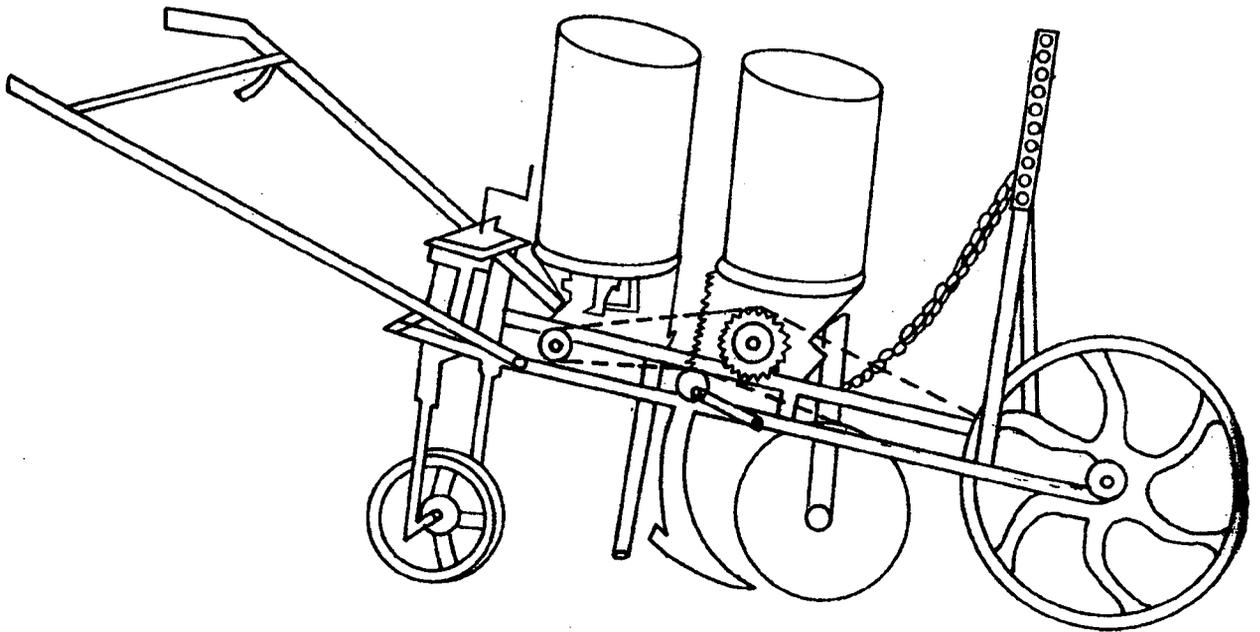


Figura 1.13 - Semeadora Gralha Azul - IAPAR -PR

Protótipo Semeadora Adubadora - UFSC

O protótipo desenvolvido por Dellagiustina [1], no Laboratório de Projeto do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, apresenta grande semelhança ao desenvolvido pelo IAPAR. Sendo este, no entanto, o preconizador da variação do ponto de atrelamento como forma de obtenção de maior pressão de corte. Pode-se observar, conforme figura 1.14, que os sistemas sulcadores, dosadores e de transmissão são iguais ao do modelo visto anteriormente na fig. 1.13.

Este implemento apresenta problemas de corte da palha e abertura de sulcos, quando usados discos de corte, e embuchamento quando utilizadas enxadas.

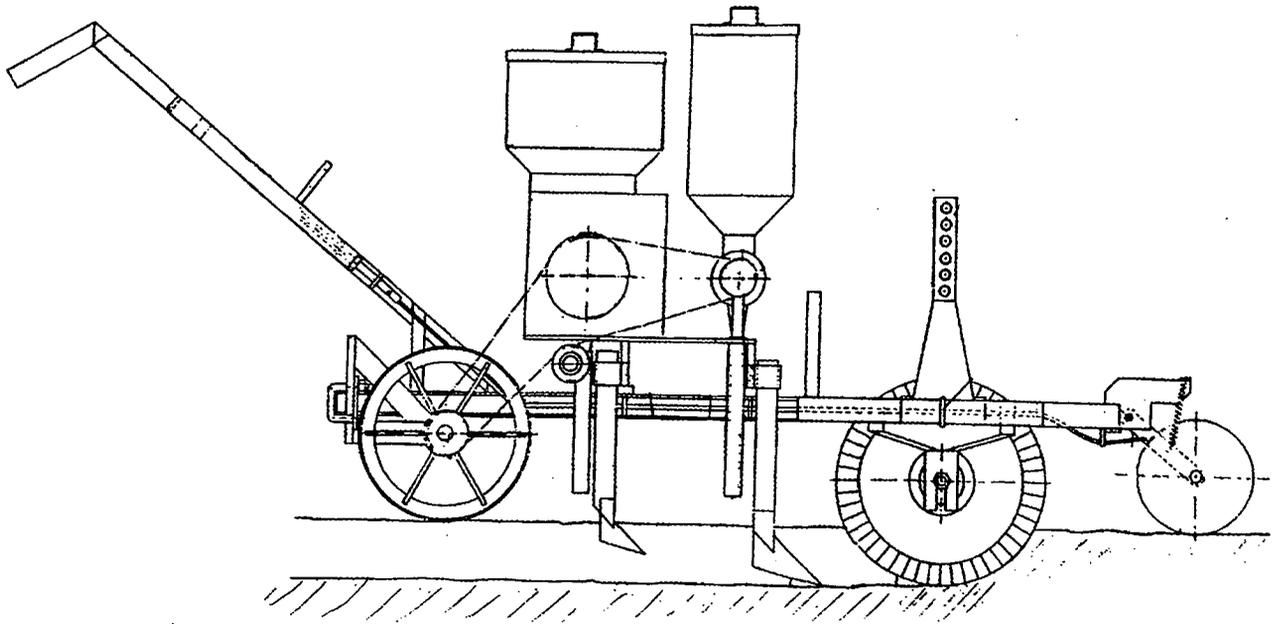


Figura 1.14 - Protótipo Semeadora Adubadora - UFSC/EMC . [1].

Semeadora Grazia

A concepção desta semeadora difere completamente das anteriormente apresentadas. A máquina é constituída de um cilindro, onde encontram-se dispositivos que abrem pequenas covas no solo, ao mesmo tempo em que libera uma semente a cada cova. Esta concepção consta como pedido de privilégio P. I. 7607506, de 10.11.76, junto ao I.N.P.I. [12], onde pode se verificar todos os seus detalhes. Figura 1.15.

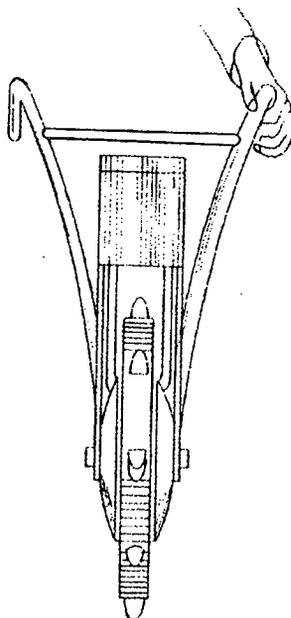


Figura 1.15 - Semeadora adubadora tipo plantio em covas. [1].

Esta máquina apresentou bom desempenho em terrenos com restos vegetais da cultura anterior, pedras e tocos. Porém, sua aceitação no mercado é limitada por alguns problemas apresentados, tais como:

- Entupimento dos bicos sulcadores em solo úmido;
- Embuchamento entre as rodas de distribuição e adubo;
- Necessidade de desmontá-la completamente para execução de regulagens;
- Não há precisão na distribuição do adubo.

As figuras 1.16-a e b demonstram melhor o seu funcionamento.

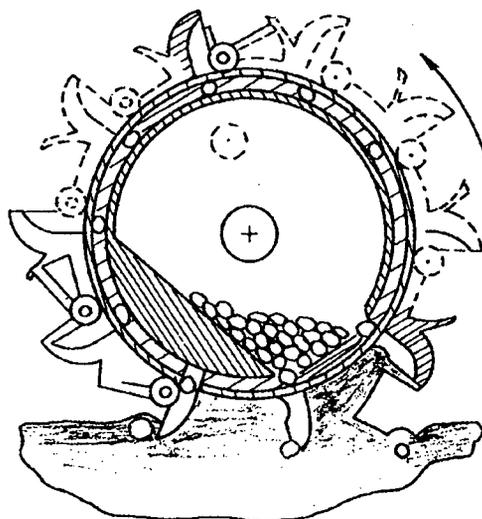


Figura 1.16-a - Roda abridora de covas e dosadora de sementes [1].

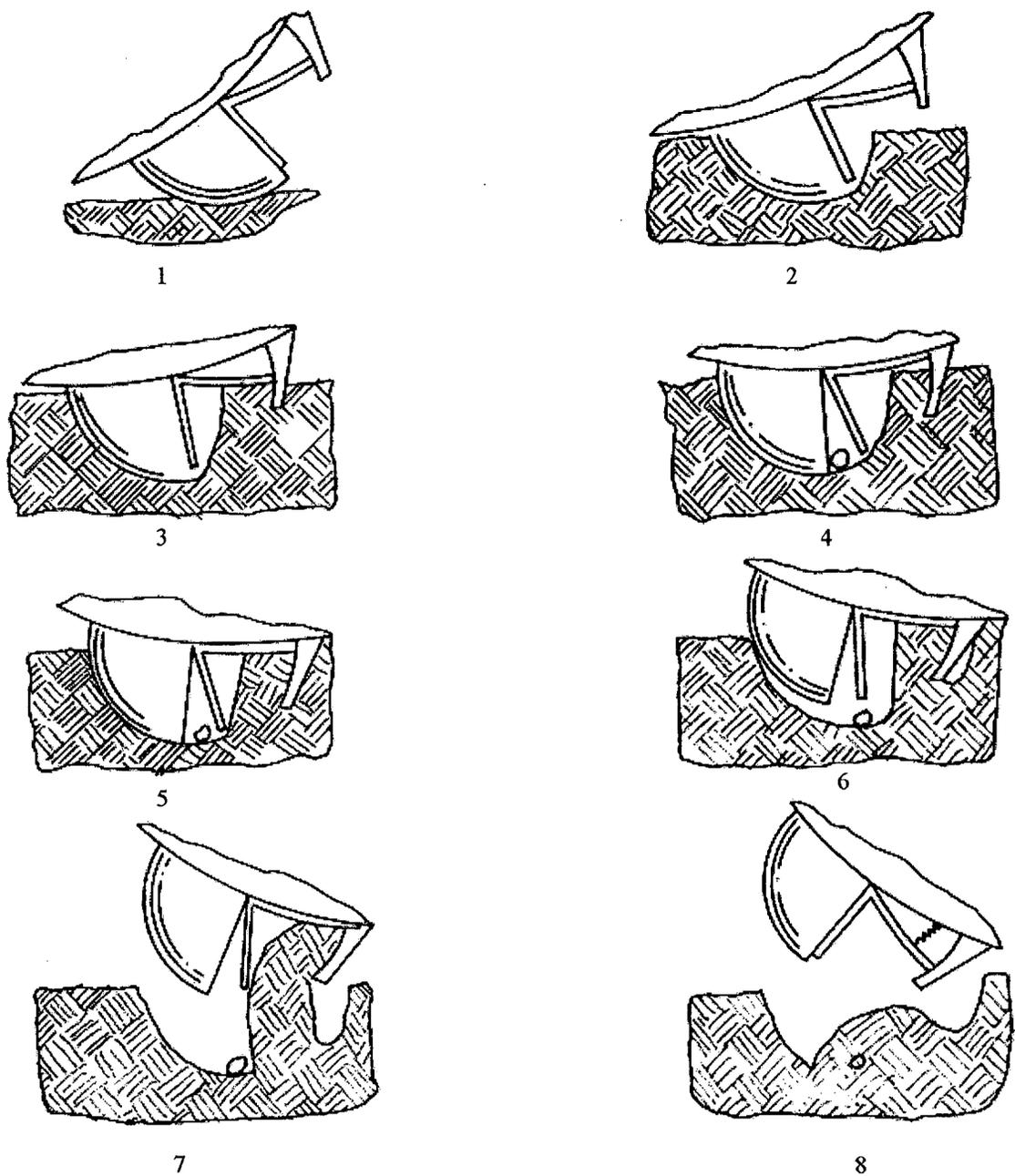


Figura 1.16-b - Detalhe da abertura da cova e deposição da semente, [1].

Protótipo de Semeadora para Pequenas Propriedades

Chang [16], desenvolveu o protótipo de uma semeadora adubadora tendo como principal característica um novo mecanismo dosador, que torna desnecessário a utilização de transmissões.

O conceito básico é a utilização de um mecanismo dosador do tipo disco vertical rotativo, que é montado diretamente sobre o eixo movido da roda de solo, sem introduzir qualquer outro

eixo adicional, fig. 1.17. O disco rotativo (3) pode ser construído com madeira ou plástico e trabalha como um anel interno, vedando a caixa de sementes, sendo fixo no eixo (2) da roda de solo (1). A outra parte da caixa (4) é estacionária e recebe as sementes do reservatório (5).

O anel interno da caixa de sementes é substituível, adequando-se ao tipo de semente e ao número de células (6). As células consistem de furos inclinados e constituem o aspecto principal neste novo projeto funcional. Estas recebem sementes automaticamente, durante a rotação, descarregando-as no orifício (8) localizado no fundo da parte estacionária da caixa de sementes que é posicionada formando um ângulo de 100° com a horizontal. Na posição de descarga é colocado um rotor (7) cuja função é ejetar a semente. O movimento do rotor é obtido mediante contato com o anel rotativo (3). A força de contato é fornecida por uma mola.

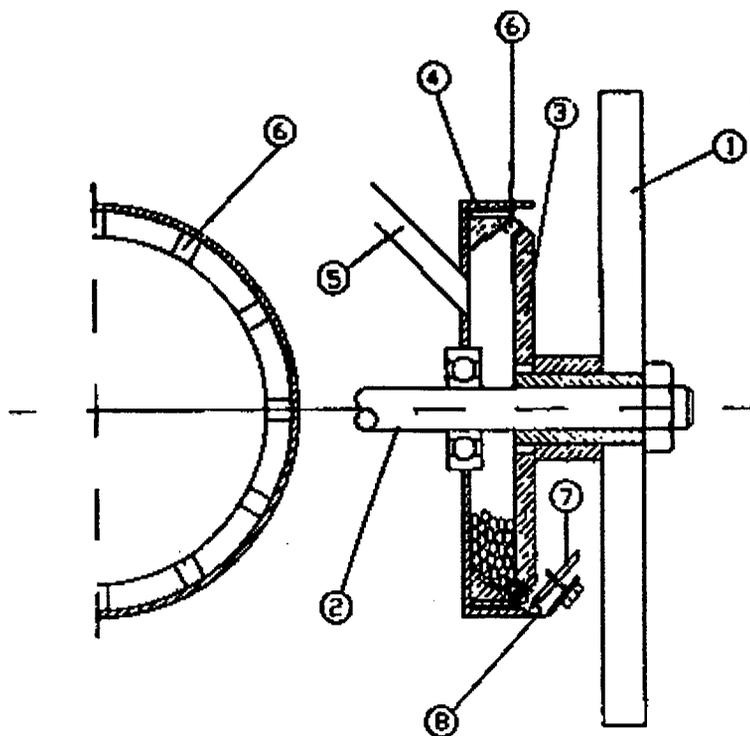


Figura 1.17 - Detalhe do dosador do protótipo de semeadora para pequenas propriedades.

A semeadora desenvolvida possui sulcador em bisel, acoplada a uma barra de tração animal, tendo um peso total de 27 kg.

1.2.2.3 - Semeadoras Diretas Tratorizadas

Como já dito anteriormente, pode-se considerar equacionada a mecanização de grande porte para o plantio direto. As semeadoras convencionais foram adaptadas para esta nova função.

Receberam um disco de corte adicional, com o objetivo de cortar a cobertura morta e tiveram lastros posicionados em suas estruturas, conferindo maior pressão de corte aos sulcadores.

As semeadoras tratorizadas possuem praticamente a mesma concepção entre os diversos modelos existentes, com algumas pequenas variações nos princípios básicos de funcionamento. Assim, será aqui apresentado apenas um modelo deste tipo de implemento, conforme se vê a seguir.

SDA - Semeadora de Plantio Direto Articulada

A semeadora SDA é do tipo de arrasto, ou seja, acoplada por um único ponto ao trator, através da barra de tração [15].

Possui chassi construído em cantoneiras e chapas de aço, formando um quadro rígido, sobre o qual são montados os demais componentes da semeadora.

O corte da palhada é executado por disco de corte estridado. A abertura dos sulcos para semeadura e adubação é realizada por discos duplos.

O dosador de sementes do tipo canelado helicoidal proporciona fluxo contínuo de sementes, sem danificação dos grãos. A dosagem de adubo é realizada por sistema de rosca sem fim.

Os reservatórios são construídos em material anti-corrosivo.

Rodas compactadoras com flutuação e contrapeso, com carga regulável, efetuam o fechamento do sulco sem interferir na flutuação da linha de plantio.

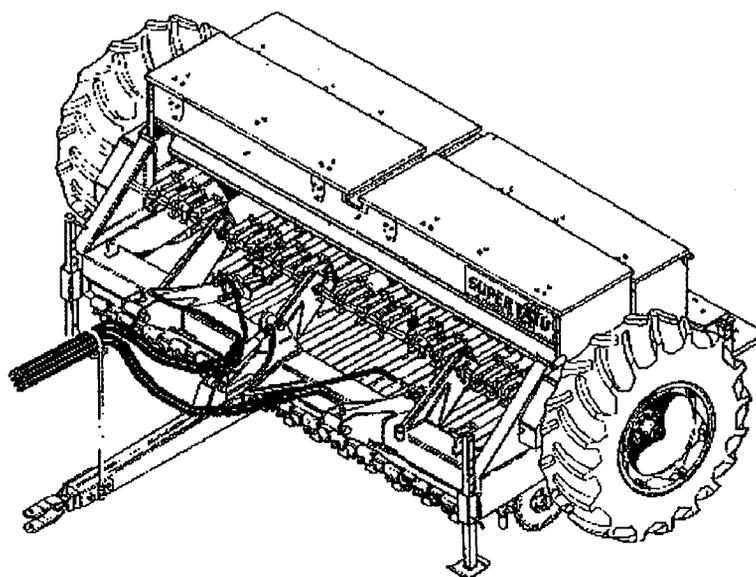


Figura 1.19 - SDA Semeadora de Plantio Direto, [15].

1.2.3 - Avaliação dos Subistemas de Semeadoras Diretas

As adaptações dos mecanismos utilizados no plantio convencional nas semeadoras diretas, ocorreram sem maiores problemas no caso dos subsistemas de acionadores, de dosadores e de compactadores. Porém, para o subsistema de rompedores, a adequação não foi assim tão eficiente.

A utilização dos rompedores tipo faca de corte acarretou em embuchamentos do mecanismo com a palhada, comprometendo a operação do implemento. Os discos simples e duplos para corte da cobertura e abertura dos sulcos respectivamente, apresentaram resultados satisfatórios quando do uso de lastros. Isto pôde ser verificado nos implementos a tração animal desenvolvidos. A semeadora de Dellagiustina [1] teve problemas de embuchamento com a faca de corte e, ao utilizar o sistema de discos, não apresentou corte adequado da cobertura. Já na semeadora Gralha Azul, de maior peso, os resultados com os discos de corte foram satisfatórios. No entanto, o aumento da carga comprometeu a performance da operação, exigindo maior potência de tração, animais mais fortes, dificultando o equilíbrio e as manobras do implemento por parte do operador. Resalta-se ainda, que ambos os implementos fizeram uso da mudança do ponto de atrelamento como forma de prover maior pressão de corte aos rompedores.

A partir dos resultados apresentados, conclui-se que os princípios de solução até então usados para os mecanismos rompedores não são adequados aos implementos de pequeno porte. Assim sendo, para melhor adequar estas semeadoras ao plantio direto, novas concepções do sistema rompedor deverão ser estudadas.

capítulo //

PARÂMETROS

DE PROJETO

2.1 - Parâmetros sócio-econômicos

Apresenta-se neste ítem, sucintamente, os parâmetros sócios-econômicos que envolvem o desenvolvimento de implementos agrícolas de pequeno porte no Brasil, possibilitando assim, o embasamento a este trabalho.

2.1.1 - Produção Agrícola

A produção de grãos de milho, feijão e soja no Brasil, no ano de 1993, segundo o CEPA/SC, foi de 54 milhões de toneladas. [17].

A nível mundial, o Brasil é um dos maiores produtores e também que dispõe de maior fronteira agrícola. Contudo, a produtividade brasileira ainda é baixa. Os dados apresentados na tabela 2.1 demonstram grande desnível ao se comparar a produção nacional de milho à americana. O rendimento por hectare dos EUA foi 3,5 vezes maior do que o do Brasil no ano de 1993. [17].

Nível Geográfico	área colhida (1000 ha)	produção (1000 t)
Mundo	131.750	532.090
Estados Unidos	29.200	240.850
China	21.040	95.380
Brasil	12.400	29.200
México	8.100	17.000
Índia	5.900	7.090

Tabela 2.1 - Produção agrícola de milho no ano de 1993. [17]

2.1.2 - O Pequeno e Médio Agricultor

Entende-se por pequeno agricultor o proprietário de área inferior a 10 ha. Como médio, os agricultores que possuem área de até 100 ha e, como grandes produtores, os possuidores de área superior a 100 ha. [1].

Existem no Brasil, cerca de 4 milhões de propriedades rurais com área inferior ou igual a 10 hectares. Destas, 20 % são mecanizadas, 32 % utilitárias de tração animal e o restante utiliza-se somente do trabalho humano. [1].

Os dados apresentados acima enfatizam a condição, já conhecida, do pequeno agricultor brasileiro - carente de recursos financeiros, técnicos e de equipamentos.

A tabela a seguir demonstra a importância do pequeno e médio agricultor na produção de grãos no país.

ÁREA TOTAL (hectares)	QUANTIDADE COLHIDA (%)		
	MILHO	FEIJÃO	SOJA
Menos de 10	14,78	26,91	4,05
Menos de 100	68,15	97,31	46,21
Menos de 1000	93,88	97,31	87,08

Tabela 2.2 - Produção agrícola em percentual do Brasil em 1980. [1].

2.1.3 - Viabilidade Econômica do Plantio Direto

O plantio direto, além das vantagens agrícolas, citadas anteriormente, possui ainda, em relação ao plantio convencional uma forte razão para sua utilização - o menor custo.

A revista Plantio Direto [13], apresenta um estudo comparativo, realizado no cerrado goiano, entre a lucratividade do plantio direto e a do convencional, tabela 2.2. Pode-se observar que, tanto para a cultura do milho quanto para a da soja, a técnica conservacionista apresenta ganhos maiores. Além disso, no item safrinha, o plantio convencional não apresenta dados, isto

porque através desta técnica é inviável a realização do plantio da segunda safra anual. Ou seja, o preparo do solo como arações, gradagens, etc, necessário na técnica convencional, é incompatível com o curto espaço de tempo disponível para safrinha, que é realizada na entressafra.

Estimativa de receita (*) Milho verão: 65 SC/ha a US\$ 7/SC = US\$ 455/ha Milho safrinha: 45 SC/ha a US\$ 6,5/SC = US\$ 292,5/ha Soja verão: 40 SC/ha a US\$ 10,0/SC = US\$ 400/ha		PLANTIO CONVENCIONAL (US\$/ha)	PLANTIO DIRETO (US\$/ha)
MILHO VERÃO	Custo	385,50	381,00
	Receita Bruta	455,00	455,00
	Lucro Bruto	69,50	73,94
MILHO SAFRINHA	Custo		220,86
	Receita Bruta		292,50
	Lucro Bruto		71,64
SOJA VERÃO	Custo	279,30	255,00
	Receita Bruta	400,00	400,00
	Lucro Bruto	120,70	145,00
RESULTADOS 2 ANOS	Custos	721,50	856,92
	Referência	(100,00)	(118,70)
	Receitas Brutas	855,00	1.147,50
	Referência	(100,00)	(134,20)
	Lucro Bruto	133,50	290,58
	Referência	(100,00)	(218,00)**

(*)Dados de receita bruta, faltam depreciações com administração;

(**) O plantio direto em relação ao plantio convencional: para cada US\$ 1.000,00 de lucro obtido com plantio convencional, obtém-se US\$ 2.177,00 de lucro bruto no plantio direto com safrinha.

Tabela 2.3 - Lucratividade da Safrinha - um estudo em Goiás - agosto /94 - Fonte [13].

2.1.4 - Mecanização agrícola de pequeno porte

Os implementos destinados ao pequeno produtor são, em sua maioria, produzidos por pequenas empresas, que se destinam exclusivamente a esta faixa de mercado. No entanto, elas não possuem condições financeiras para a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Já as empresas de grande porte não atuam neste mercado por considerá-lo de baixo retorno financeiro.

Neste quadro, a introdução do Plantio Direto, nas pequenas propriedades, reflete o desamparo que o setor sofre em termos de tecnologia. Os implementos hoje existentes para este tipo de cultivo são ainda incipientes e em sua maioria desenvolvidos por instituições governamentais. Assim, este nicho de mercado, devido ao despreparo das pequenas indústrias e o descaso das grandes empresas, não foi ainda atendido.

2.2 - Demanda

Avaliar precisamente o número e o perfil dos consumidores potenciais existentes para a semeadora adubadora para plantio direto de pequeno porte requer, assim como a qualquer outro produto, o desenvolvimento de uma pesquisa criteriosa. Porém, tal procedimento ideal foge aos objetivos pretendidos, já que para a formulação destes estudos seria necessário recursos financeiros, técnicos e, principalmente, de muito tempo, o que comprometeria o cronograma do desenvolvimento deste projeto.

Tendo em vista então a necessidade de orientar o projeto, uma análise primária da demanda pode ser realizada ao se analisar os fatores anteriormente apresentados.

Considerando o quadro de produção agrícola no país, onde se insere com grande importância os pequenos produtores, a viabilidade do plantio direto e a falta de equipamentos condizentes no mercado, pode-se garantir de antemão, a viabilidade econômica e social desta pesquisa. Ressaltando-se porém, a estreita atenção a ser dispensada quanto aos custos de produção do futuro implemento.

2.3 - Requisitos Econômicos

Os requisitos a seguir apresentados referem-se apenas as condições econômicas do agricultor, não sendo aqui avaliados os aspectos quanto a produção do implemento.

- Preço equivalente ou menor aos similares de mercado: devido a quase inexistência no mercado de implementos deste porte, não se possui parâmetros comparativos adequados. Assim, apenas a título de observação, a Semeadora Adubadora Gralha Azul, destinada a tração animal é encontrada no mercado ao preço de US\$ 400,00 (quatrocentos dólares).

- Executar o plantio de três culturas básicas - milho, feijão e soja: considerando as condições financeiras e as pequenas áreas de plantio possuídas pelo consumidor, a construção de um implemento monocultor é praticamente inviável.

- Possuir performance adequada: o implemento deverá possuir rendimento no mínimo similar a equipamentos similares.

2.4 - Parâmetros Agronômicos

2.4.1 - Características do Solo

Para o plantio do milho, feijão e soja diversos solos são utilizados. Segundo Portella [5], as características para um mesmo solo que mais afetam o seu rompimento são: o teor de umidade, a densidade e o teor de argila existente no terreno.

As condições do solo, no sistema de plantio direto, apresentam-se bem diferentes de quando em uso do plantio convencional. No primeiro caso, a terra apresenta maior grau de coesão, devido ao não revolvimento. Os restos das culturas anteriores e/ou a cobertura formada para proteção continuam sobre o terreno sem nenhuma prévia incorporação ao solo.[6].

A declividade apresentada pelas áreas de plantio é bastante variada, chegando a até 30 % ou mais. Mesmo para suaves declives é recomendada a utilização de práticas conservacionistas tais como curvas de nível, cordão vegetal, cordão pedra e patamar vegetal.

2.4.2 - Características de Plantio

A profundidade recomendada para a disposição das sementes varia de acordo a temperatura e a umidade do solo, assim como do tipo de cultura realizada. Segundo dados da EPAGRI, citados por Dellagiustina [1], aconselha-se para o plantio de feijão a profundidade de 3 a 5 cm; para soja, de 3 a 6 cm e para o milho, de 5 a 6 cm.

O adubo a ser colocado, variando a até 300 kg/ha, deve ficar a uma distância de 5 cm das sementes, podendo ser tanto ao lado, quanto abaixo destas. Esta distância tem o objetivo de evitar que o adubo entre em contato direto com a semente, provocando a perda do seu poder germinativo [1]. Estudos realizados em campo de testes de plantio de feijão demonstraram que a profundidade de colocação do adubo não possui influência sobre o desenvolvimento das plantas, podendo o mesmo ficar até na superfície do terreno. [14].

O espaçamento recomendado para o cultivo de milho em linha é de 12,5 a 16,5 cm entre as sementes e de 1 a 1,2 m entre as linhas. Para o feijão, aconselha-se 6,5 a 8,5 cm entre sementes e 40 a 60 cm entre linhas. A soja deve ser espaçada de 4 a 5 cm entre sementes e de 40 a 60 cm entre linhas. [1].

2.4.3 - Requisitos Agronômicos

- Garantir precisão de semeadura e adubação: proporcionar a disposição das sementes em espaçamento e profundidade adequada, assim como manter a distância recomendada ao adubo.
- Movimentar o mínimo de solo e a cobertura: evitando a perda da umidade do solo e o surgimento de inços.
- Plantar em terreno com grande densidade de cobertura morta: prover dispositivos que garantam o corte eficiente da palha.
- Trabalhar em solo irregular e em declives.

- Evitar a deformação do solo: o mecanismo rompedor deve agir sem que promova compactação da terra.
- Garantir o recobrimento: a semente não deve ficar exposta, sujeita à ação do tempo e a animais.

2.5 - Parâmetros Operacionais

A resteva ou cobertura morta, utilizada no plantio direto possui densidade em torno de 4000 kg/ha. O corte da palha deve ser garantido de tal sorte a evitar o embuchamento tanto da fenda onde será depositada a semente quanto do próprio mecanismo rompedor. [1].

A eficiência de abertura do solo é influenciada, além das características do mesmo, por fatores como a geometria do elemento rompedor, a velocidade de deslocamento e a profundidade de trabalho do implemento. [5].

Os dosadores de adubo e sementes utilizados pelo implemento são de grande importância. A eles atribui-se grande parte do sucesso da operação de plantio. São também fatores importantes, em relação a semeadura, a precisão no espaçamento e na profundidade das sementes, a não danificação das sementes, o custo do mecanismo, a simplicidade de operação e a facilidade de manutenção. O mecanismo adubador deve evitar a compactação do adubo. [7].

A operação de recobrimento e compactação deve evitar embuchamentos, possibilitando pressões adequadas, em torno de 1 N/cm², garantindo deste modo a germinação das sementes. [1].

O projeto do implemento deve considerar sua interação com o usuário proporcionando assim boas condições ergonômicas.

A manobrabilidade e a estabilidade do equipamento devem ser garantidas através de dimensões adequadas, centro de gravidade baixo e menor peso possível.

2.5.1 - Requisitos Operacionais

- Permitir regulagens fáceis;
- Ser robusta;

- Necessitar de baixa potência motora;
- Possuir boa manobrabilidade e estabilidade;
- Possibilitar fácil transporte;
- Ser durável;

2.6 - Problema Proposto

Ao longo de vários anos o Laboratório de Projeto do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, vem promovendo pesquisas buscando o desenvolvimento de tecnologias aplicáveis a mecanização do pequeno e médio agricultor brasileiro.

Atualmente o laboratório ocupa-se no desenvolvimento de uma linha completa de equipamentos de pequeno porte que atendam a técnica do plantio direto. Assim, já foram projetados e construídos protótipos de um microtrator articulado, uma sulcadora adubadora, uma transplantadora de mudas de cebola e uma semeadora adubadora para tração animal.

O objetivo deste trabalho é acrescentar a esta linha, uma semeadura adubadora de pequeno porte acoplável a um microtrator. Porém, não se busca somente a adaptação do implemento, que outrora fora desenvolvido para tração animal. Procurar-se-á novos princípios de funcionamento, oferecendo alternativas aos sistemas atuais.

A partir dos requisitos apresentados e da descrição do estado da arte, visto no Capítulo I, utilizar-se-á das ferramentas oferecidas pela metodologia de projeto procurando melhor responder às necessidades apresentadas.

PROJETO CONCEITUAL

3.1 - Introdução

Esta etapa do projeto consiste na compilação de todos os parâmetros apresentados, através de procedimentos metodológicos visando a procura de soluções para o problema.

Inicia-se pela conversão das necessidades do consumidor em requisitos de qualidade, ou seja, em atributos de engenharia, através do método de desdobramento da função qualidade (QFD). A seguir, realiza-se a análise funcional do implemento buscando tornar claro todas as funções a serem executadas. Uma vez decomposto o problema utiliza-se do método da matriz morfológica onde várias soluções técnicas são apresentadas para cada função. Finalmente, a escolha da melhor concepção é realizada, orientando-se pela avaliação dos requisitos apresentados no QFD.

3.2 - Desdobramento da Função Qualidade (QFD)

O QFD é um mecanismo que possibilita a codificação das necessidades do consumidor, em requisitos de qualidade, que serão implementados no projeto, permitindo identificar quais as características que mais contribuem para a adequação do produto às necessidades do cliente.

Os anseios do consumidor devem ser determinados sem que estas informações sofram descaracterizações, até chegarem à equipe de projeto. Isto é possível através da atuação simultânea e contínua entre as equipes de marketing e projeto, junto ao cliente. Um dos mecanismos utilizados para identificar as necessidades dos clientes, pode ser a realização de

questionários bem elaborados, e ou entrevistas. Para este projeto as necessidades dos clientes foram definidas a partir da experiência, obtida por agrônomos no exercício da assistência técnica. Já os requisitos de qualidade foram determinados ao se traduzir as necessidades do consumidor em requisitos de engenharia.

Para o preenchimento do corpo da casa da qualidade, figura 3.1, os requisitos do consumidor são relacionados com os requisitos de qualidade do produto. Conforme o grau de relacionamento, valores são atribuídos, para possibilitar a quantificação destes relacionamentos - (G_i). Aos requisitos do consumidor foram atribuídos pesos em percentual, para quantificar o grau de importância - (V_i).

O somatório $\sum V_i \times G_i$, permite quantificar o valor de importância relativa a cada requisito de projeto e classificá-los por ordem de importância comparadas às necessidades dos clientes. Esta classificação permite estabelecer prioridades e observar pontos críticos nas outras fases do projeto. Com relação ao telhado da casa da qualidade, esta matriz interrelaciona os requisitos de projeto, identificando seus graus de dependência. Especial atenção deverá ser dada no projeto aos quesitos conflitantes.

3.2.1 - Especificações do Projeto

Após a quantificação das relações entre as necessidades dos clientes com os requisitos de projeto, parte-se para as especificações de projeto. Nesta etapa se estabelece metas ou objetivos, mensuráveis através de sensores também definidos claramente. Realiza-se ainda uma previsão dos possíveis resultados indesejáveis, restrições e observações a respeito. Para o presente projeto, por se tratar de um estudo de novas concepções à semeadora direta, a avaliação dos sensores em alguns quesitos é realizado de modo apenas qualitativo, fig.3.2.

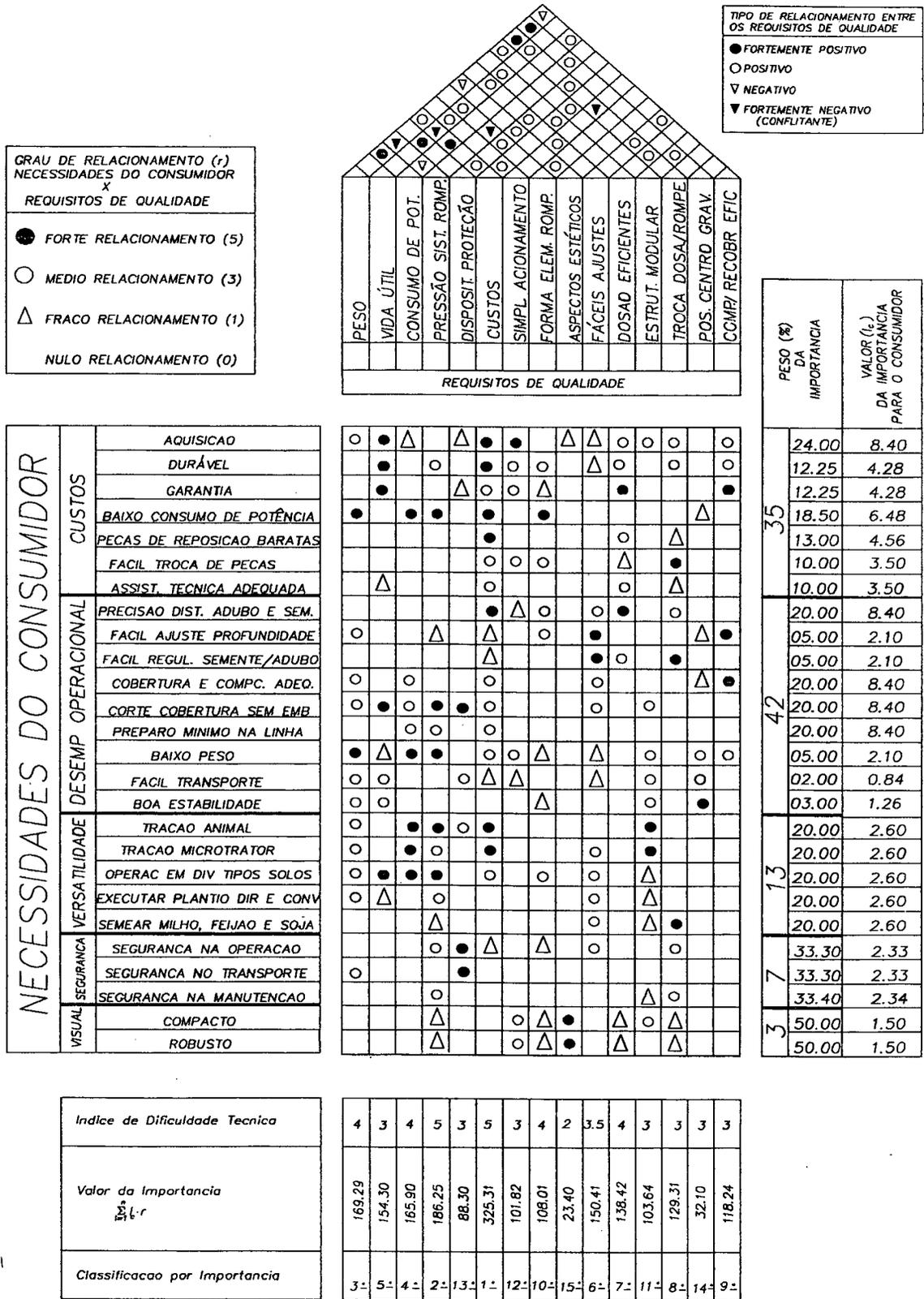


Figura 3.1 - QFD - Casa da qualidade

requisito	objetivos	sensor	saídas indesejadas	obs/restrições
1. custo de aquisição	preço máximo, compatível com similares do mercado	custos dos materiais e fabricação máximo US\$400,00	custo acima do previsto inviabilizando o projeto	descapitalização do agricultor ainda em decurso
2. maior pressão no sistema rompedor	proporcionar perfeito corte da cobertura e abertura do solo conforme especificação da cultura	resultados colhidos em testes de campo, de acordo com as características da cultura pretendida	cobertura não cortada e abertura insuficiente do solo	
3. peso	compatibilizar peso com desempenho, consumo de potência, custos, manobrabilidade, transporte	análise de projeto, testes - inferior a 90 kg	peso em excesso, ou desproporcionalmente localizado	tração limitada por parte do animal ou microtrator
4. consumo de potência	possibilidade de ser tracionada por animal e microtrator	nível de consumo de potência - testes - até 2 cv	potência insuficiente para arrasto	
5. vida útil	boa relação custo /benefício	trincas, folgas, corrosão, cálculos estruturais - (5 anos)	descarte precoce	sobrecarga, uso inadequado
6. fáceis ajustes	rapidez e facilidade das regulagens para uso, minimizar o uso de ferramentas	tempo gasto nos ajustes e mudanças das regulagens; número e complexibilidade das ferramentas	tempo excessivo nos ajustes, dificuldade nos ajustes	
7. dosadores eficientes	dosar corretamente semente e o adubo de acordo com as especificações	resultados dos testes em campo	ausência de sementes quebra ou dupla deposição - Excesso ou falta de adubo	

Figura 3.2.a - Especificações do projeto.

8. troca de dosadores e rompedores	possibilitar a troca de peças dosadores e rompedores para culturas diferentes	fácil de e para	inspeção do projeto e testes de operacionalidade	troca de peças difícil e demorada	
9. compactadores/ Recobridor eficientes	proromover o recobrimento e compactação do solo adequadamente	o e	análise dos reasultados dos testes	cobertura e compactação inadequadas	
10. forma do sistema rompedor	evitar embuchamento do implemento e compactação do solo aberto	testes em campo		embuchamento do implemento abertura do solo compactando-o	a compactação do solo pode gerar problemas de germinação
11. estrutura modular	permitir adaptação da estrutura para tração animal e microtrator	inspeção do projeto		estrutura não adaptável as duas formas de tração	
12. simplicidade do sistema de transmissão de potência	evitar o uso de correntes, engrenagens para transmissão de movimento.	inspeção de projeto.		sistema de transmissão complexo	
13. dispositivos de proteção	obter segurança no uso do produto	inspeção do projeto e avaliação dos testes		acidentes equipamento perigoso	
14. posição do centro de gravidade	facilitar o manuseio, otimizar o corte da palha e abertura de covas	teste e inspeção do projeto		máquina instável, difícil manuseio	
15. aspectos estéticos	promover empatia do cliente	observação visual		visual agressivo ou de fragilidade	

3.2-b - Especificações do projeto.

3.3 - Análise Funcional

O objetivo básico de uma semeadora, como o próprio nome indica, é semear. Para tanto, isso só é possível através de outras ações como abrir o solo, dosar e depositar as sementes, recobrir a terra e criar condições propícias a germinação. Observa-se então, que o objetivo global,

semear, é a função principal do implemento e que as ações complementares são na verdade subdivisões desta função.

A análise funcional estuda as possibilidades de desdobramento da função principal e das sequências de eventos em que essas mesmas ocorrem, bem como, da interrelação com o fluxo necessário de sinal, energia e matéria, resultando em diversas alternativas de estruturas. A figura 3.3 representa a melhor alternativa considerada para o presente projeto .

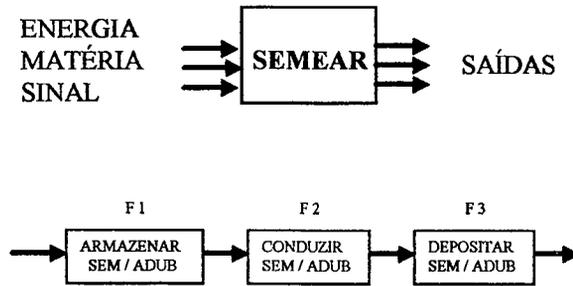


Figura 3.3.a - Desdobramento parcial das subfunções da semeadora.

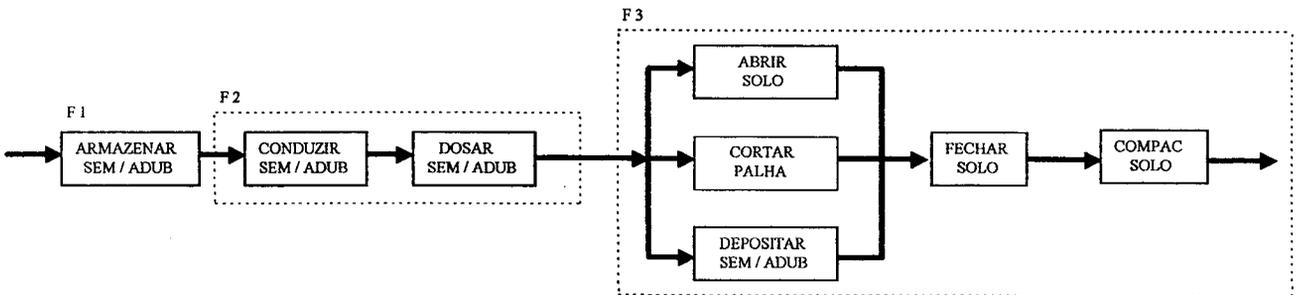


Diagrama 3.3.b - Subfunções da semeadora adubadora.

A figura 3.4. apresenta o interrelacionamento do fluxo de sinal, matéria e energia à medida em que as operações ocorrem.

A análise funcional possibilita a visualização específica dos sistemas e, ao mesmo tempo, o interrelacionamento de cada um deles ao conjunto. Sendo assim, uma ferramenta de grande valia ao desenvolvimento de qualquer projeto.

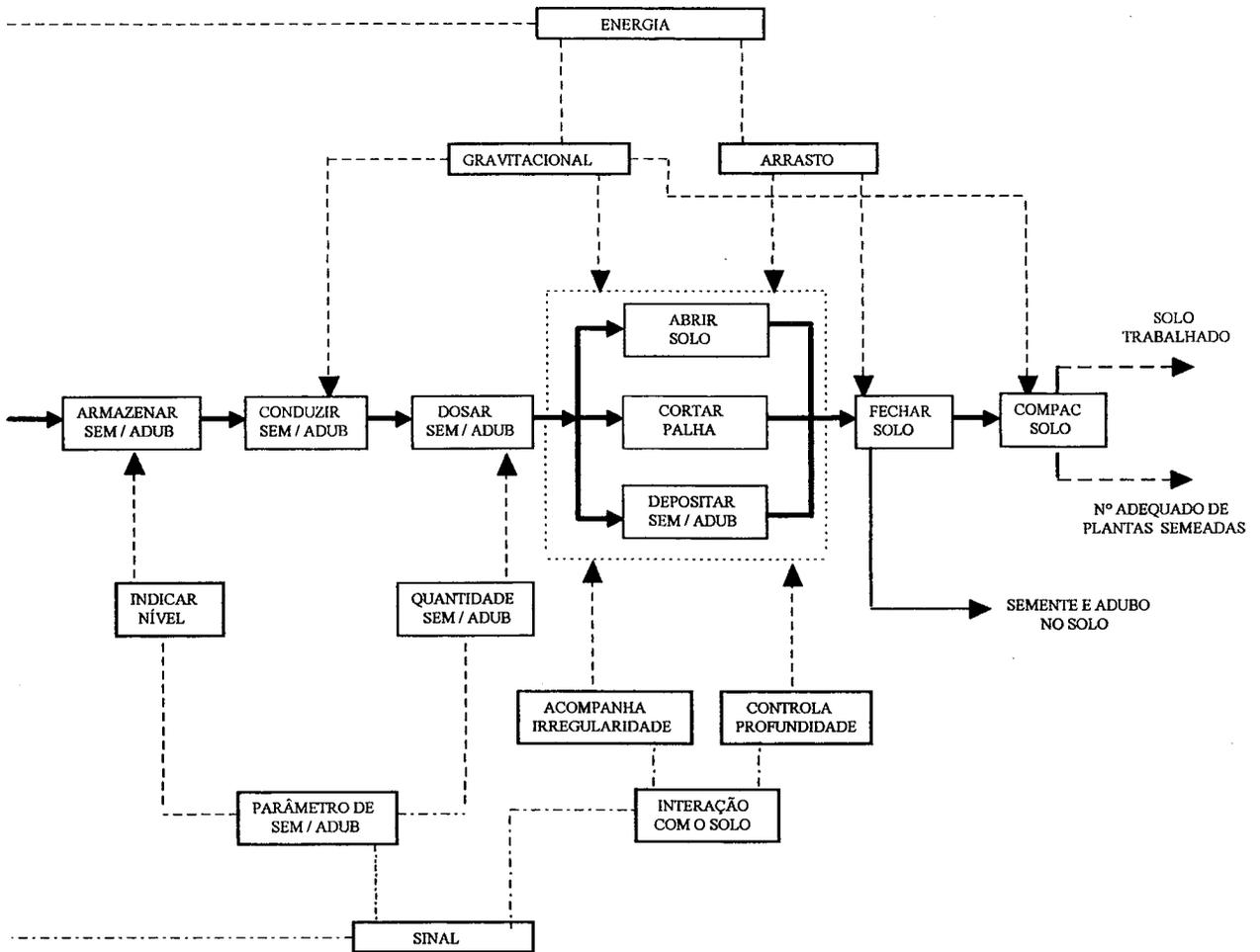


Figura 3.4 - Interação do fluxo de matéria, sinal e energia com as subfunções do implemento.

3.4 - Matriz Morfológica

Na matriz morfológica são representadas as várias maneiras de se realizar as funções que foram definidas a partir da análise funcional. Havendo ainda, para algumas funções, o desdobramento em mais subsistemas. A combinação dos princípios de solução de cada subsistema determina as várias concepções possíveis ao implemento. A figura 3.5, mostra a matriz desenvolvida para a semeadora adubadora para o plantio direto.

		Princípio de solução Sub funções	1	2	3	4	5
1	Reservatório de sementes	Forma					
2		Indicador de Nível					
3		Tampa					
4		Descarga					
5		Posições dos Reservatórios					
6	Dosadores	Dosador de Sementes					
7		Condutor de Sementes					
8		Dosar Adubo					
9	Abertura do solo	Corte da Palha					
10		Abridor de terra					

Figura 3.5.a - Matriz morfológica da semeadora adubadora.

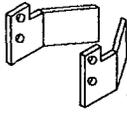
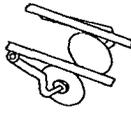
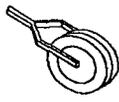
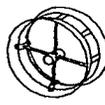
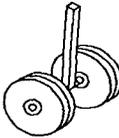
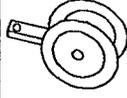
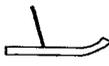
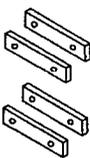
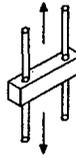
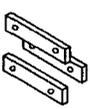
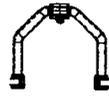
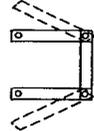
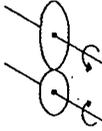
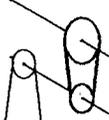
		Princípio de solução	1	2	3	4	5
		Sub funções					
11	Fechamento do solo	Recobridor					
12		Compactador					
13		Limitador de Profundidade					
14	Estrutura	Articulação					
15		Estrutura					
16		Transferência de Potência					

Figura 3.5.b - Matriz morfológica da semeadora adubadora.

3.4.1 - Descrição dos Princípios

Reservatório de Sementes:

1. Forma:

- 1.1 - Cilíndrica;
- 1.2 - Cônica;
- 1.3 - Trapezoidal;
- 1.4 - Cúbica (maior) - trapezoidal;
- 1.5 - Cúbica - trapezoidal (maior);

2. Indicador de Nível:

- 2.1 - Reservatório transparente;
- 2.2 - Visor transparente;
- 2.3 - Ponteiro indicador;

3. Tampa:

- 3.1 - Encaixe;
- 3.2 - Deslizante;
- 3.3 - Retrátil;
- 3.4 - Articulada.;
- 3.5 - Rosqueada;

4. Descarga:

- 4.1 - Manual;
- 4.2 - Abertura lateral;
- 4.3 - Articulação do reservatório;
- 4.4 - Reservatório retirável;

5. Posições dos Reservatórios:

- 5.1 - Fluxo direto;
- 5.2 - Fluxo - desvio lateral;
- 5.3 - Fluxo - conduzido (dutos);

Dosadores:

6. Dosador Sementes:

6.1 - Disco horizontal;

6.2 - Disco vertical;

6.3 - Pás;

6.4 - Corrente;

6.5 - Disco inclinado;

7. Condutor de Sementes:

7.1 - Canaleta;

7.2 - Tubo;

7.3 - Cone;

7.4 - Tubo flexível;

8. Dosador de Adubo:

8.1 - Canelado;

8.2 - Disco - horizontal;

8.3 - Fluxo contínuo;

Abertura do Solo:

9. Corte da Palha:

9.1 - Lâminas;

9.2 - Discos;

9.3 - Enxada Rotativa;

9.4 - Discos dentados;

10. Rompedor do Solo:

10.1 - Saraquá;

10.2 - Disco dentado duplo;

10.3 - Faca;

10.4 - Disco duplo;

10.5 - Disco cônico;

Fechamento do Solo:

11. Recobridor:

11.1 - Corrente;

11.2 - Laminas com molas;

11.3 - Discos;

11.4 - Rodas;

12. Compactador:

12.1 - Aros interligados;

12.2 - Roda de borracha;

12.3 - Roda de metal;

12.4 - Rodas de Metal em V;

Estrutura:

13. Articulação:

13.1 - Quatro barras;

13.2 - Fusos;

13.3 - Três pontos;

13.4 - Articulação simples;

13.5 - Articulação dupla;

14. Estrutura:

14.1 - Tubular;

14.2 - Aproveitar estrutura trator;

14.3 - Articulada;

15. Acionamento:

15.1 - Engrenagens;

15.3 - Sem transmissão;

15.2 - Corrente e Polias;

3.5 - Análise das Concepções

Várias concepções para semeadora foram estudadas, dentre as quais pode-se destacar a composição formada por reservatórios cilíndricos (1.1), dosadores horizontais, tanto de semente quanto de adubo (6.1) e (8.2), sistema tipo saraquá para abertura do solo e corte da palha (10.1), rodas recobridoras para limitação da profundidade, fechamento e compactação do solo (13.1), correntes e rodas dentadas para transmissão de movimento aos dosadores (16.2) e, finalmente, estrutura tubular (15.1). A utilização dos sistemas mais usuais de armazenamento e dosagem, confere a esta concepção a possibilidade de uso de peças já existentes no mercado. No entanto, o desenvolvimento de mecanismo intermitente para abertura do solo, atuação tipo saraquá, e a obtenção de potência através de engrenagens e correntes tornam o sistema mais complexo. Em uma análise aos requisitos de qualidade apresentados no QFD, verifica-se que esta concepção é desfavorável quanto a simplicidade dos mecanismos, sendo assim descartado o seu desenvolvimento.

Outra possibilidade foi a da abertura do solo através de sistema tipo discos dentados, mantendo-se os demais subconjuntos da concepção anteriormente. A mudança do sistema rompedor foi positiva, pois, além de apresentar grande simplicidade, o mecanismo executa simultaneamente as funções de corte da palha e abertura do solo. A maior dificuldade encontrada para esta composição é o sincronismo necessário entre os dosadores e os discos dentados de forma a possibilitar a queda adequada das sementes e do adubo. Assim, embasado nos requisitos de engenharia, principalmente quanto a simplicidade, julgou-se não ser esta a melhor opção, ainda que sendo uma boa solução.

Concepções utilizando os elementos rompedores: disco duplo, disco cônico e faca também foram consideradas, porém em face ao desempenho razoável apresentado em implementos de

pequeno porte, optou-se pela busca de novas formas de abertura do solo, já que estas soluções não atendem ao principal requisito técnico proposto para o implemento: pressão adequada aos sistemas rompedores.

A seguir apresenta-se a solução que melhor atendeu aos principais requisitos de engenharia apresentados no QFD: maior pressão aos elementos rompedores, simplicidade de mecanismos e dosagem precisa de semente e adubo.

3.5.1 - Concepção escolhida

A solução escolhida caracteriza-se pela inovação da execução das funções de corte da palha, abertura do solo e transmissão de potência.

A figura 3.6, apresenta os princípios de soluções parciais escolhidos para o implemento.

A concepção da figura 3.7, apresenta o uso de disco duplo dentado (1) para execução das funções simultâneas de corte da palha e abertura do solo. Conseqüentemente, através dos dentes ou pás dos discos, o solo não é mais rasgado em sulcos, sendo a sua abertura discretizada em covas. O dosador de sementes, de disco vertical (2), é incorporado ao disco duplo dentado. A transmissão de potência, através de correntes e engrenagens, até então utilizadas noutras semeadoras similares, deixa de existir, já que o dosador é acoplado a própria fonte de tração. O mesmo ocorre com o dosador de adubo, canelado (3), também disposto solidário ao disco duplo dentado

Os reservatórios cúbicos-trapezoidais (4), são suportados pela estrutura tubular (5) que tem por principal função a fixação dos discos dentados. A condução das sementes e do adubo é realizada por tubos flexíveis até os dosadores (6).

As rodas trazeiras (7), incorporam as funções de limitar a profundidade, fechar e compactar o solo.

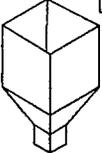
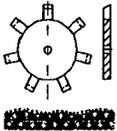
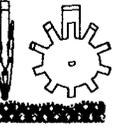
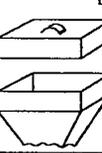
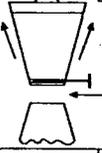
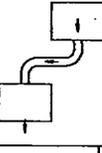
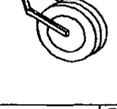
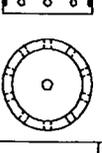
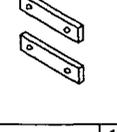
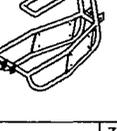
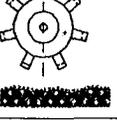
		Solução escolhida					Solução escolhida		
		Sub funções					Sub funções		
1	Reservatório de sementes	Forma		4	9	Abertura do solo	Corte da Palha		4
2		Indicador de Nivel		2	10		Abridor de terra		2
3		Tampa		1	11	Fechamento do solo	Recobridor		4
4		Descarga		4	12		Compactador		4
5		Posições dos Reservatórios		3	13		Limitador de Profundidade		1
6	Dosadores	Dosador de Sementes		2	14	Estrutura	Articulação		5
7		Condutor de Sementes		4	15		Estrutura		1
8		Dosar Adubo		1	16	Transferência de Potência		3	

Figura 3.6 - Princípios de execução escolhidos para as funções parciais da semeadora.

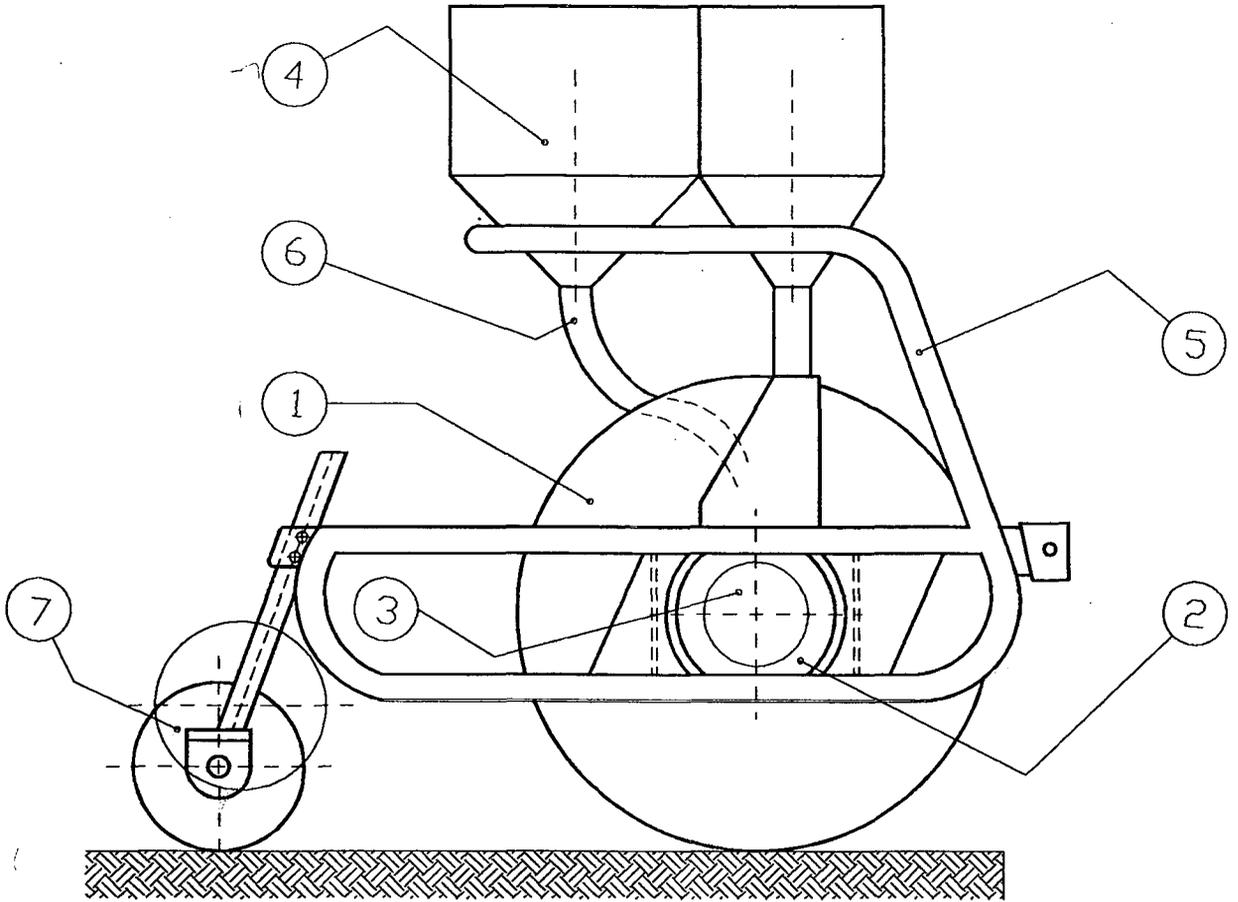


Figura 3.7 - Semeadora Adubadora por Covas para Plantio Direto.

capítulo IV

PROJETO PRELIMINAR

A execução das funções de cortar a palha e abrir o solo, através de discos dentados, não possui referências na literatura. Assim, como primeira etapa do projeto, tornou-se premente o desenvolvimento de modelos do sistema rompedor de terra. Foram construídos modelos em escala real e reduzida que são apresentados nos próximos itens.

4.1 - Modelos

A princípio construiu-se modelos reduzidos icônicos e analógicos com diferentes tipos de concepções para os dentes ou elementos rompedores, fig. 4.1a e 4.1b.

Através destes modelos, testes cinemáticos foram realizados em caixa de areia. Numa primeira etapa, analisou-se o comportamento de rompedores de formato cônico, dispostos em torno de um rotor perpendicular a direção de deslocamento, fig.4.1a. Este sistema apresentou problemas de embuchamento dos elementos rompedores com a areia deslocada.

Seguindo os testes, o segundo modelo, de disco dentado, foi testado. O uso de dentes, semelhantes aos de engrenagens, apresentou resultados satisfatórios, sendo a areia deslocada para as laterais da cova aberta. Note-se que a disposição dos discos dentados era em torno de 8° de angulação com a direção do movimento, permitindo a abertura das covas através do arraste lateral dos discos, necessário para que os mesmos acompanhassem a direção de deslocamento, fig. 4.2.

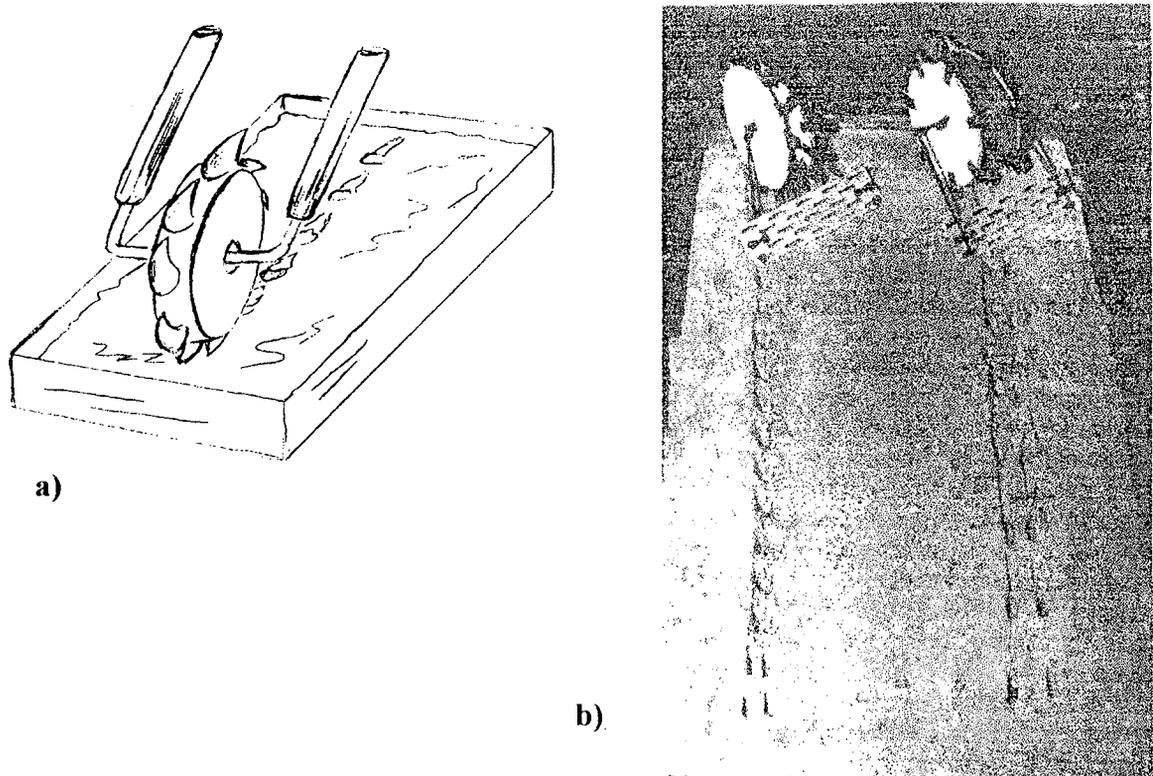


Figura 4.1 - Modelos icônico-analógicos do sistema rompedor testados em caixa de areia. a) Rotor com elementos rompedores em formato cônico. b) Modelos de disco duplo dentado.

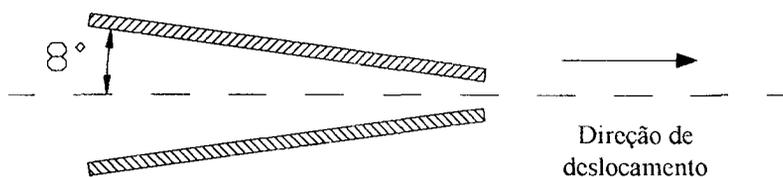


Figura 4.2 - Representação esquemática da disposição dos discos dentados para a abertura de covas.

A partir dos resultados quanto a forma dos elementos rompedores, novos parâmetros foram estudados em relação ao uso de discos dentados.

4.1.1 - Disposição dos Discos

A variação dos ângulos formados entre os dois discos dentados determinou a abertura de uma cova simples ou duas paralelas. Isto pode ser ratificado ao observar o caso dos discos duplos em V, vistos na figura 4.3.

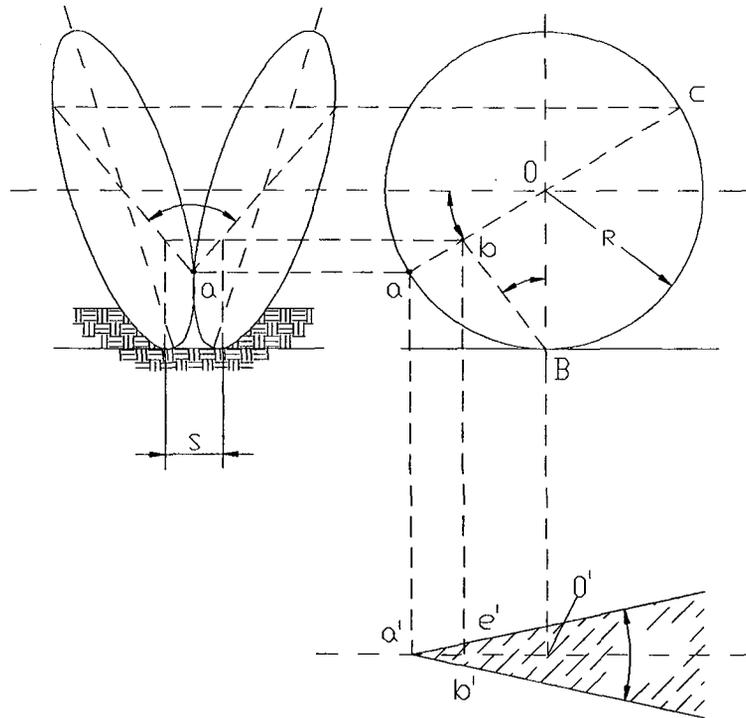


Figura 4.3 - Abertura de sulcos por discos duplos em V.

Neste caso a largura da base inferior dos sulcos produzidos é função dos ângulos α e β e do diâmetro “D” do disco, sendo expressa pela fórmula (4.1) [10].

$$S = 2R (1 - \text{sen}\alpha) \text{sen}\beta/2 = D(1 - \text{sen}\alpha) \text{sen}\beta/2 \quad (4.1)$$

Ao analisar a equação 4.1 verifica-se que a largura máxima obtida do sulco, mantendo-se β e D constantes, ocorre quando $\alpha = 0^\circ$. Porém, o que na verdade ocorre é que ao anular-se o ângulo α os discos penetram isoladamente ao solo abrindo cada qual uma fenda. A equação 5.1, nesta condição, nada mais determina do que a distância entre as duas fendas produzidas paralelamente.

Ao extrapolar este parâmetro para o disco dentado observou-se, nos testes em caixa de areia, que ao anular-se o ângulo α os discos produziram cada um uma cova, fig. 4.4.

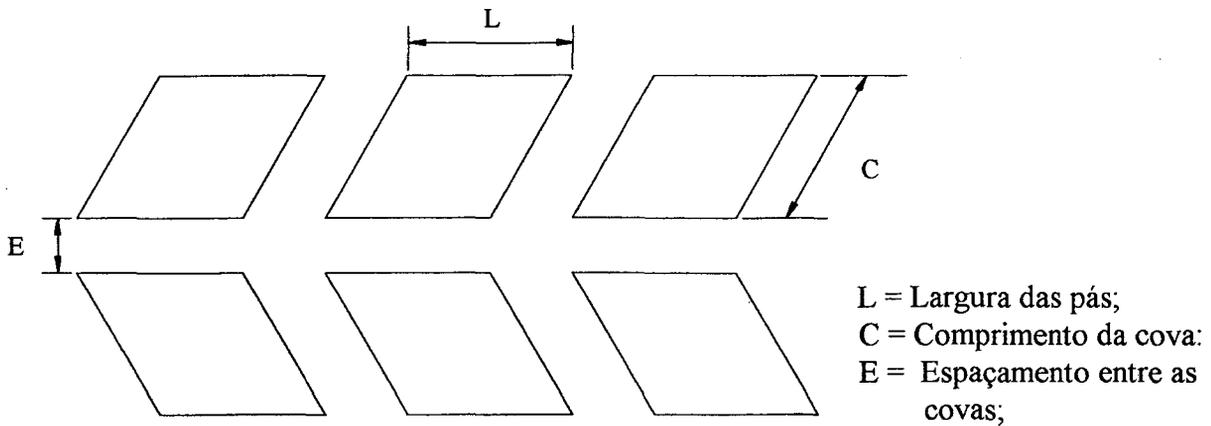


Figura 4.4 - Formato das covas produzidas em caixa de areia, para ângulo $\alpha = 0^\circ$.

Uma vez formado o ângulo α , de modo que os discos se encontrassem próximos ao solo, verificou-se a abertura de apenas uma cova, fig. 4.5.

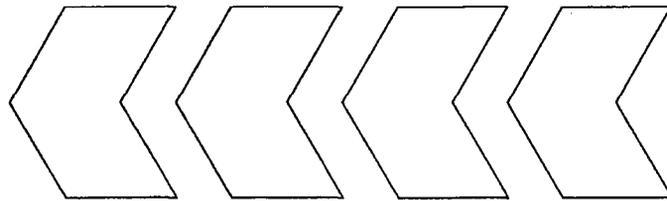


Figura 4.5 - Formato das covas produzidas para $\alpha \neq 0^\circ$.

4.1.2 - Sentido de Deslocamento

Outro fator analisado foi o do sentido de deslocamento dos discos. Na posição (1), da fig. 4.6, verificou-se que para o caso da cova única, a areia deslocada foi posicionada nas laterais da cova. Para a disposição de formação dupla, o mesmo evento ocorreu, neste caso obviamente a areia se deslocou para a lateral de cada cova (2).

Com o sentido de deslocamento invertido, no primeiro caso (3) não houve a abertura da cova ocorrendo embuchamento dos discos. Para a segunda configuração, verificou-se a abertura das duas covas, porém com o deslocamento de toda terra para o centro, entre as covas (4).

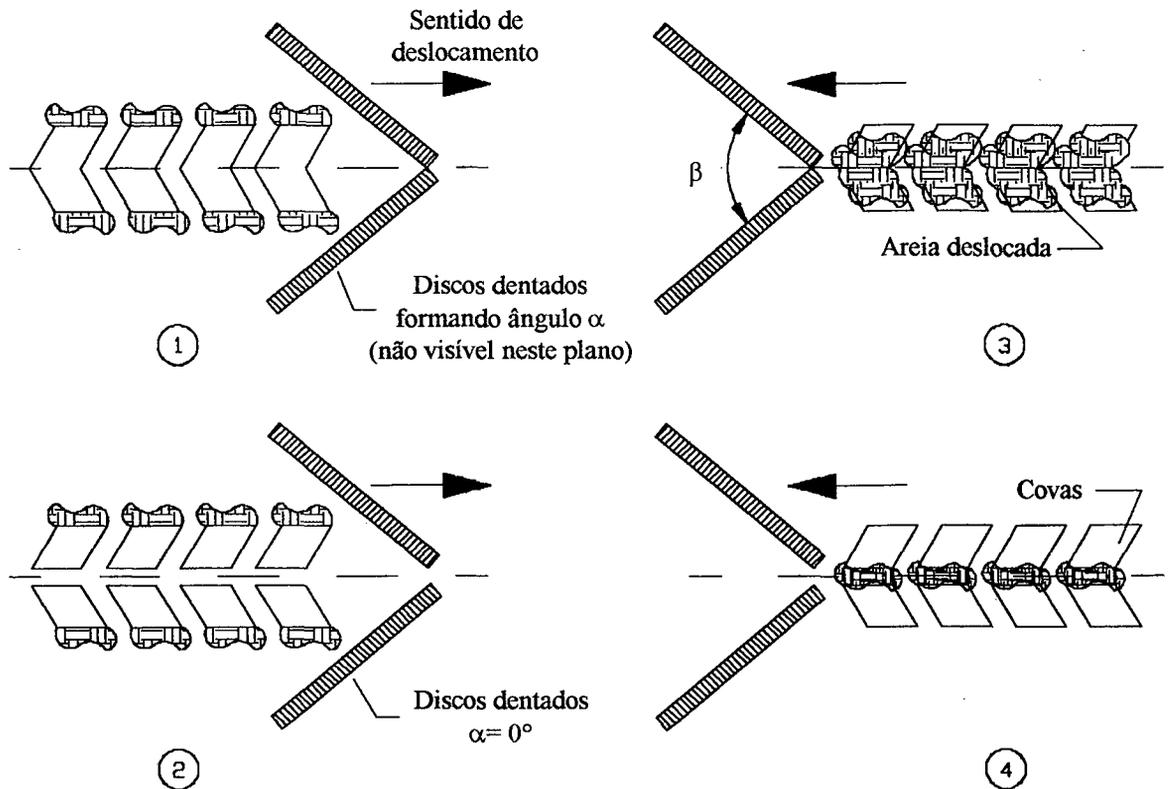


Figura 4.6 - Abertura das covas em função do sentido de deslocamento dos discos.

4.1.3 - Avaliação dos Modelos Reduzidos

As considerações decorrentes dos testes realizados foram:

- a) O modelo com elementos rompedores em formato cônico não apresentou resultados satisfatórios.
- b) A abertura de covas através de dentes forneceu resultados promissores, que devem ser estudados em escala e condições reais.

Dentre os parâmetros estudados, foi possível avaliar que:

- Os ângulos α e β determinam a abertura de uma ou duas covas paralelas.
- O sentido de deslocamento dos discos, para que haja abertura eficiente das covas, deve ser a favor da formação do ângulo β entre os discos.

4.2 - Modelo em escala real

A construção do modelo em tamanho real teve por objetivo avaliar todos os parâmetros que envolvem a operação de abertura do solo. Assim procurou-se elucidar:

- 1 - A eficiência do sistema de abertura de covas para condições reais de plantio direto;
- 2 - A cinemática da operação;
- 3 - O corte da cobertura morta;
- 4 - A abertura das covas;
- 5 - As dimensões do sistema;
- 6 - Os ângulos formados pelos discos;
- 7 - As forças envolvidas no sistema;
- 8 - A quantidade adequada de covas por metro;

4.2.1 - Construção do Modelo

Para a construção do modelo um dos parâmetros agronômicos inicialmente considerados foi o da densidade de semeadura. Conforme visto anteriormente, existe uma densidade apropriada de semeadura para cada cultura.

Como o objetivo inicial foi o de avaliar o funcionamento deste novo princípio de abertura do solo, ateve-se aqui somente às condições necessárias ao cultivo do milho, já que, uma vez testado e aprovado, o sistema é facilmente adaptável a outros grãos.

Considerando a densidade média de 7 plantas de milho por metro, e a profundidade de cultivo de 5 a 6 cm, partiu-se então para o dimensionamento dos discos.

Como pode-se observar, a distância entre as sementes determina um passo constante de semeadura. Assim, optou-se por realizar analogia ao dimensionamento de engrenagens. Já que estas possuem passo constante e os dentes guardam relacionamento direto com o tamanho da engrenagem, o que no caso dos discos dentados, associa-se à profundidade das covas.

Pela teoria de engrenagens, sabe-se que o módulo é:

$$M = P / \pi , \quad \text{onde} \quad M = \text{módulo}; \quad (4.2)$$

$$P = \text{passo};$$

Para o modelo, tem-se que:

$$P = 1000 / 7 * = 142,86 \text{ mm}$$

* Sete covas por metro;

$$M = 142,86 / \pi = 45,47 \text{ mm}$$

Como as dimensões de dentes e diâmetros guardam relacionamento com o módulo, tem-se que:

1. Altura do dente:

$$h = 98,53 \text{ mm}$$

2. Arbitrando o número de dentes:

$$Z = 12$$

3. Diâmetro primitivo (D_p):

$$D_p = 545,64 \text{ mm}$$

4. Diâmetro do Disco (D_i):

$$D_i = 43,95 \text{ mm}$$

5. Largura do Dente:

$$e = 71,43 \text{ mm}$$

O diâmetro primitivo - D_p determina o ponto em que há o engrenamento em um par de engrenagens. A sua consideração é muito importante para o caso dos discos dentados, pois ele determina o perímetro sobre o qual os discos se movimentarão e, conseqüentemente, no caso do sistema covador, os espaçamentos entre as covas abertas. Porém, não há como se prever com exatidão onde o mesmo se desenvolverá, já que a segunda engrenagem nada mais é do que o solo a ser aberto. No entanto, um fator favorece o uso da teoria de engrenagens para o dimensionamento. Nota-se que no caso crítico de o diâmetro primitivo coincidir com a superfície do solo, haverá então apenas a penetração da cabeça do dente na terra - K , o que não obstante, é suficiente para a abertura da cova na profundidade adequada ao plantio do milho, fig. 4.7.

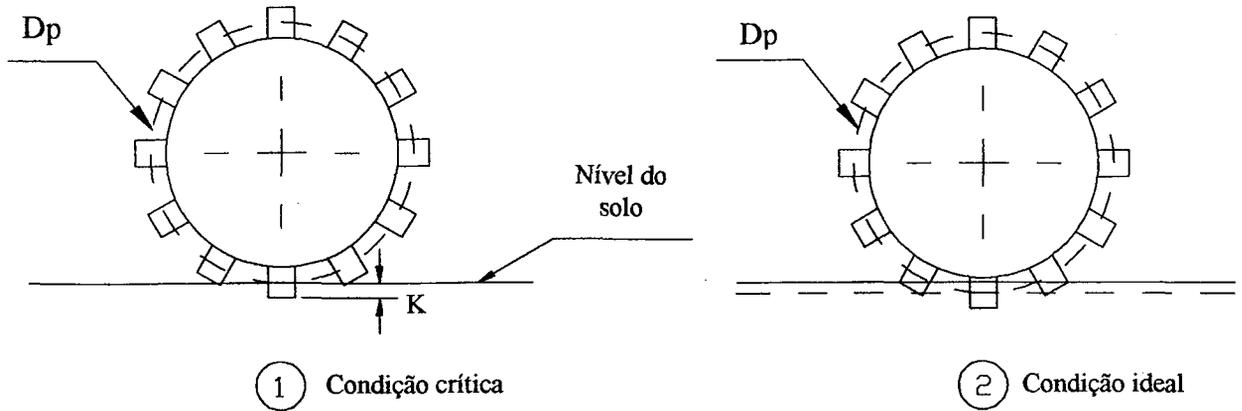


figura 4.7 - Influência do diâmetro primitivo na abertura das covas.

Uma vez determinadas as dimensões básicas dos discos e dos dentes, procurou-se projetar um dispositivo estrutural que possibilitasse vários graus de liberdade de movimentação dos discos, para que os ângulos e as distâncias entres estes fossem variados até chegar-se à condição considerada ótima.

A estrutura do modelo desenvolvido, mostrado na figura 4.8, possui como características dois braços articulados (1), que permitem regular simultâneamente o espaçamento entre os discos e a variação do ângulo β , que também é regulável através do giro das peças (2). A mudança do ângulo α é conferida pela movimentação das peças (3).

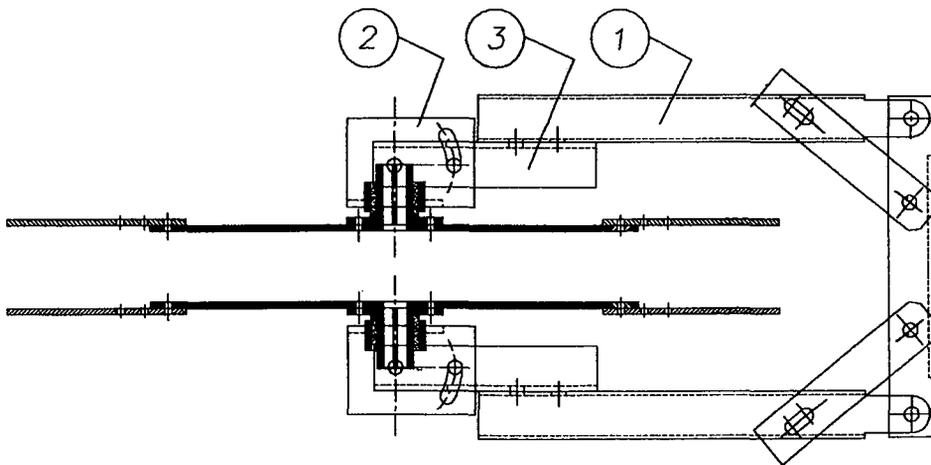


Figura 4.8 - Modelo do dispositivo covador.

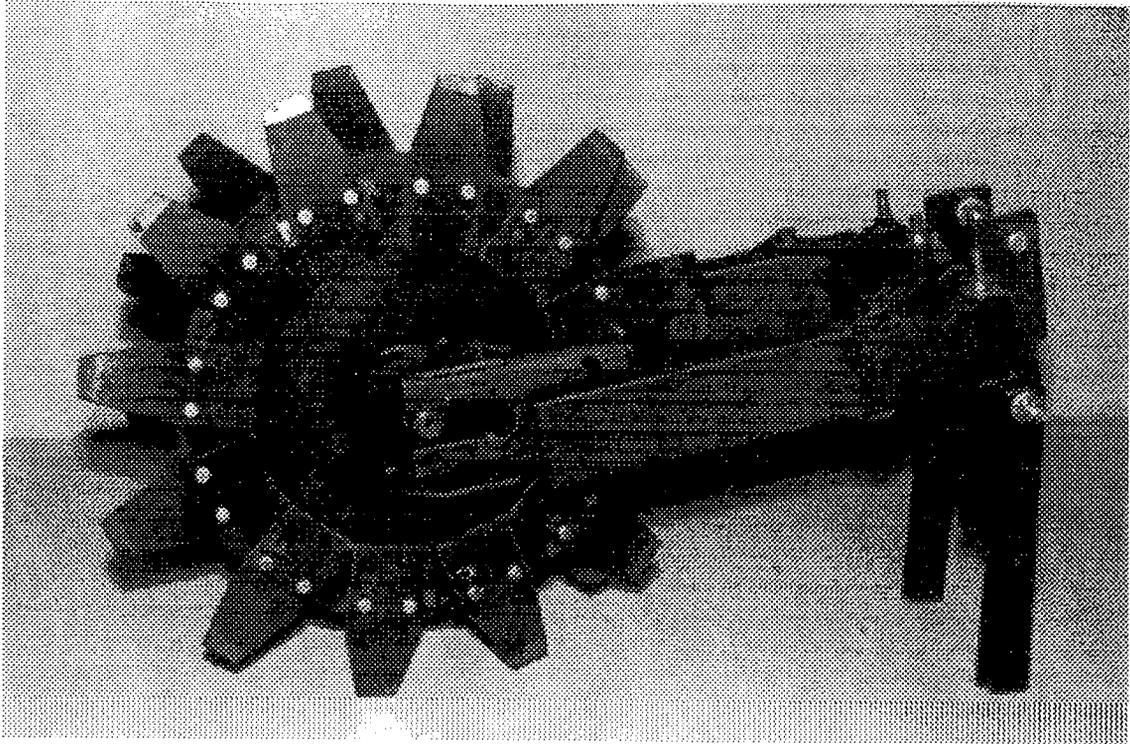


Figura 4.9 - Modelo real do dispositivo covador.

Além das variações possíveis pela estrutura, os dentes foram projetados para dois posicionamentos, variando seus comprimentos, fig. 4.10, através das fixações nos discos.

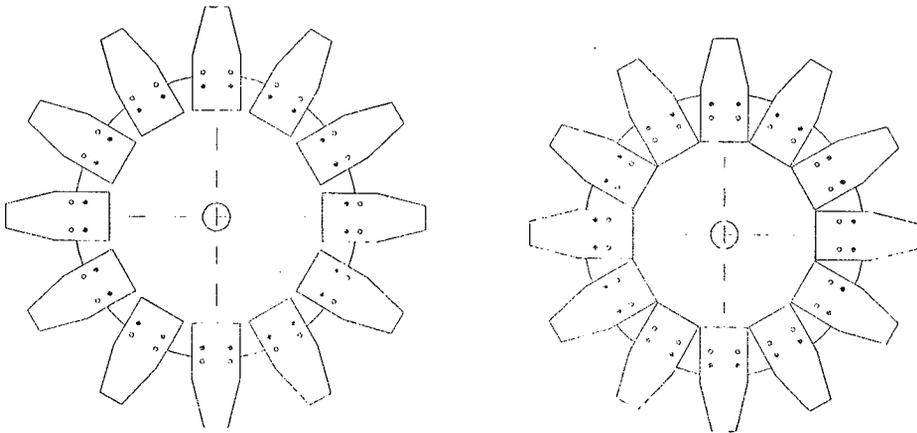


Figura 4.10 - Variação do comprimento dos dentes.

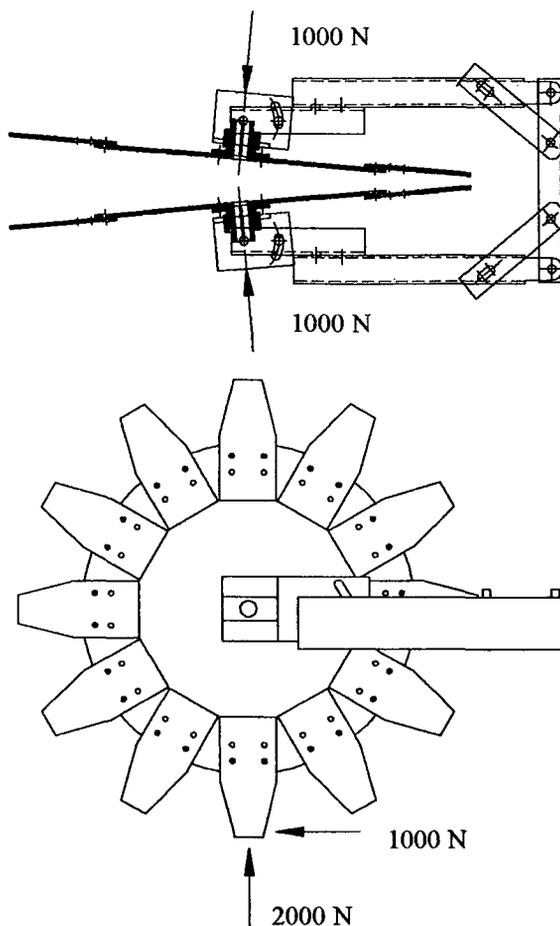


Figura 4.11 - Forças existentes à abertura do solo.

O dimensionamento, tanto da estrutura quanto dos discos dentados foi baseado na existência de cargas da ordem de 1000 N nas direções horizontais e de 2000 N na vertical. Estes carregamentos, na verdade, podem ser considerados com elevado grau de segurança, já que em estudos realizados por Portella [5], as forças máximas encontradas em discos duplos em condições de plantio direto foram em torno de 400 N na horizontal e de 600 N na vertical. A figura 4.11 representa a composição de forças atuantes no sistema.

4.3 - Testes

Os testes realizados nesta etapa foram de natureza qualitativa, não havendo portanto critérios para amostragens e verificações das condições do terreno, umidade e densidade de cobertura morta. Contudo, foram de grande valia para a continuação das pesquisas.

4.3.1 - Campo de Testes

O campo de testes utilizado foi preparado na fazenda da Ressacada, que pertence ao Centro de Ciências Agrárias da UFSC.

Para caracterizar o plantio direto alguns meses antes dos testes cultivou-se aveia, através do preparo convencional. Após noventa dias, estando a cultura totalmente desenvolvida, a aveia foi acamada propiciando cobertura morta adequada ao plantio direto.

O solo utilizado é de composição arenosa, sendo classificado como areia quartzosa hidromórfica, fig. 4.12.



Figura 4.12 - Campo de testes na fazenda da Ressacada - UFSC - Florianópolis.

4.3.2 - Testes realizados

A primeira bateria de testes foi realizada com os discos formando os ângulos, $\alpha = 35^\circ$ e $\beta = 10^\circ$, similares aos discos duplos comuns. Os resultados apresentados foram a abertura de cova única, conforme quando realizado nos testes em caixa de areia. Neste caso, porém, foi

necessário a utilização de um eixo sincronizador, como o próprio nome indica, para manter os dois discos girando na mesma rotação, fig. 4.13.

Em relação à cobertura morta verificou-se um corte perfeito, sem a ocorrência de embuchamentos tanto nas covas produzidas quanto no próprio mecanismo. As dimensões das covas não foram avaliadas nestes testes.

As figura 4.14 e 4.14a mostram os testes preliminares realizados na UFSC, em campo de areia, e as covas abertas na ocasião.

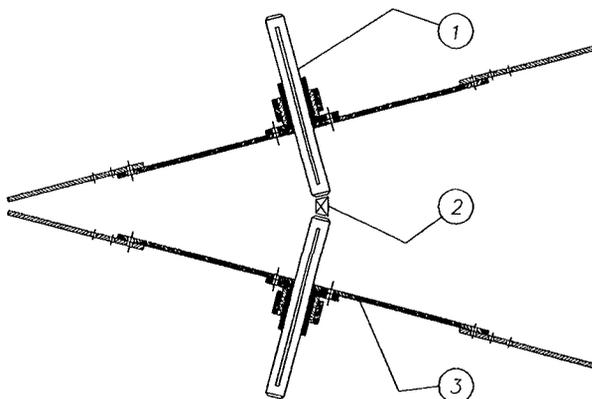


Figura 4.13 - Eixo sincronizador dos discos dentados.

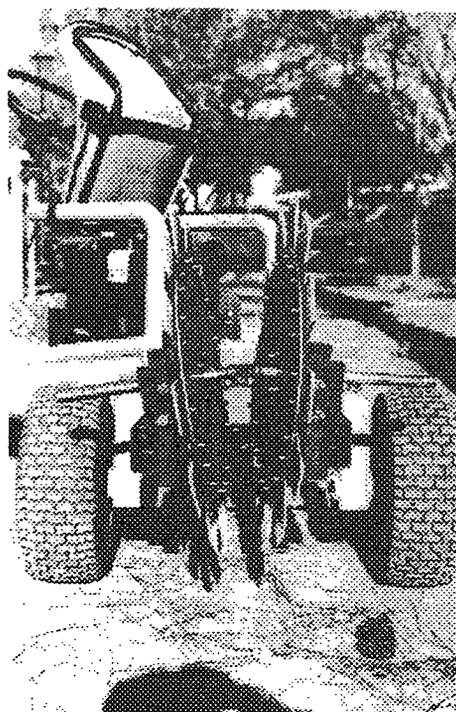
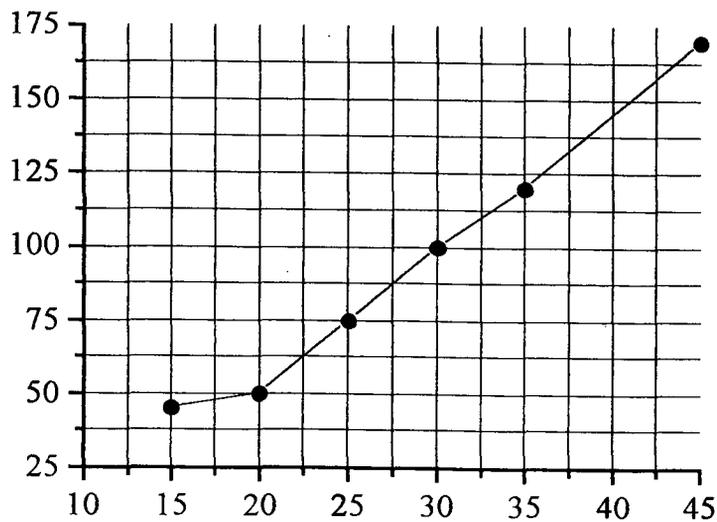


Figura 4.14 -A esquerda o modelo do sistema covador montado para testes no microtrator articulado do LP- UFSC. A direita pre-testes realizados no Campus da UFSC.



Figuras 4.14a - Covas abertas pelo modelo em testes preliminares realizados em areia no Campus da UFSC.

Numa segunda etapa, sem o eixo sincronizador, o ângulo β foi variado e os discos distanciados de tal sorte a produzirem duas covas paralelas no solo. Os resultados e os dados dimensionais das covas são mostrados no gráficos 4.15 à 4.17b.



Figuras 4.15 - Variação da distância lateral entre as covas em função do ângulo β .

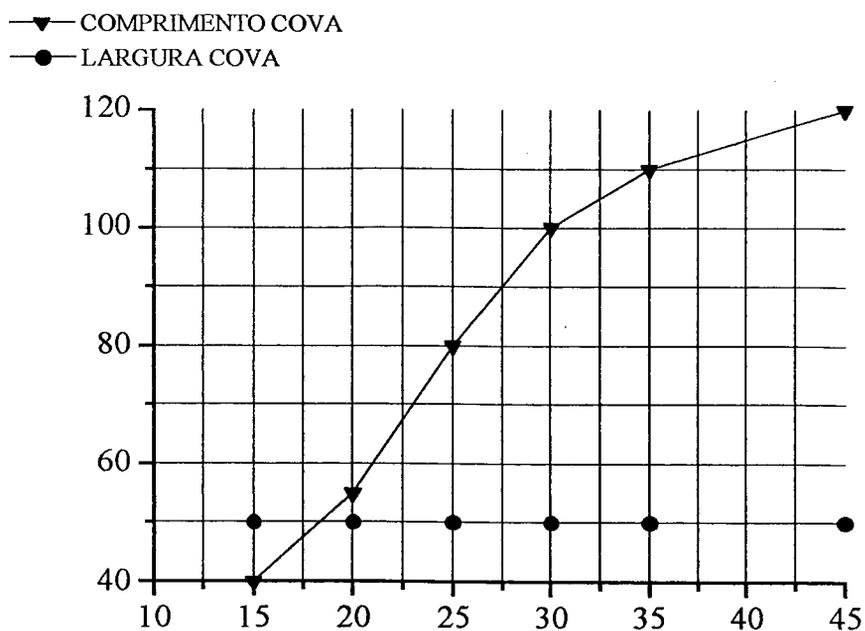


Figura 4.16 - Variação da largura e comprimento de cova em função do ângulo β .

A etapa seguinte constituiu da verificação das profundidades de covas obtidas. Para isso, uma caixa contendo lastros foi incorporada a estrutura do modelo.

Os lastros então foram variados para os três principais posicionamentos do ângulo β . Os resultados são apresentados nas figuras 4.17a e 4.17b..

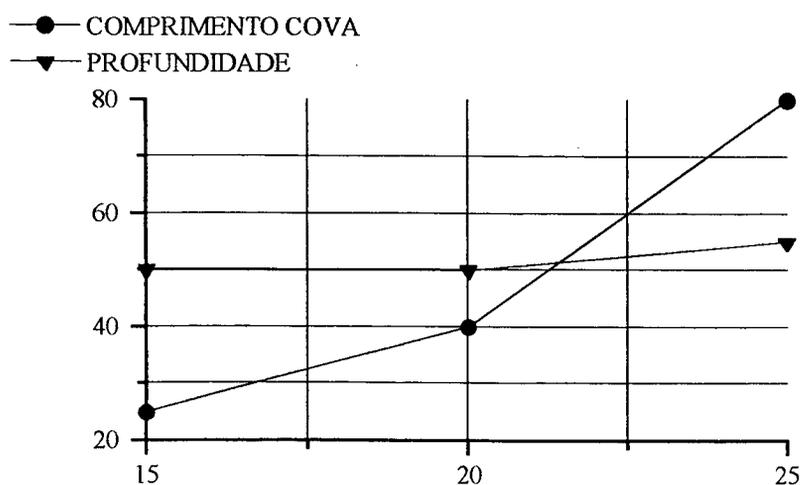


Figura 4.17a - Variação da largura e profundidade das covas em função do lastro, de 50 Kg e do ângulo β .

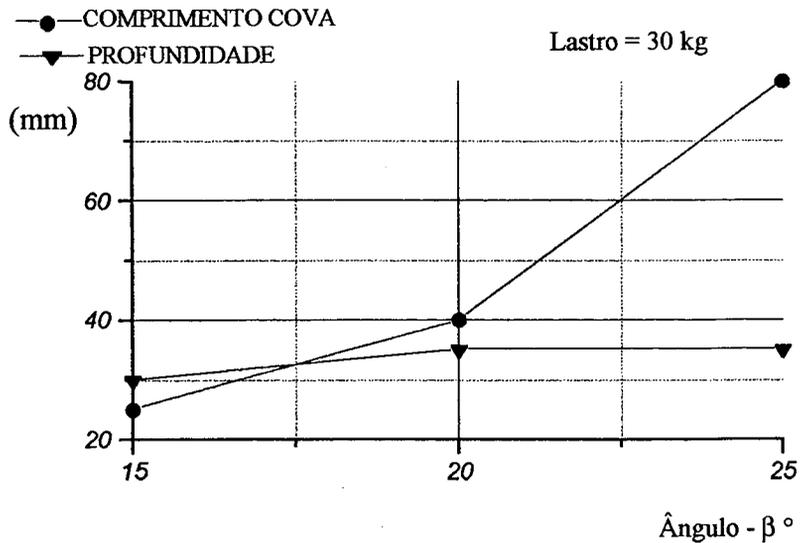
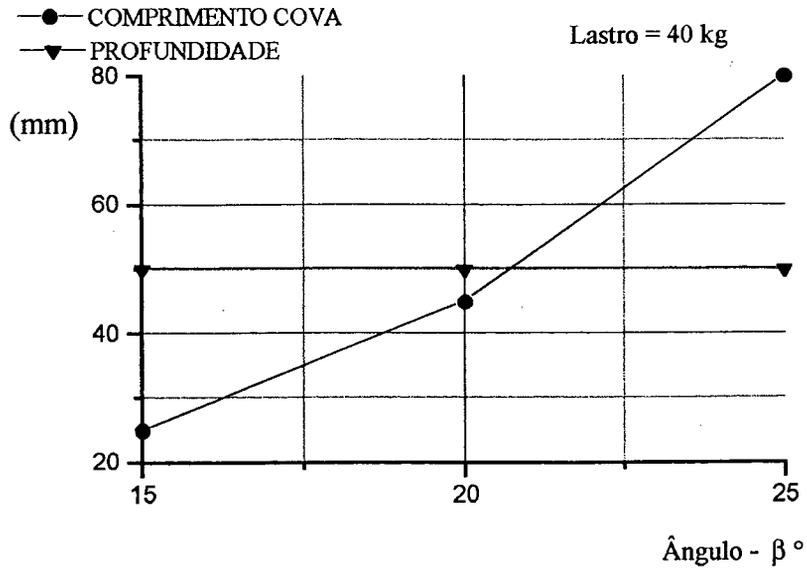


Figura 4.17b - Variação da largura e profundidade das covas em função dos lastros, de 30 e 40 kg, e do ângulo β .

4.3.3 - Análise dos Resultados

Do tamanho e forma das pás:

A variação do tamanho dos dentes não foi necessária, já que, em sua posição menor, obteve-se a profundidade adequada para as covas.

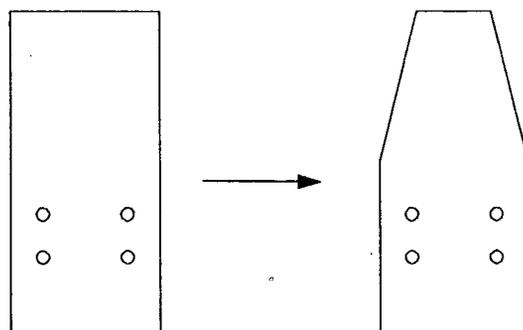


Figura 4.18 - Modificação da geometria das pás de corte para melhor penetração no solo.

Do sincronismo dos discos:

O eixo sincronizador foi projetado visando a abertura da cova única e a partir da suposição de que, no caso das covas duplas, o sincronismo favoreceria ao corte da palha. Ainda era objetivo do eixo evitar a ocorrência de dessincronismo das covas produzidas.

No entanto, uma vez retirado o eixo sincronizador, observou-se que o corte da palha não foi alterado e que a distância máxima ocorrida no dessincronismo entre as covas, $E_d = 7$ cm, não representava problemas para a deposição do adubo. Essa preocupação em relação ao adubo se faz pelo fato de que, se este estiver muito distante da planta germinada as raízes terão dificuldade em alcançá-lo, prejudicando o desenvolvimento do cultivar, fig. 4.19. Assim, pelo exposto, concluiu-se pelo não uso do eixo sincronizador.

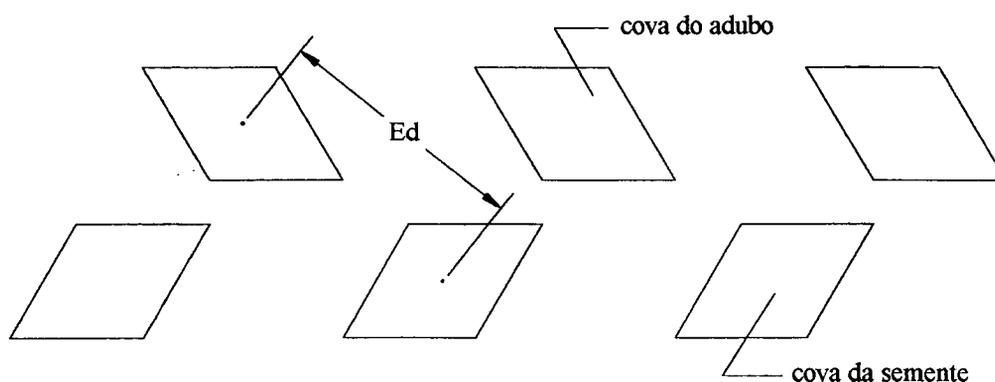


Figura 4.19 - Representação esquemática, do dessincronismo máximo possível da abertura das covas $E_d = 7$ cm

Dos ângulos β e α :

Ângulo β :

A variação do ângulo β proporcionou diferentes tamanhos de covas e também do espaçamento entre estas. As condições críticas encontradas foram:

1. Comprimento de cova demasiado para ângulos β acima de 25° .
2. Ocorrência do efeito faca, descrito a seguir, para ângulos β inferiores a 20° .
3. Distância entre covas muito grande para ângulos superiores a 20° .

Pelas condições apresentadas conclui-se pela escolha do ângulo β como sendo de 20° .

Ângulo α :

O ângulo α , como já discorrido é de grande importância à abertura da cova única. Porém, para o caso da cova dupla, verificou-se que este não se faz necessário e que, ao contrário, chega a ser prejudicial, pois favorece a ocorrência do efeito faca.

Desta forma optou-se pela sua exclusão ou seja $\alpha = 0^\circ$.

Efeito Faca:

O fenômeno denominado aqui de efeito faca é explicado pela movimentação inadequada do sistema abridor de covas, de forma que os ângulos existentes na composição do sistema sejam alterados. Isto é, o posicionamento das lâminas de corte, ou dentes, coincidem com a direção de deslocamento do sistema, fig. 4.22.

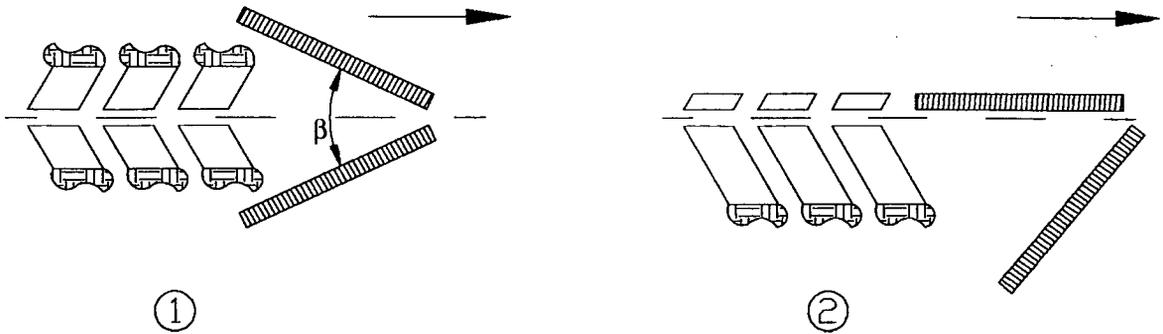


Figura 4.20 - Efeito faca - abertura inadequada das covas.

Analisando o sistema sob o plano do ângulo β , na posição (1) ao se deslocarem os discos produzem duas covas paralelas. Na situação (2), em decorrência de uma eventual mudança de direção do microtrator, um dos discos alinha-se com a direção de deslocamento e, quando da penetração de seus dentes, esta penetração se dá similarmente à uma faca, sem ocasionar abertura da cova. Por outro lado, o outro disco tem sua angulação aumentada e passa a abrir covas muito grandes.

Para o plano do ângulo α , a inclinação vertical dos discos é alterada devido a irregularidades do terreno, proporcionando o mesmo efeito descrito anteriormente. Isto é, um dos discos praticamente alinha-se na vertical, ocorrendo, na penetração de seus dentes, o efeito faca, fig 4.21.

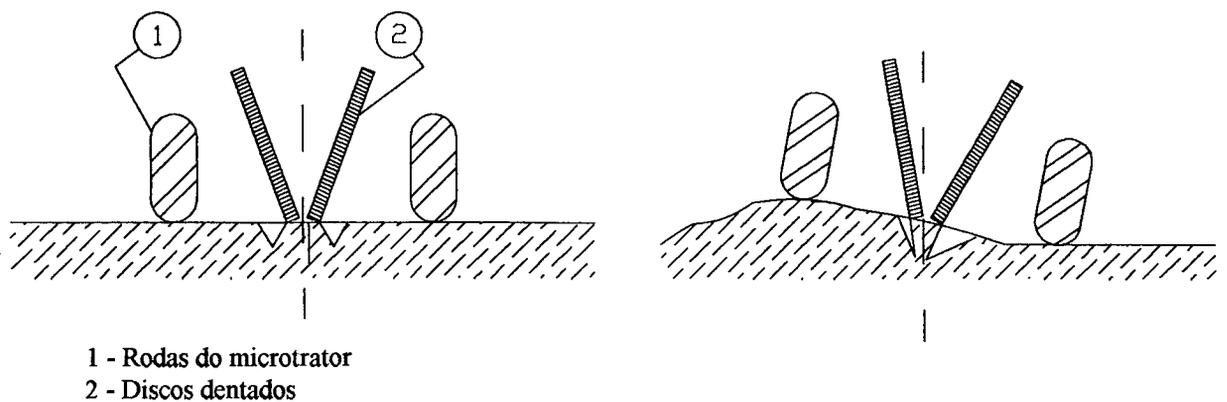


Figura 4.21 - Efeito faca - abertura inadequada das covas devido a irregularidades no terreno.

Do Peso da Estrutura:

Conforme pode-se observar no gráfico 4.18, a penetração adequada dos dentes foi proporcionada por lastros com peso a partir de 40 kg. Como o modelo desenvolvido possui 42 Kg de peso próprio, determina-se então como peso mínimo do protótipo a ser desenvolvido o valor de 80 kg.

Do Sentido de Deslocamento:

Como já verificado nos testes em caixa de areia, o sentido de deslocamento foi confirmado como sendo ao encontro da formação do ângulo β . Pois, uma vez testadas as duas opções, o sentido contrário acarretou além de problemas com a deposição central da terra deslocada, embuchamento da palha nas covas produzidas.

Da Densidade de Covas:

Os resultados observados foram excelentes em relação ao espaçamento adequado para semeadura. As covas produzidas apresentaram distanciamento constante, formando-se 7 covas por metro, ou seja, a recomendação para o plantio em linha do milho, que foi o parâmetro de projeto do dimensionamento dos discos dentados, fig. 4.22.



Figura 4.22 - Densidade de covas - estacas foram fincadas nas covas, ao longo de um metro, para melhor visualizar-se o correto espaçamento da abertura.

Do Corte da Cobertura:

O campo de testes preparado tinha como cobertura morta uma camada de aveia preparada para esta finalidade. Durante os testes observou-se que, para este tipo de cobertura, os dentes praticamente deslizaram por entre os ramos secos de aveia, quase que sem cortá-los e conseqüentemente sem provocar espécie alguma de embuchamento. Concluiu-se, então, por satisfatório o desempenho do sistema em relação a esta função.

Das Covas Produzidas:

Forma da Cova:

O formato das covas, figura 4.23, foi determinado pelo ângulo β e pela largura das pás.

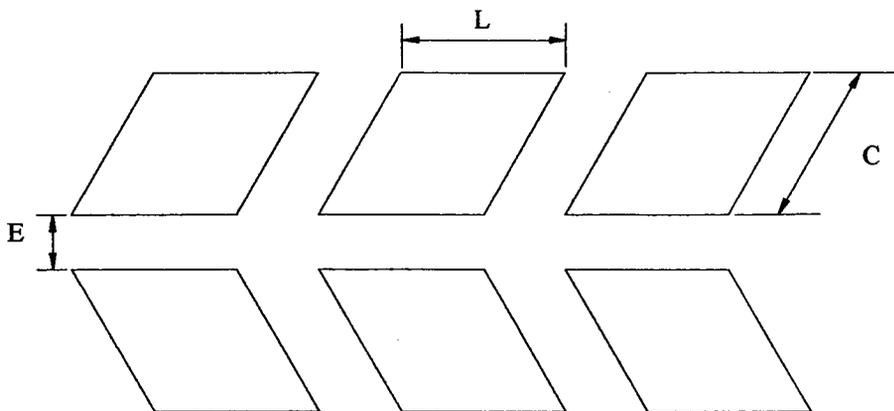


Figura 4.23 - Forma das covas produzidas nos testes do modelo.

A largura da cova medida (L), proporcional a largura da pá, foi de 50 mm. O comprimento da cova (C), função do ângulo β , apresentou-se mais adequado, em torno de 55 mm para $\beta = 20^\circ$. O espaçamento (E), entre as covas, uma vez anulado o ângulo α , passa a ser também função direta do ângulo β . No caso, obteve-se a distância de $E = 50$ mm.

Profundidade da Cova:

A profundidade apresentou-se variando em torno de 45 a 60 mm, sendo em média em torno de 50 mm, dependendo dos lastros já mencionados, fig. 4.24.

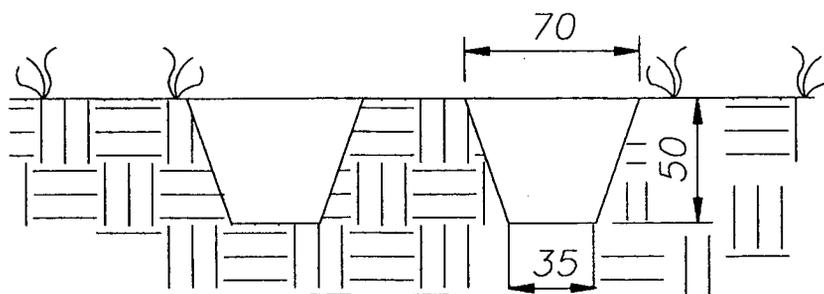


Figura 4.24 - Formato das covas produzidas, vista em corte.

Conclusão:

Em uma análise geral, os resultados apresentados pelo modelo covador, permitiram concluir pela viabilidade da continuação da pesquisa sobre este princípio de abertura do solo. Os dados coletados através dos testes realizados serão agora utilizados para a construção do protótipo da semeadora adubadora para plantio direto por covas.

capítulo V

PROJETO DETALHADO

O projeto do protótipo foi dividido em 3 partes: o do sistema covador-semeador/adubador; o da estrutura e reservatórios e o do sistema recobridor.

5.1 - Sistema Covador - Semeador/Adubador

O dimensionamento dos discos dentados poderia seguir sem nenhuma alteração ao modelo testado. No entanto, a incorporação dos dosadores de adubo e semente tornam necessário adaptações.

A fixação dos dosadores aos discos dentados trás como grande vantagem a simplificação das transmissões de potência, uma vez que esta ocorre diretamente sem a necessidade de correntes e ou engrenagens. Porém, algumas dificuldades são encontradas. O espaço disponível para os dosadores é pequeno, já que estes devem ser disposto de tal forma a possibilitar a queda do adubo e da semente simultaneamente à abertura das covas que, por sua vez, ocorre com a movimentação lateral das pás ou dente, de dentro para fora, fig.5.1.

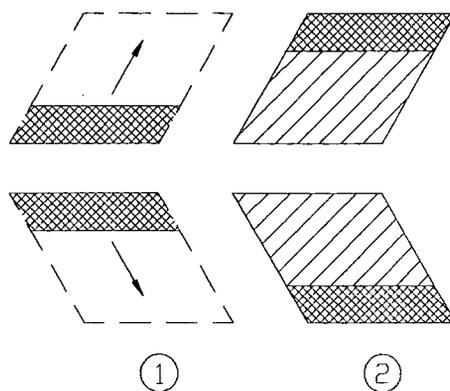


Figura 5.1 - Movimento das pás para abertura das covas

Várias concepções foram estudadas para incorporação dos dosadores buscando simplificar o sistema e aproveitar de melhor forma os espaços existentes.

5.1.1 - Concepção I

A primeira possibilidade estudada para configuração do sistema covador consta de disco (1) ao qual as pás (2) são fixas, da mesma forma que no modelo testado. Os mancais (5) são posicionados externamente aos discos, sendo através destes realizada a fixação do sistema a estrutura.

O tambor dosador de sementes (3), fixo ao disco por parafusos, possui alvéolos sincronizados com as pás. O eixo (7) é utilizado para o acoplamento da capa (4) do dosador de sementes, através de mancal de deslizamento.

A polia (6) posicionada na ponta do eixo tem por função transmitir movimento à escova (8) que, em rotação contrária ao dosador, evita a passagem do excesso de sementes, ou seja, mais de uma por alvéolo.

O sistema ejetor (9) garante a expulsão das sementes dos alvéolos evitando problemas de embuchamento.

A disposição dos elementos do sistema adubador é semelhante ao disco semeador. O dosador de adubo (10) do tipo canelado é disposto internamente ao disco covador sendo sua capa (11) acoplada ao eixo principal, fig 5.2.

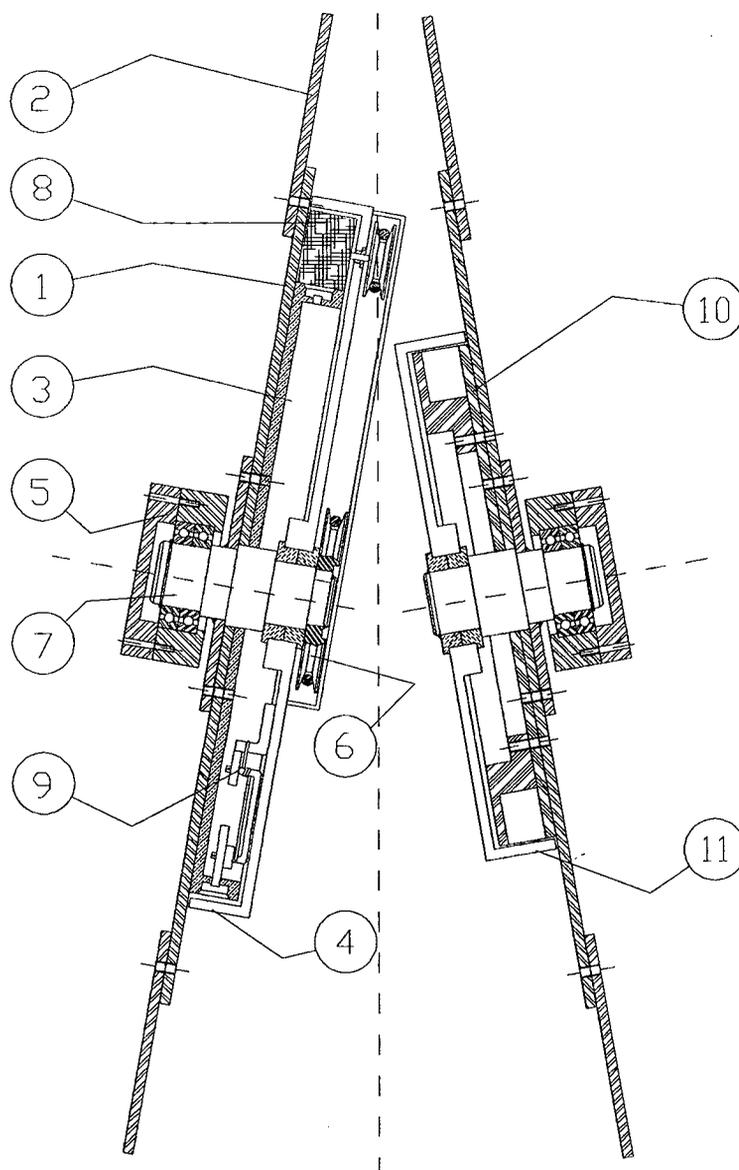


Figura 5.2 -Concepção I

5.1.2 - Concepção II

Esta concepção caracteriza-se pelo posicionamento dos mancais (1) internamente aos discos (2). A capa (3) do tambor dosador de sementes é fixa ao mancal. A polia (4), é acoplada ao disco dentado, assim como o tambor dosador (5).

A escova (6) têm seu eixo em balanço com mancal de deslizamento fixo à capa (3).

Da mesma forma, o tambor dosador de adubo (7) é fixo ao disco e a sua capa (8) acoplada ao mancal.

Os mancais são soldados a estrutura (9) que possui formato tronco-piramidal, fig. 5.3.

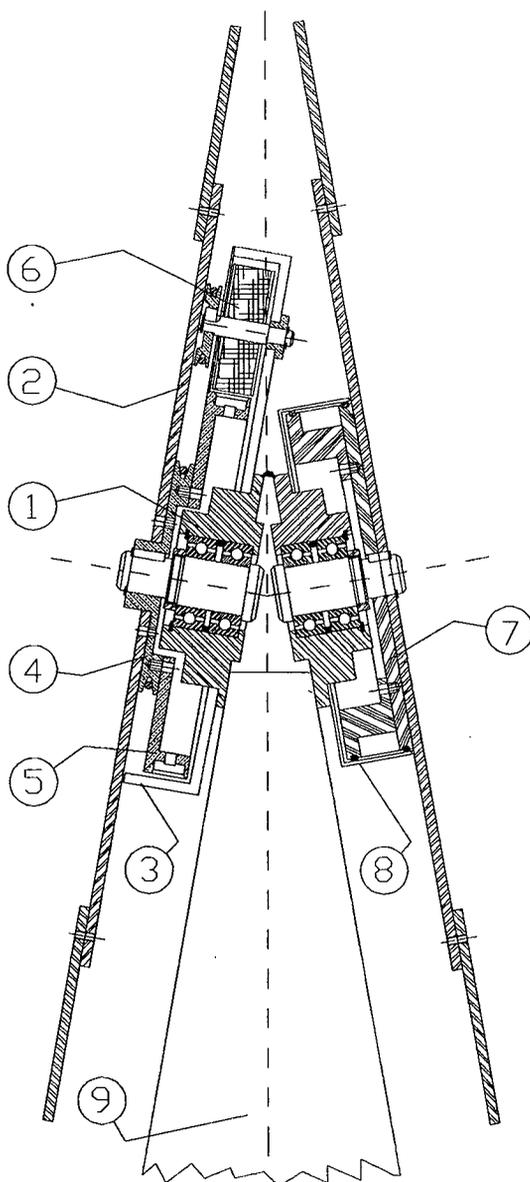


Figura 5.3 - Legenda concepção II

5.1.3 - Concepção III

A principal variação encontrada nesta concepção é a inversão do elemento rotor, ou seja, o eixo (1) neste caso é estacionário, promovendo a estruturação do sistema covador e o apoio das

capas dos dosadores de semente (2) e adubo (3). A posição do mancal (4) é intermediária ao disco dentado.

A polia (5) e os dosadores de semente (6) e adubo (7) são solidários aos discos. A escova limpadora (8) está em balanço, fig. 5.4.

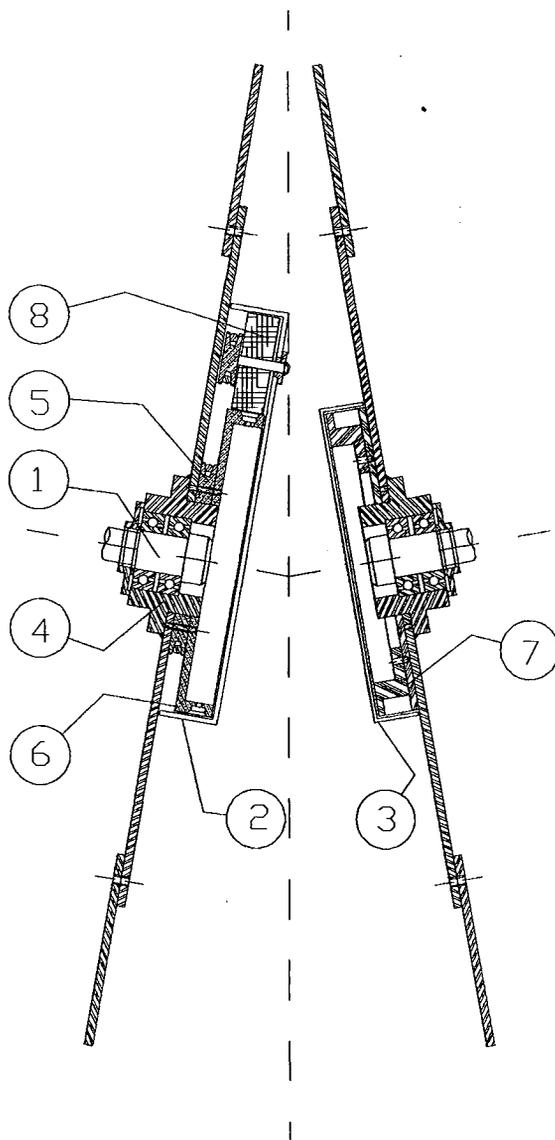


Figura 5.4 - Concepção III

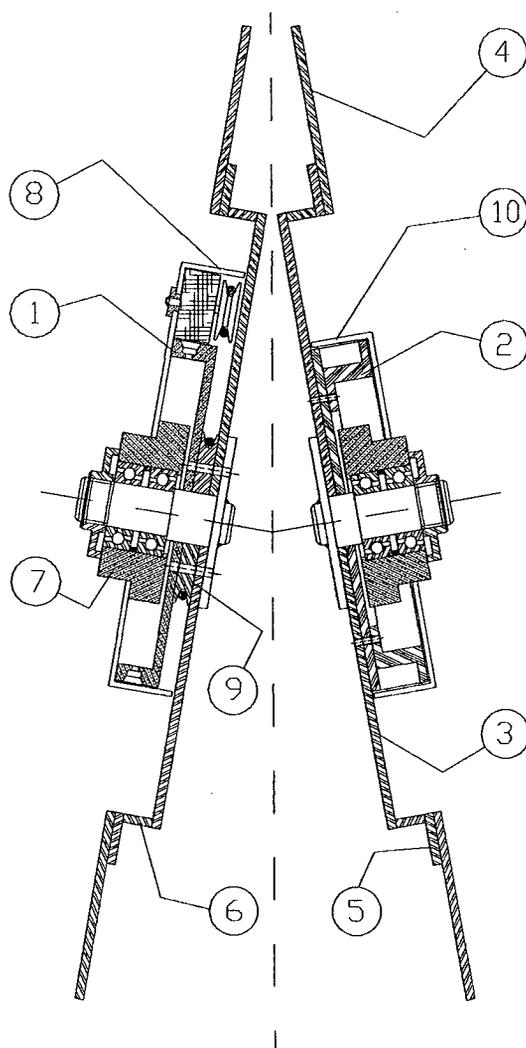
5.1.4 - Concepção IV

Nesta configuração os dosadores de sementes (1) e de adubo (2) são posicionados externamente aos discos dentados (3). Para que isto seja possível, as pás (4) passam a ser fixadas a um aro (5) que, por sua vez, é estruturado ao disco por elementos radialmente dispostos (6),

num total de 6 peças. Desta forma a queda da semente e do adubo é realizada por entre o aro e o disco.

O mancal (7) fixa o sistema covador à estrutura e sustenta a capa (8) do dosador de sementes. A polia (9) e o dosador de sementes (1) são fixos ao disco (3).

A disposição do dosador de adubo (2) assim como da sua capa (10) é similar ao sistema semeador, fig. 5.5.



5.1.5 - Concepção V

A quinta configuração difere da anterior pela introdução de um disco estrutural (1) posicionado ao lado do disco dentado (2). A composição de aro (3), pás (4) e elementos radiais (5) é semelhante a quarta concepção.

O mancal (6) é soldado ao disco estrutural. A polia (7) e o dosador de sementes (8) são posicionados na ponta do eixo, fixos através de chaveta e anel retentor (9).

A capa (10) do dosador de sementes, fixa ao disco estrutural, serve ainda de apoio a um dos mancais da escova (11).

O dosador de adubo (12) e sua capa (13) seguem a mesma disposição.

O conjunto é estruturado a partir de duas hastes laterais soldadas ao disco estrutural, não visíveis na figura 5.6.

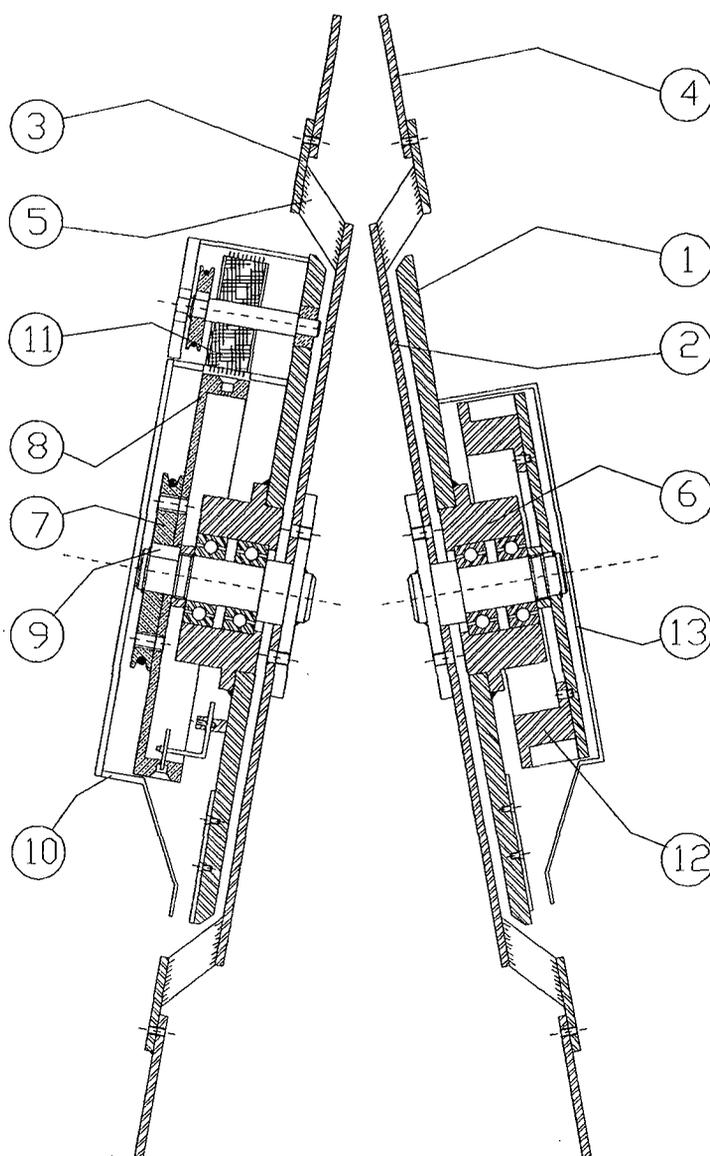


Figura 5.6 - Concepção V.

5.1.6 - Avaliação das Concepções

A primeira concepção apresenta-se como a mais simples. Porém possui algumas restrições quanto a fixação das capas dos dosadores, uma vez que estas são apoiadas somente ao eixos, sendo necessário uma segunda amarração à estrutura da semeadora, independente ao sistema covador. Isto pode ocasionar problemas de movimento relativo entre as partes, acarretando o trancamento dos dosadores por partes de suas capas.

A disposição interna aos discos, de todos elementos do sistema dosador, é outro fator restritivo.

A segunda opção permite a fixação das capas dos dosadores diretamente aos mancais, evitando o problema descrito anteriormente. Neste caso, no entanto, a fixação da escova em balanço é um dos principais impecílios a esta concepção.

Outro fator considerável é a disposição inadequada para montagem dos elementos dos sistemas dosadores. Isto é, para a troca dos tambores dosadores, prevendo-se aqui o futuro uso para o plantio de outros grãos, há a necessidade de desmontagem completa de todo o conjunto do disco dentado.

O posicionamento dos mancais, intermediários aos discos, na terceira concepção, permite um melhor aproveitamento do espaço interno entre os discos. Porém, permanece o problema do eixo em balanço da escova limpadora.

Com a introdução de um aro, a quarta configuração eliminou praticamente os problemas de restrição de espaço ao posicionar os dosadores externamente aos discos. Contudo, a fixação da escova não é solucionada, eixo em balanço.

A nova localização dos dosadores torna necessário um desvio lateral para queda da semente e do adubo. Isto pode vir a causar problemas de semeadura e adubação fora de cova.

A última concepção proposta, além da fixação das pás através de aros, utiliza-se de um segundo disco fixo, que confere maior estruturação ao sistema. Ao mesmo tempo, soluciona o problema de mancais para a escova, que passa a ter o eixo biapoiado.

Nesta opção as restrições ficam a cargo do desvio lateral para queda de semente e adubo, como no caso anterior, e da maior complexibilidade do sistema.

5.1.7 - Escolha da Concepção

A quinta proposta foi escolhida por apresentar as melhores respostas aos problemas existentes:

- Espaço disponível: dosadores externos aos discos;
- Mancal da escova: biapoiado;
- Estruturação do conjunto: hastes laterais soldadas ao disco fixo fornecendo maior rigidez;
- Montagem: melhor disposição dos elementos dos sistemas dosadores.

5.1.8 - Construção e Detalhamento

A partir do dimensionamento do eixo para as cargas e vida pretendida ao implemento, 5 anos, determinou-se a escolha dos rolamentos, dois por eixo, do tipo esfera de contato angular, montados em "O", fig. 5.6. O disco covador pode ser visto na figura 5.7, sem a montagem dos componentes do sistema dosador.

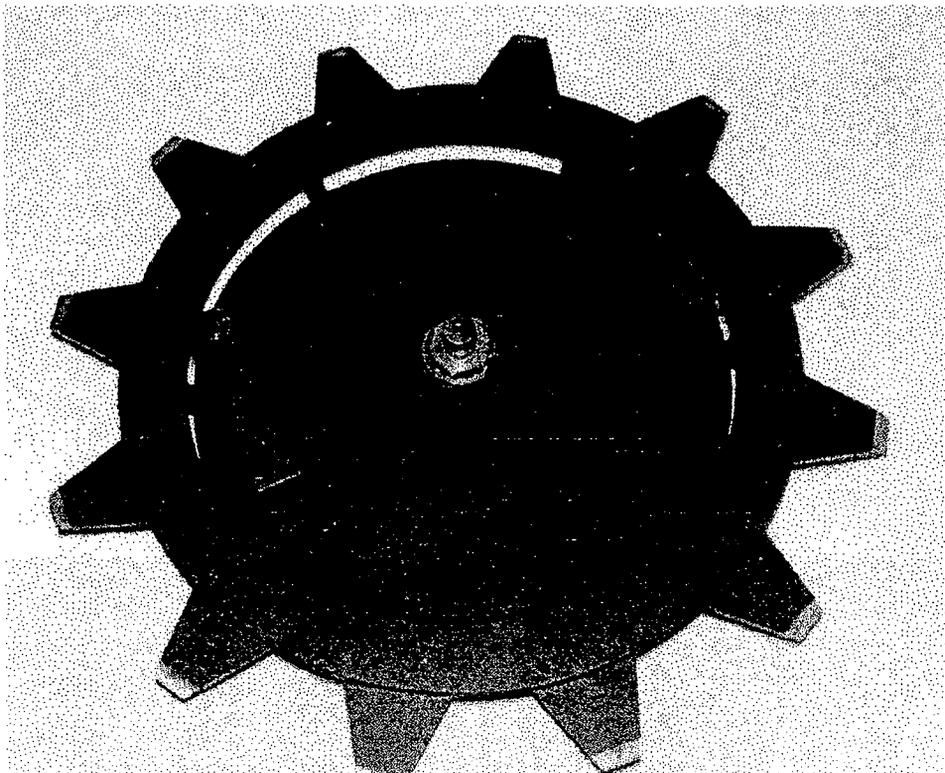


Figura 5.7 -Disco covador sem a montagem do sistema dosador.

Inicialmente optou-se por polias para o movimentação da escova limpadora. Verificou-se, porém, que o grau de osculação das polias não era suficiente para transmissão de potência. Utilizou-se então correntes e rodas dentadas, fig. 5.8.

O uso de sistema ejetor, em face as baixas velocidades envolvidas, a princípio foi descartado. Porém, ao realizarem-se os primeiros testes com sementes, verificou-se o embuchamento de alguns alvéolos. Esta ocorrência deve-se a passagem, juntamente com a semente selecionada para o alvéolo, de restos de outra semente quebrada pelo raspador. Assim, para melhorar o desempenho do dosador o sistema ejetor foi desenvolvido, fig. 5.9.

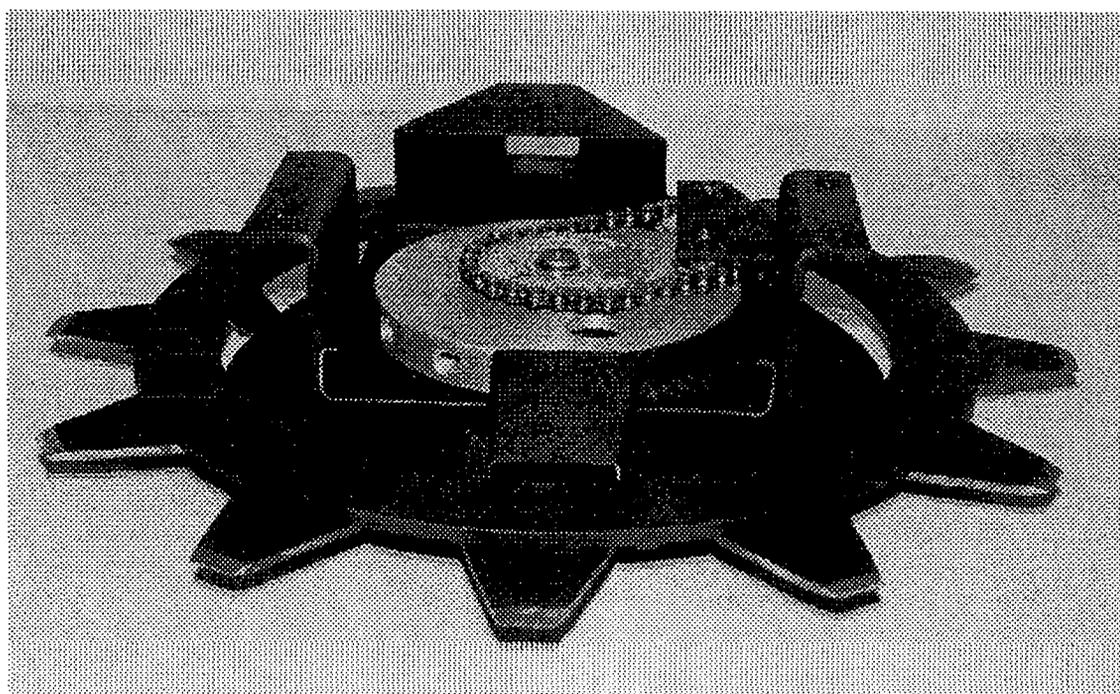


Figura 5.8 - Utilização de correntes para rotação da escova.

As capas dos tambores dosadores de semente e adubo são mostradas na figura 5.10.

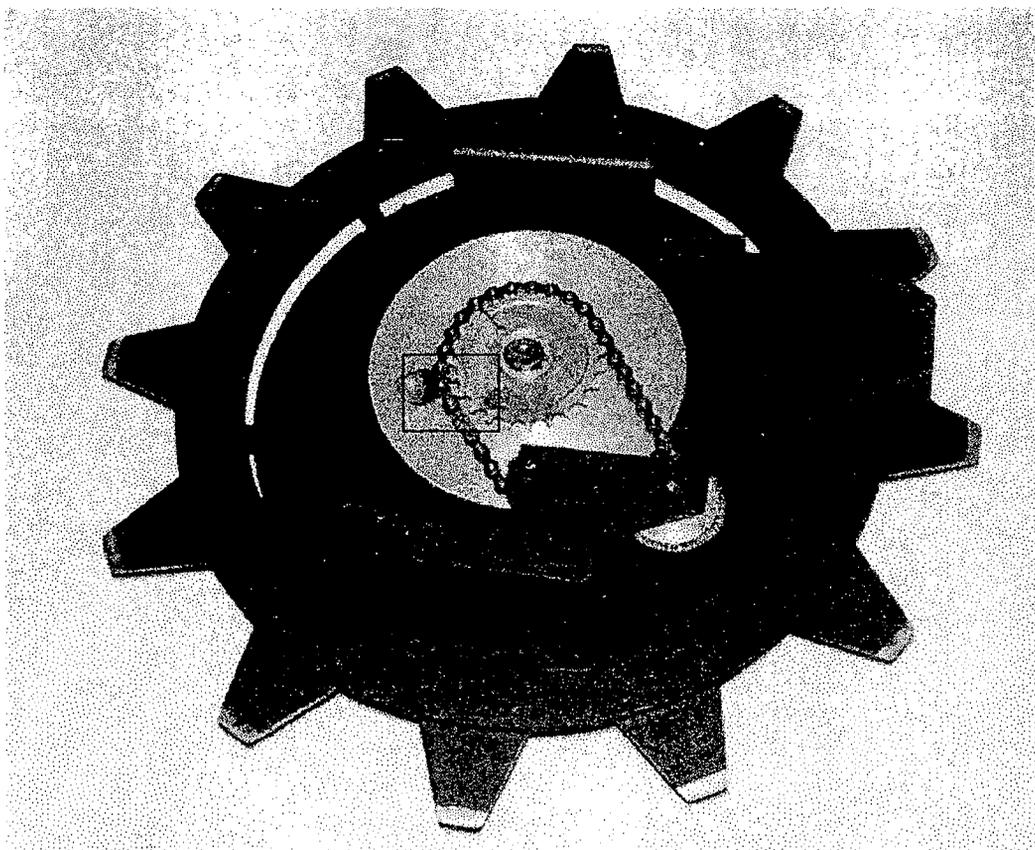


Figura 5.9 - Observa-se no retângulo marcado, o orifício aberto no tambor dosador para a montagem do sistema ejetor.

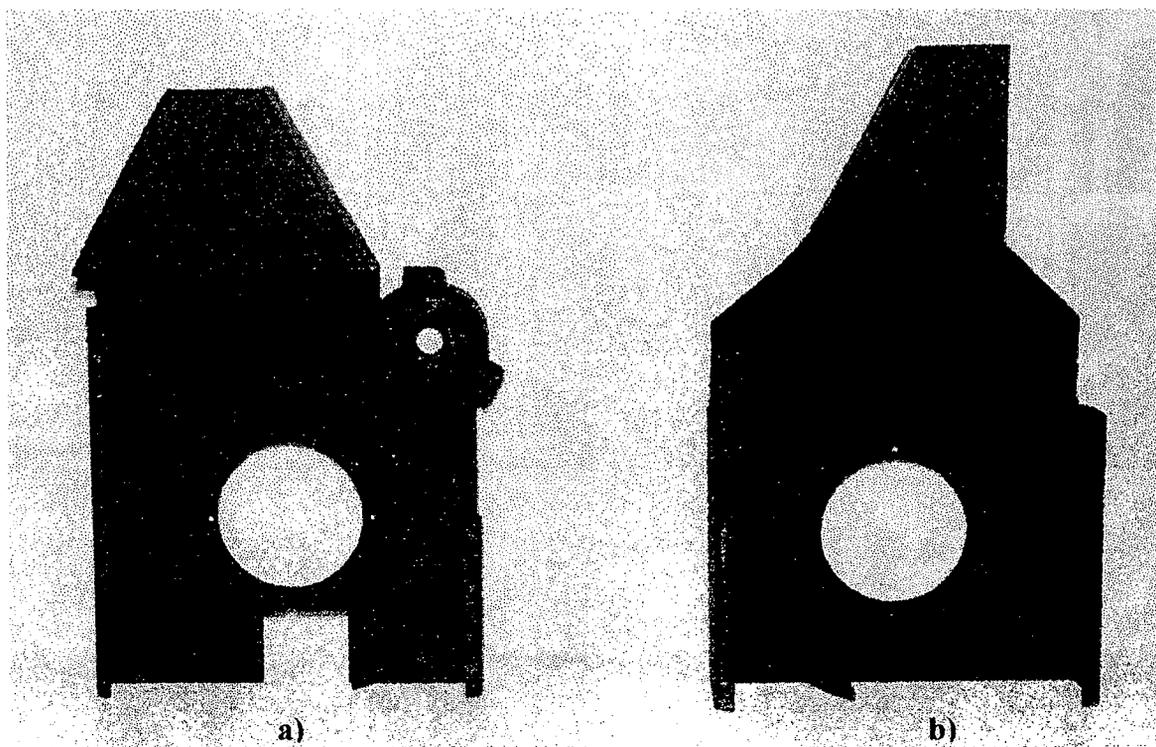


Figura 5.10 - a) Capa do dosador de semente. b) Capa do dosador de adubo.

5.2 - Estrutura

O desenvolvimento do projeto da estrutura procurou atender não somente a uma corporificação do protótipo de modo simples, mas também, prover uma melhor configuração estética ao produto.

A opção pela estrutura tubular se fez em face as seguintes características: apresentar maior resistência mecânica que outros perfis para a mesma quantidade de material; possibilitar fáceis operações de dobra, evitando em grande parte a necessidade de uniões, como solda, por exemplo, e pela forma do perfil apresentar boa estética e acompanhar a linha do trator, também tubular, ao qual a semeadora será acoplada, fig. 5.11.

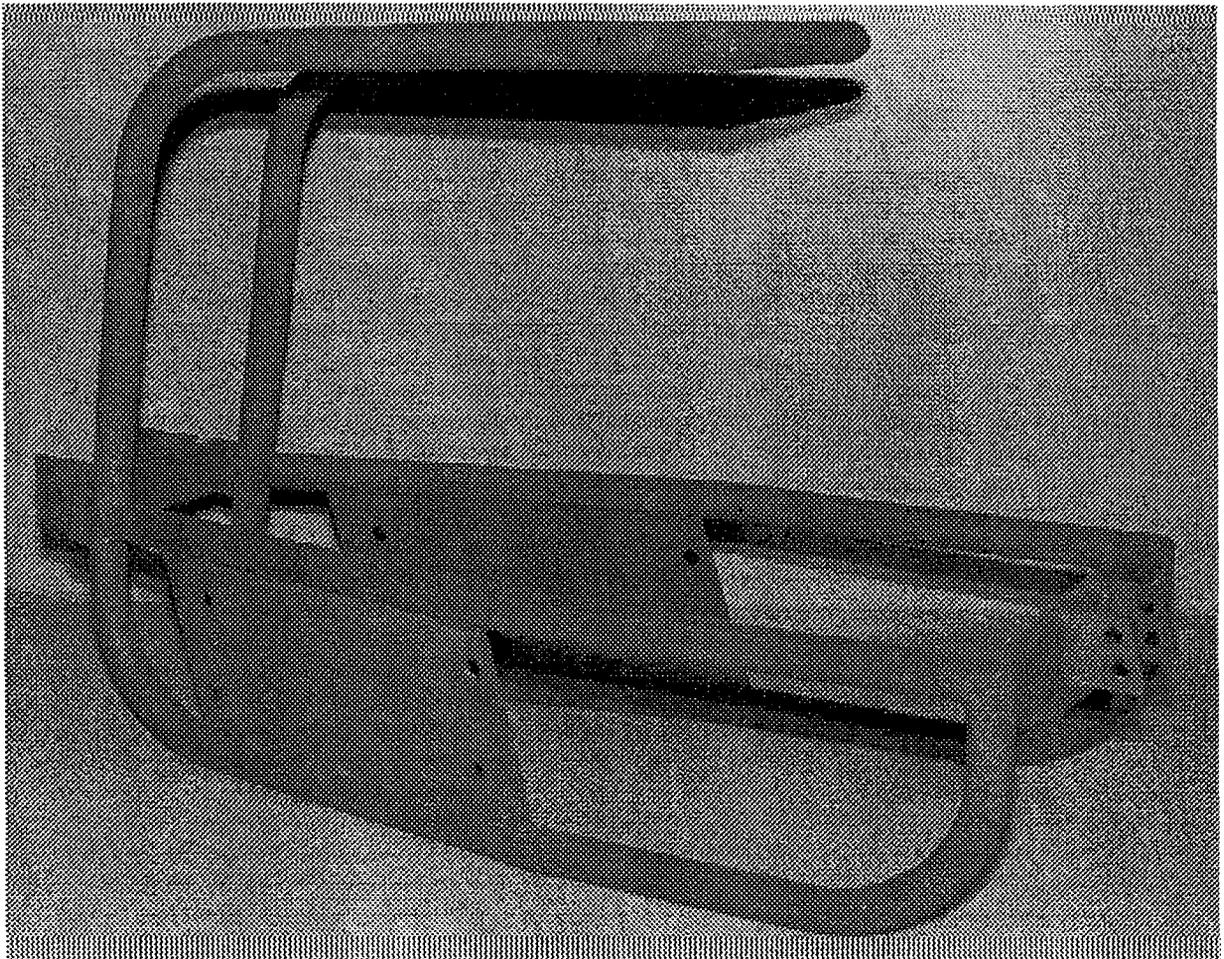


Figura 5.11 - Estrutura da Semeadora

A estrutura desenvolvida, figura 5.13, possui formato simétrico. A parte superior (1), sustenta os reservatórios de semente e adubo. A angulação (2), tem por função possibilitar ao acoplamento dos discos dentados a formação do ângulo α adequado. A chapa (3) possui quatro furos para fixação das hastes da estrutura dos discos. A peça (4) é o olhal de fixação da roda compactadora. Já a peça (5) promove a fixação da estrutura ao trator através de olhais, fig. 5.12.

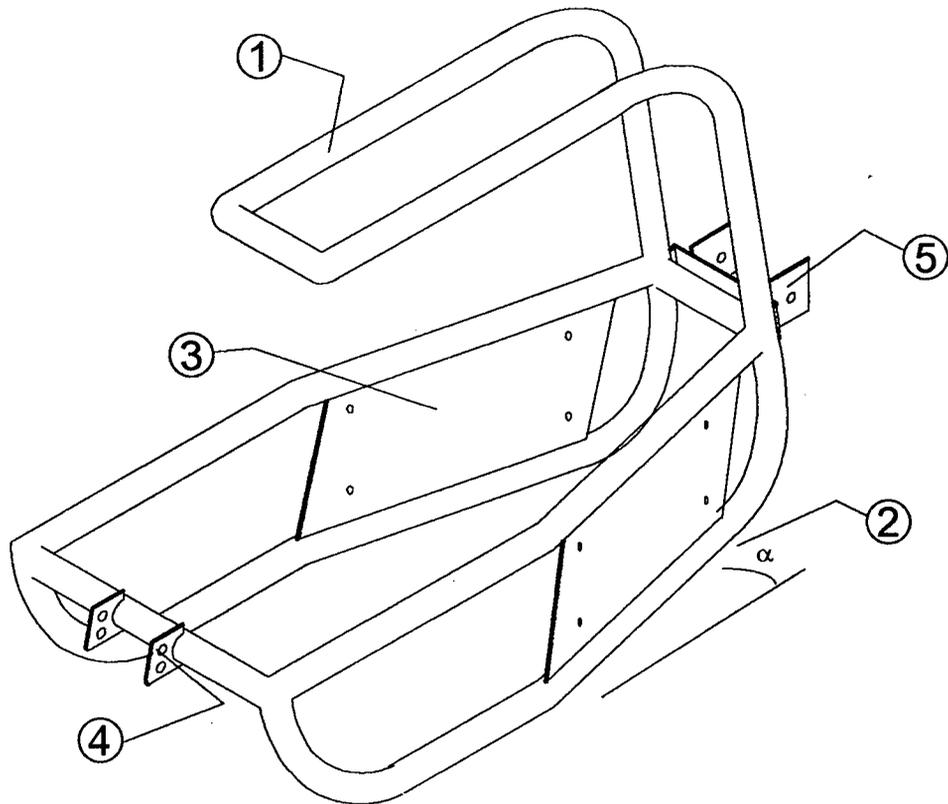


Figura 5.12 - Detalhamento da estrutura.

5.3 - Reservatórios

Os reservatórios de sementes e adubo possuem capacidade de carregamento de 17 e 22 litros, respectivamente. A condução, tanto das sementes quanto do adubo, é feita por tubulação flexível até os dosadores.

A autonomia da semeadora é determinada pelo carregamento de adubo possível, já que este é consumido mais rapidamente do que a semente. Sendo para este protótipo no entorno de 3 horas trabalhadas, fig. 5.13.

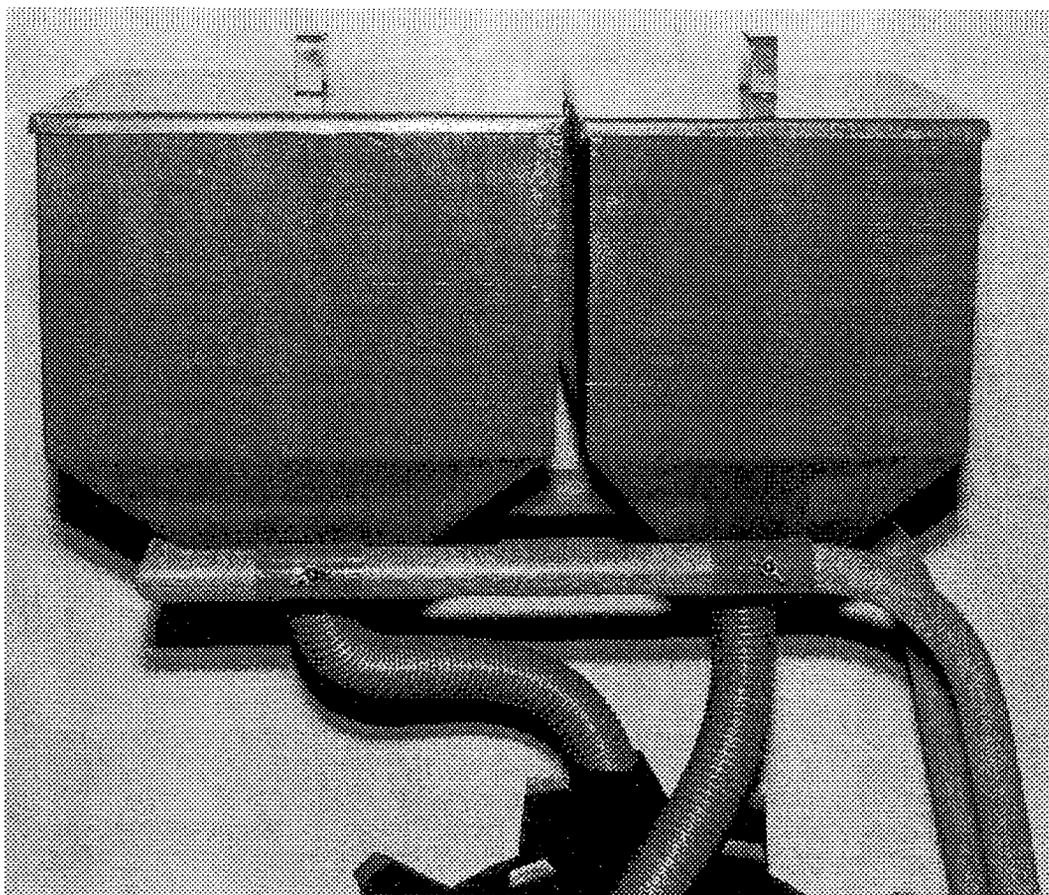


Figura 5.13 - Reservatórios da semeadora, pode-se observar a tubulação condutora aos dosadores.

5.4 - Rodas Compactadoras

As rodas aqui chamadas de compactadoras na verdade exercem várias funções. Elas incorporaram as funções de limitar a profundidade das covas, de recobrir as covas e promover a compactação adequada do solo, fig. 5.14.

O diâmetro médio das rodas é de 200 mm, tendo largura de 60 mm. São dispostas formando ângulo de 20° , em posição inversa ao dos discos dentados. Com a finalidade de melhorar o fechamento das covas possui, ainda, ângulo de inclinação das rodas em relação ao nível do solo. O ajuste da limitação de profundidade é dado através da fixação das hastes de sustentação em posições diferentes, fig. 5.15.

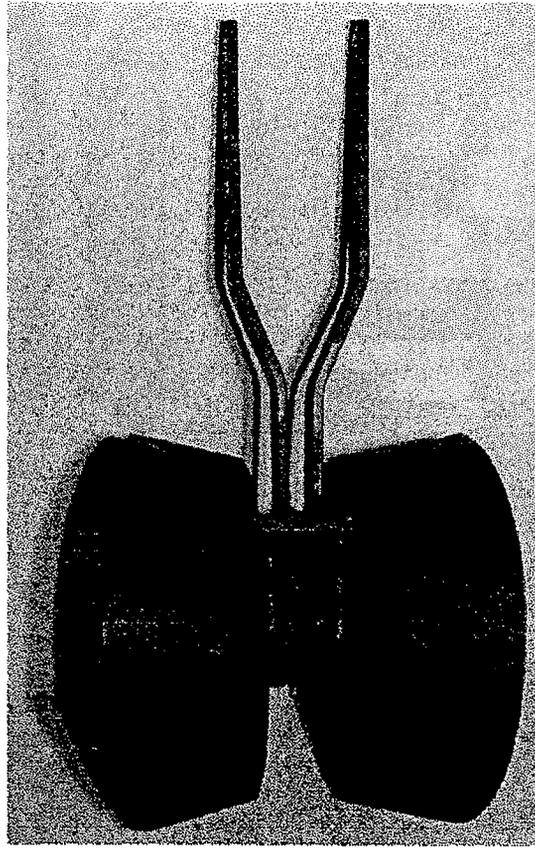


Figura 5.14 - Rodas compactadoras.

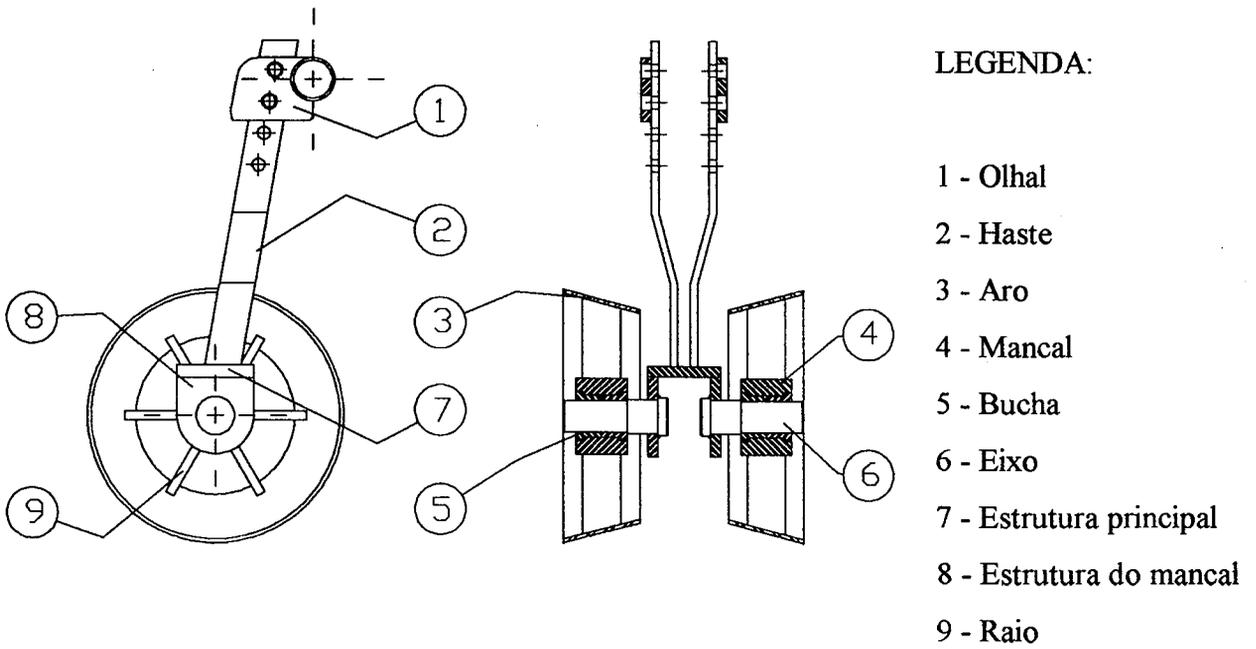


Figura 5.15 - Detalhamento das rodas compactadoras.

5.5 - Protótipo completo

O protótipo da semeadora adubadora desenvolvido é visto por completo na figuras 5.16, 5.17 e 5.18. O sistema do mecanismo covador proporcionou grande simplicidade ao implemento, como se pode verificar pela quase que total ausência de transmissões.

A montagem da semeadora é outro fator positivo, pois a fixação dos discos dentados é feita à estrutura por apenas quatro parafusos. Os reservatórios são presos à estrutura por simples borboletas e as rodas compactadoras são fixas por dois pinos. A semeadora é tracionada pelo microtrator, possuindo peso de 85 kg.

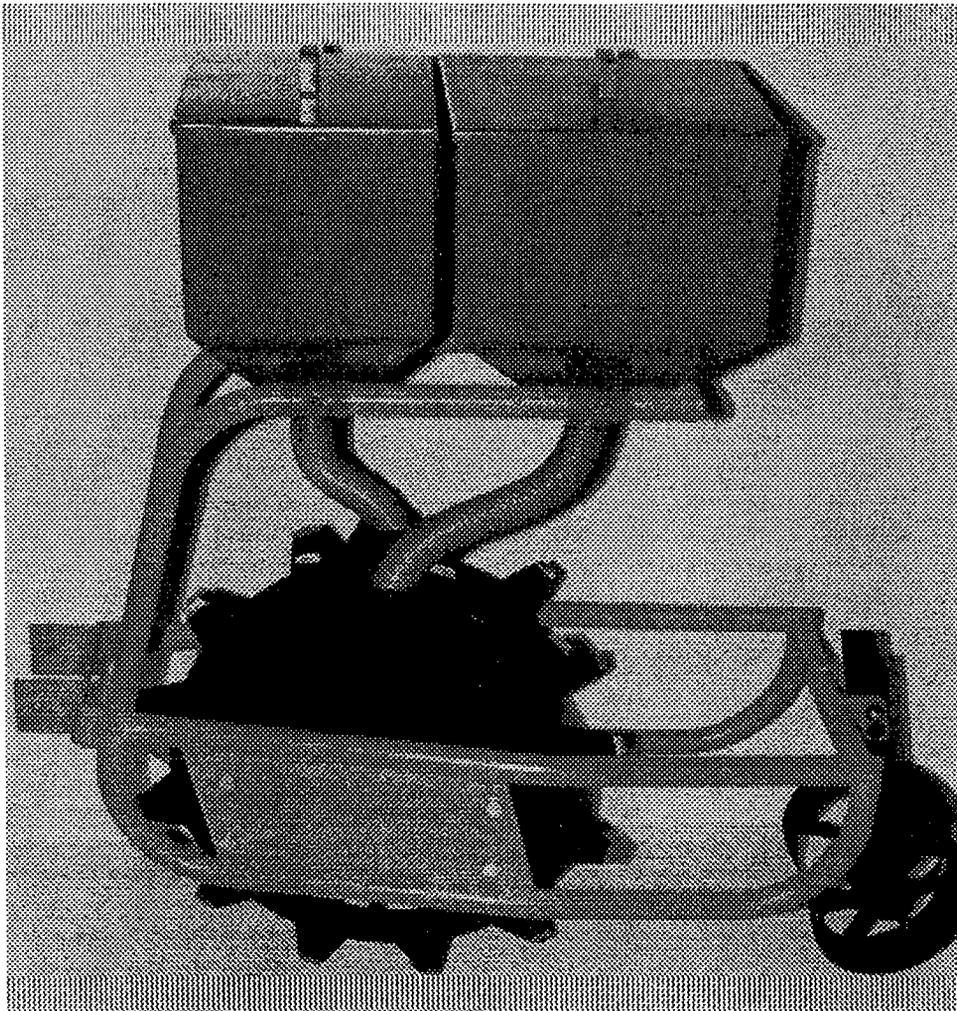


Figura 5.16 - Protótipo da semeadora adubadora por covas para o plantio direto.

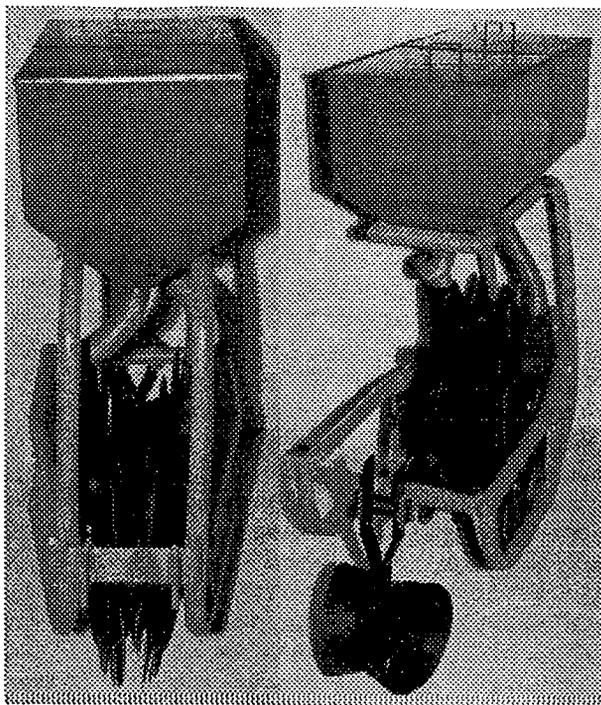


Figura 5.17 - Vistas frontal e traseira do protótipo.

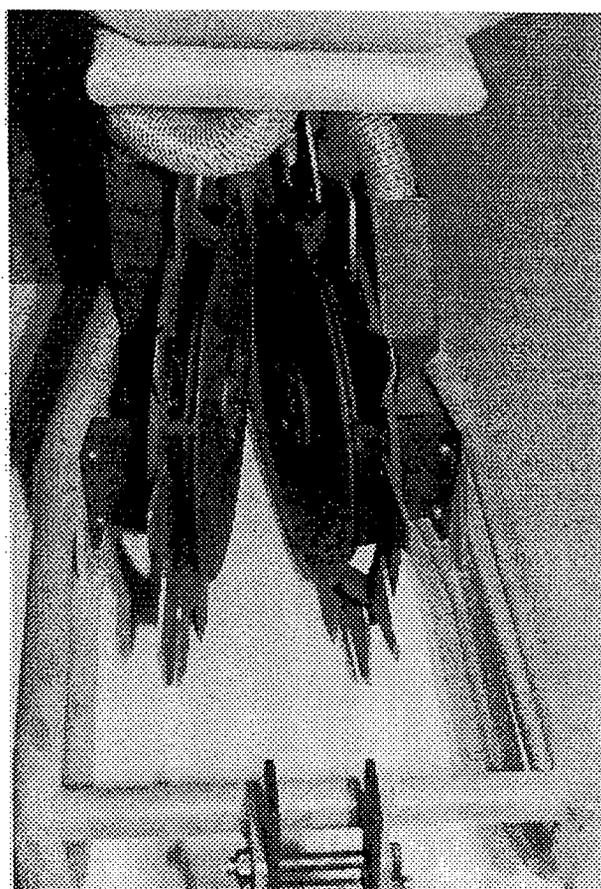


Figura 5.18 - Detalhe da formação do ângulo entre os discos dentados.

capítulo VI

TESTES DO PROTÓTIPO

6.1 - Campo de Testes

A mesma área utilizada nos testes do modelo foi preparada para os testes com o protótipo. Desta vez, a cobertura foi proporcionada pelo plantio prévio de milho. A palhada formada foi devidamente medida, apresentando, nos locais de melhor densidade de cobertura 8.000 kg/ha.

6.2 - Análise dos Resultados

A seguir serão analisados os resultados obtidos no trabalho do solo, bem como do desempenho do protótipo, possibilitando que na etapa seguinte sejam apresentadas sugestões e recomendações para o reprojeto do implemento.

6.2.1 - Das covas abertas

As medidas de comprimento, largura e profundidade das covas, assim como o espaçamento entre elas, foram executadas com o seguinte critério: em uma linha de 50 metros, trabalhada pela semeadora, sem a utilização das rodas compactadoras, a cada 5 metros tomou-se as medidas das covas formadas. Os resultados médios foram:

Largura de cova : 70 mm;
Comprimento de cova : 48 mm;
Profundidade de cova : 53 mm;
Espaçamento entre covas: 50 mm:

Outra verificação foi quanto a densidade das covas, que se manteve, constante em 7 covas por metro.

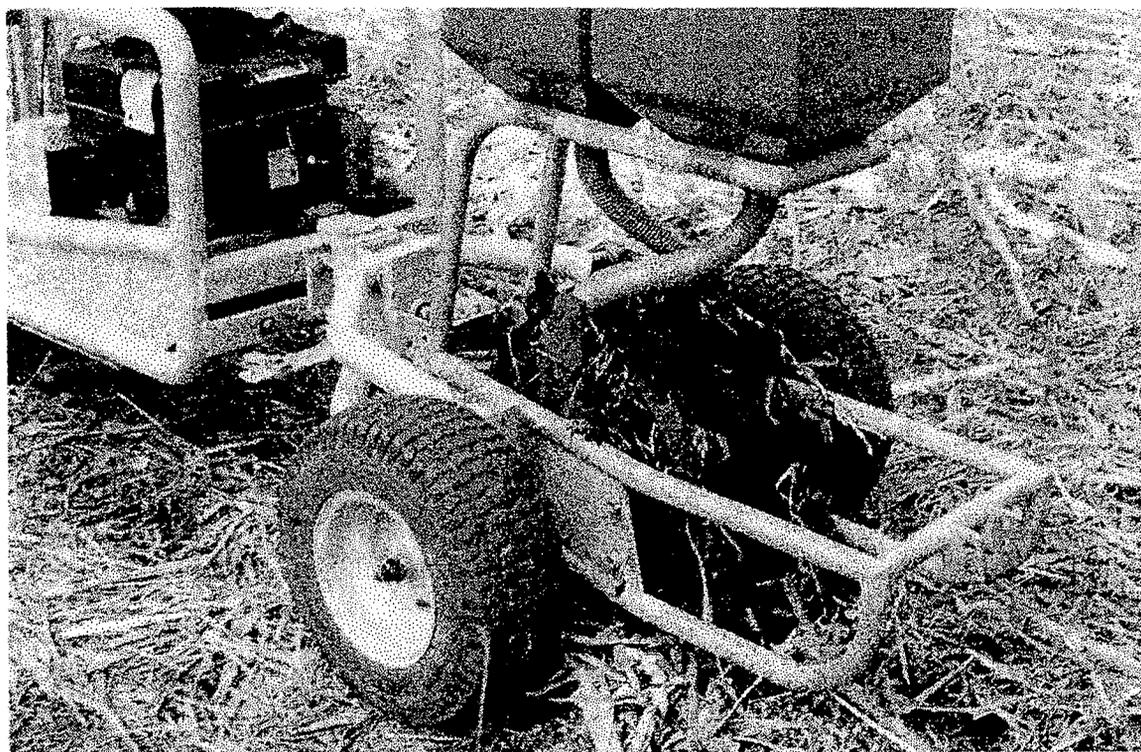


Figura 6.1- Teste da semeadora na fazenda da Ressacada. As rodas compactadoras foram retiradas para observação da abertura das covas.

Os resultados obtidos coincidem com os dos testes do modelo, que eram esperados também para o protótipo. Sendo assim, pode-se considerar como sendo de pleno êxito a operação de abertura das covas.

6.2.2 - Dos Dosadores

Dosador de sementes: Após a verificação das medidas das covas, os reservatórios foram cheios para que, na linha seguinte, fosse possível observar a semeadura e adubação. O critério escolhido para a mensuração foi a verificação integral da linha trabalhada. Os resultados foram os seguintes: do total de 310 covas abertas e semeadas, 240 apresentaram semente devidamente depositada em seu interior, sendo que em 10 destas covas verificou-se a deposição dupla de sementes. Das 70 covas não semeadas, em 43 encontrou-se a semente ao lado da cova, enquanto que nas restantes 27 covas houve ausência de semente.

Percentualmente os resultados apresentados são os seguintes:

1. Semeadura perfeita.....:	81,27 %
2. Dosagem correta.....:	88,06 %
3. Queda da semente fora da cova:	15,19 %
4. Semeadura correta (descontada as falhas do dosador).....:	84,25 %

Os valores apresentados indicam que globalmente o novo sistema semeador apresenta grandes probabilidades de sucesso a se considerar a incipiência desta pesquisa.

Na análise das falhas ocorridas, vários fatores foram considerados.

1. As falhas relativas ao dosador, ausência e dosagem dupla de sementes, estão dentro da faixa esperada, mencionada no trabalho de Ogliari [7]. Sendo, portanto, sua melhoria, objeto de pesquisa dos dosadores.

2 - A queda inadequada das sementes, fora das covas, possui uma avaliação mais cautelosa, pois vários aspectos neste caso são relevantes:

2.1 - Durante a operação de semeadura observou-se que a palhada de milho em alguns casos auxiliava a queda da semente na cova, enquanto que em outros, desviava-a para fora dos orifícios. Portanto, constata-se ser este um fenômeno aleatório, sendo deste modo de difícil suposição. Sugere-se, no entanto, que novos testes sejam realizados com o propósito para de observar especificamente esta ocorrência, ou seja, verificar em que percentual a interação da palha interfere na semeadura.

2.2 - O desvio lateral que a semente sofre durante o percurso de queda, desde o dosador até o solo, pode estar implicando em falhas pelo eventual contato entre a semente e o aro estrutural, o que acarretaria repique da semente e conseqüente queda fora da cova. Esta ocorrência será verificada a seguir em novos testes de laboratório, fig. 6.2b.

2.3 - Outro aspecto relativo a queda da semente é a sua trajetória, fig. 6.2a. A velocidade tangencial da semente quando deixa o dosador é menor do que a do disco dentado, no seu diâmetro primitivo, existindo portanto velocidade relativa entre as partes. Assim, o adiantamento ou atraso da liberação da semente pode influenciar o trajeto percorrido, podendo ocasionar a falha de semeadura pela colisão da semente com um dos raios estruturais.

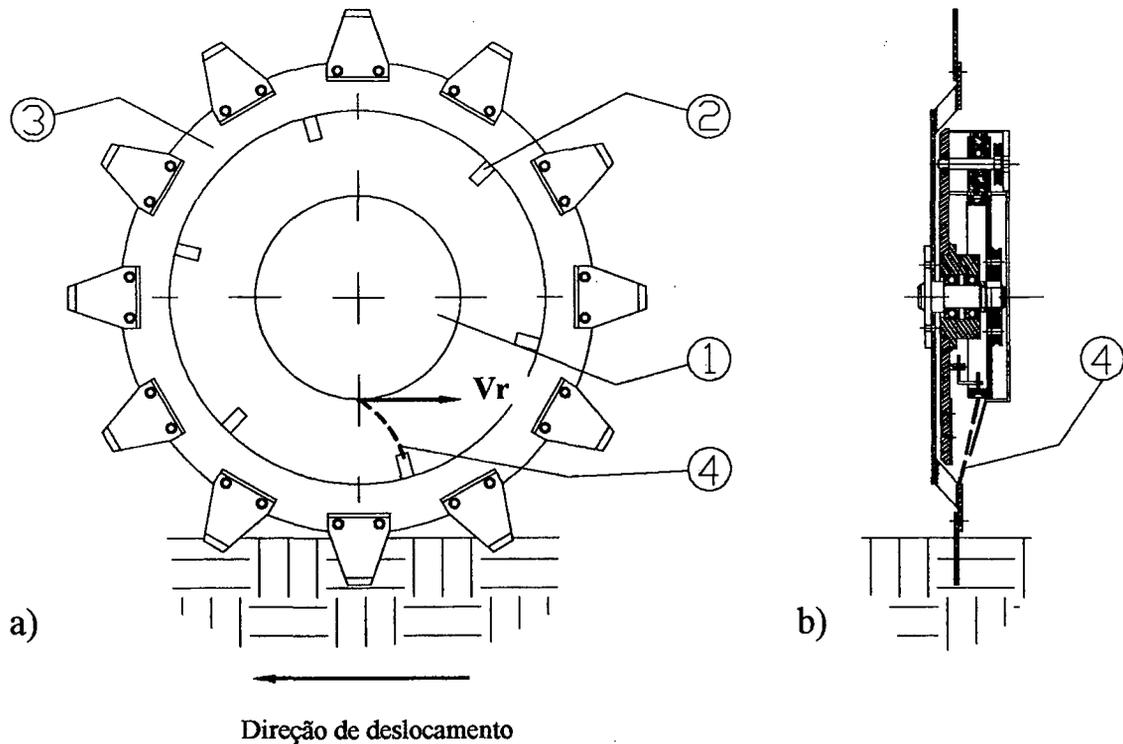


Fig. 6.2 - a) Possível efeito da velocidade relativa, entre o dosador de sementes (1) e os raios (2), sobre a trajetória da queda da semente (4). b) Desvio lateral na trajetória de queda (4) podendo ocasionar choque da semente com o aro (3).

Dosador de Adubo: O aumento do diâmetro do rotor canelado resultou em deposição adequada do adubo em cova. A avaliação visual qualitativa, demonstrou que a maior parte do adubo teve queda em cova, cumprindo portanto a função de dosagem pré-determinada.

6.2.3 - Das Rodas Compactadoras

As rodas compactadoras não tiveram o desempenho esperado. A fixação das rodas por dois pinos tornou-as rígidas, isto é, não possibilitou às mesmas acompanhar as irregularidades do terreno, comprometendo a operação. Ao passar por depressões as rodas dentadas eram impedidas de abrir as covas em profundidade adequada pois as rodas compactadoras, que se situavam em um nível superior, sustentavam todo o conjunto. Da mesma forma ao passarem em saliências, os

discos impediam o contato entre o solo e as rodas compactadoras, comprometendo o fechamento das covas, ver fig. 5.17.



Figura 6.3 - Detalhe das covas abertas e semeadas.

A compactação das covas também não foi eficiente, tanto devido a fixação inadequada das rodas compactadoras como também pela falta de transferência de peso do conjunto para as mesmas, concentrando-se a carga nos discos dentados.

Após os testes com o modelo e o protótipo, constatou-se que a função de limitar a profundidade de cova poderia ser incorporada aos discos dentados. O comprimento das pás é similar a profundidade de cova desejado e, uma vez penetrado todo o dente, os aros de sustentação limitam naturalmente a continuação do movimento. Isto pode ser verificado tanto nos testes do modelo, onde não existiam dispositivos limitadores, quanto no protótipo, quando operado sem as rodas compactadoras.

A partir da verificação da auto-limitação da profundidade realizada pelos discos dentados, retirou-se as rodas compactadoras. Sendo amarrada, em seu lugar, uma corrente grossa improvisada para a função de recobrimento. Os resultados obtidos foram bem mais satisfatórios, sendo promovido o fechamento parcial das covas. Contudo, esta operação deve ser melhor estudada.

6.3 - Teste em bancada

Conforme mencionado anteriormente, novos testes foram realizados buscando identificar as causas da queda de semente fora de cova. Para estes testes o disco pertencente ao sistema covador- semeador foi retirado do implemento e afixado em bancada. O experimento foi montado simulando-se a rotação de trabalho do implemento e as dimensões das covas, através de caixa de areia disposta ao lado do disco covador.

Na primeira etapa dos testes, o sistema foi acionado, com o carregamento adequado de sementes, sem nenhuma modificação em suas partes. Os resultados apresentados de queda de sementes foram iguais aos observados a campo.

Na segunda fase, a calha condutora de descarga do dosador de sementes foi alterada, tendo o seu comprimento aumentado através da colagem de uma pequena chapa, fig. 6.4. Observou-se com esta alteração sensível melhora no acerto da queda de sementes.

A análise da filmagem do experimento confirmou o melhor desempenho do sistema com a alteração da calha condutora. Isto se explica porque o aumento do comprimento da calha evitou que algumas sementes caíssem sobre o aro porta-pás, o que ocasionava o repique dessas sementes. Ainda assim, houveram quedas inadequadas, não esclarecidas, que pressupõe-se serem devidas ao ponto de liberação da semente no dosador, como dito anteriormente.

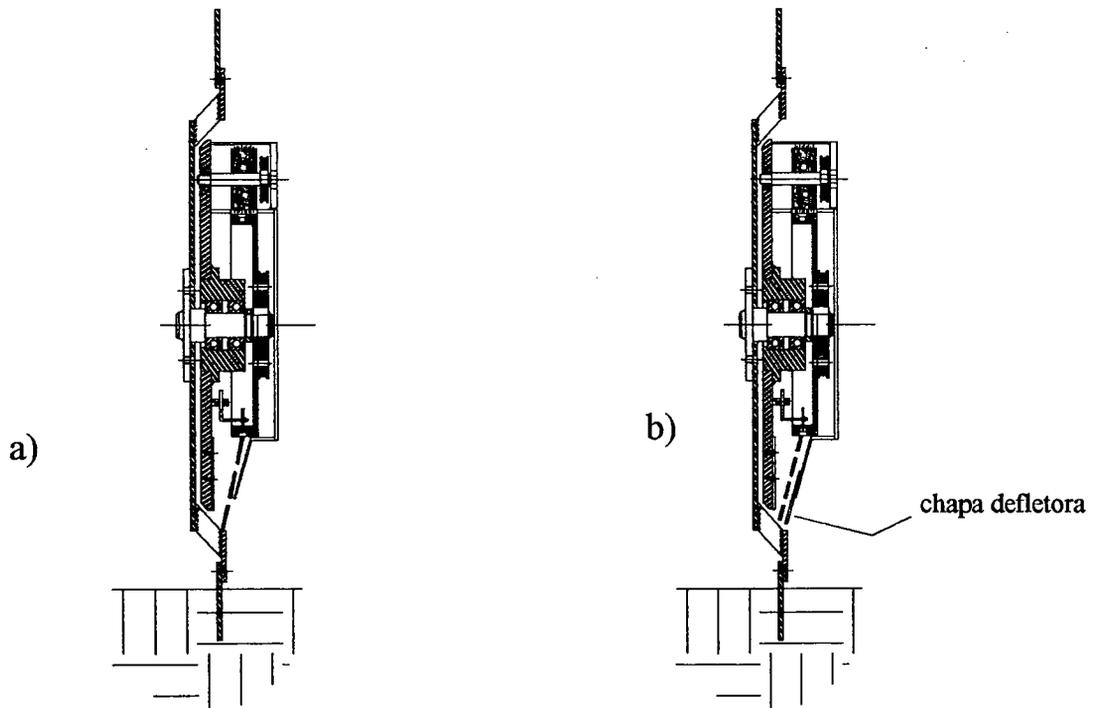


Figura 6.4 - Alteração da calha de descarga do dosador de sementes realizada para teste de bancada.

6.4 - Recomendações para Reprojeto e Produto Piloto

Este item tem por finalidade propor alternativas à concepção de elementos ou sistemas, de forma a otimizar a performance do protótipo. Tem-se ainda como objetivo tratar das recomendações que se fazem necessárias a transição do protótipo para a fase de pré-produção, ou seja, do produto piloto.

6.4.1 - Recomendações de Reprojeto

Da Estrutura

A estrutura tubular deverá sofrer algumas alterações, que são a incorporação de um dispositivo de suspensão mecânica do implemento e a mudança de dimensões na parte traseira, diminuindo o espaço entre os discos dentados e as rodas compactadoras, ver fig. 5.17.

Dos Reservatórios

Os reservatórios devem ter a distância em relação aos discos duplos reduzida. Sendo os afunilamentos reprojatados de forma a direcionar e aproximar o máximo possível das bocas de entrada dos dosadores, procurando deste modo evitar a necessidade do uso de tubulações condutoras, ver fig. 5.17.

Das Rodas Compactadoras

Como já mencionado no capítulo anterior o sistema a ser utilizado para exercer as funções de fechamento e compactação do solo deverá ser melhor estudado. Como possibilidades sugere-se: o uso de correntes, o lastreamento das rodas compactadoras, neste caso apenas pivotadas, ou ainda, o uso de rodas compactadoras, com molas exercendo a força necessária a operação.

Dos Discos Dentados

É de grande importância a continuidade dos estudos, em paralelo ao desenvolvimento do projeto piloto, das dimensões e formas de discos e dentes do sistema covador. Para esta nova etapa devem ser realizados testes buscando identificar precisamente as forças envolvidas na operação do implemento e como estas variam com a mudança de ângulos e geometria do sistema covador.

6.4.2 - Recomendações para Produto Piloto

Materiais

A alteração e ou tratamento de materiais são necessários para que a semeadora possua o desempenho adequado durante toda a vida útil a que foi projetada. Desta forma é recomendável que:

1 - As pás sejam produzidas em aço 1060, sofrendo posteriormente tratamento térmico de tempera e revenimento, conferindo assim, maior resistência ao desgaste.

2 - O tambor dosador de adubo, assim como as partes do dosador que tenham contato direto com o adubo, devem ser feitas de material inerte a ação corrosiva que este produto exerce.

3 - O tambor dosador de sementes, assim com as demais peças do dosador, poderão ser produzidos em material não metálico, uma vez comprovada a economia nos custos.

4 - Os reservatórios deverão ser construídos em material plástico, possibilitando maior facilidade de confecção das formas irregulares;

5 - A escova limpadora deverá possuir cerdas com maior resistência ao desgaste.

Flexibilidade

O atendimento às três culturas, milho, feijão e soja, imprescindivelmente às duas primeiras, é condição essencial para a viabilidade econômica da semeadora. Assim, o projeto deverá permitir a fácil adaptação dos diferentes tambores dosadores e a mudança rápida dos dentes do disco covador.

O estudo da flexibilização deverá levar em conta as características do operador, dos custos envolvidos e da facilidade e segurança de execução.

Como sugestão pode-se projetar os tambores dosadores em material plástico para que sejam fixos ao implemento por encaixe. Outra possibilidade seria o de manter, como no caso do dosador desenvolvido por Ogliari [7], um único tambor que contenha os alvéolos de todas as culturas pretendidas. Quanto aos dentes, uma segunda furação nos aros para troca das pás, individualmente, seria muito dispendiosa em termos de tempo e complexibilidade. Neste caso, os estudos deverão ser voltados a possibilidade de troca de todo o conjunto, ou seja, o aro já contendo as pás.

Detalhes Operacionais

Alguns detalhes são importantes para melhorar o desempenho da semeadora.

1- Os reservatórios deverão conter janelas para visualização do nível de produtos existentes;

2 - A descarga dos reservatórios deverá ser executada de maneira fácil. Por exemplo, através de uma tampa lateral. Isto se não existirem as tubulações condutoras pois, neste caso, a descarga se faz por meio destas;

3 - Raspadores, tipo lâminas, deverão ser fixados a estrutura, promovendo a limpeza das faces externas das pás, ver fig. 6.1.

7.1 - Projeto

O desenvolvimento do protótipo da semeadora adubadora por covas para o plantio direto, como já dito anteriormente, apresenta como principais características a inovação e simplificação dos sistemas que executam as funções de semeadura. Isto só foi possível devido a utilização de um novo princípio de abertura do solo, o sistema covador, cuja tecnologia não possui referências na literatura e que portanto somente seu estudo possibilitaria o escopo deste trabalho.

Os resultados apresentados pelos modelos de testes do sistema covador e pelo protótipo indicaram a viabilidade desta nova técnica. O princípio de abertura do solo através de discos dentados poderá, uma vez consolidada a sua eficiência, ser utilizado tanto em semeadoras de grande porte, quanto em implementos a tração animal, possibilitando no caso destes últimos, a melhoria das condições de plantio para o pequeno agricultor.

Analisando globalmente o protótipo desenvolvido, considera-se promissores os resultados apresentados. As funções de abertura do solo e corte da palha foram executadas perfeitamente. A disposição das sementes apresentou resultados satisfatórios, 84 % das covas foram corretamente semeadas, e espera-se que com futuros ajustes consiga-se resultados compatíveis aos níveis atuais das semeadoras comerciais existentes. A dosagem de adubo não apresentou problemas. As funções de recobrimento e compactação do solo executadas pelas rodas compactadoras não foram cumpridas adequadamente. Contudo, as mudanças necessárias para que estas rodas cumpram suas funções não são difíceis e visam basicamente a promover a flutuação das rodas compactadoras, tornado-as independentes da estrutura. Este princípio é largamente utilizado em semeadoras de grande porte. A redução do tamanho da semeadora e a ausência de transmissões para a movimentação dos dosadores são outros fatores que contribuíram positivamente para o êxito deste projeto.

7.2 - Metodologia de Projeto

As ferramentas metodológicas utilizadas ao longo do desenvolvimento desta pesquisa tornaram possível o enfoque seguro a todo o contexto que envolve a necessidade básica do produto que é a de semear. Assim, foi possível estudar as necessidades técnicas agrícolas e operacionais, assim como as do agricultor, traduzindo-as em requisitos mensuráveis de engenharia. Da mesma forma, trabalhou-se com as possibilidades de execução das funções do implemento por diversos princípios e sistemas, ao passo em que otimizou-se estas funções promovendo a simplificação da semeadora.

A utilização destas ferramentas, sem dúvida, foram de grande importância para o sucesso deste projeto. Contudo, sabe-se que o correto uso destes métodos é outro fator de grande relevância, de tal forma a que não se promova a adaptação do problema a metodologia, distorcendo a realidade. Neste âmbito, algumas dificuldades foram encontradas, sendo a seguir apresentadas.

A técnica do QFD - Desdobramento da Função Qualidade ao determinar os requisitos de qualidade, ou seja, como se tratará a nível de engenharia as necessidades que o produto deve atender, requer que estes devam ser mensurados quantitativamente. Porém, para o desenvolvimento de novas tecnologias, como no presente caso, não se possui parâmetros anteriores para tal procedimento, sendo possível apenas a análise qualitativa de alguns requisitos. Assim, sugere-se que em estudos sobre este método criem-se procedimentos que adequem o QFD para produtos que façam uso de novas tecnologias.

Outra sugestão, se faz quanto a aplicação do método da análise funcional ou função síntese. O método não estipula a natureza em que os eventos ocorrem, ou seja, como se desdobram cronologicamente as subfunções. Sugere-se que este desdobramento se proceda conforme o fluxo do material ao qual o produto trata. No caso da semeadora, optou-se pelo acompanhamento dos eventos que ocorrem conforme o fluxo de semente e adubo.

7.3 - Pesquisas do Laboratório de Projeto

Considerando as grandes dificuldades que os agricultores de pequeno porte enfrentam no Brasil não seria de se esperar que aqueles que se propõem a desenvolver tecnologia para este mercado trabalhassem em melhores condições. Assim, o Laboratório de Projeto sofre a carência de recursos para o fomento de suas pesquisas, já que em geral, as empresas que atuam nesta faixa de mercado não possuem recursos para o investimento em pesquisas.

Dentro desta realidade, sugere-se ao LP algumas mudanças no desenvolvimento dos futuros projetos e mesmo dos reprojotos buscando a maior aproximação aos fabricantes de implementos de pequeno porte. Considera-se, ao entender, que os projetos devam ser realizados não mais isoladamente por um único mestrando mas, sim por uma equipe de projeto que seja composta não só de outros mestrandos, como também de engenheiros pesquisadores e técnicos disponíveis. A forma então de se tratar o projeto deveria considerar ao máximo possível, dentro das condições disponíveis, todas as fases do projeto procurando nas fases finais o comprometimento com os fabricantes interessados, possibilitando assim que os protótipos e produtos pilotos sejam construídos nas próprias unidades fabris das empresas, promovendo o desenvolvimento mais rápido do projeto e com maior qualidade, já que atualmente os protótipos são construídos na oficina do laboratório que não possui infraestrutura adequada.

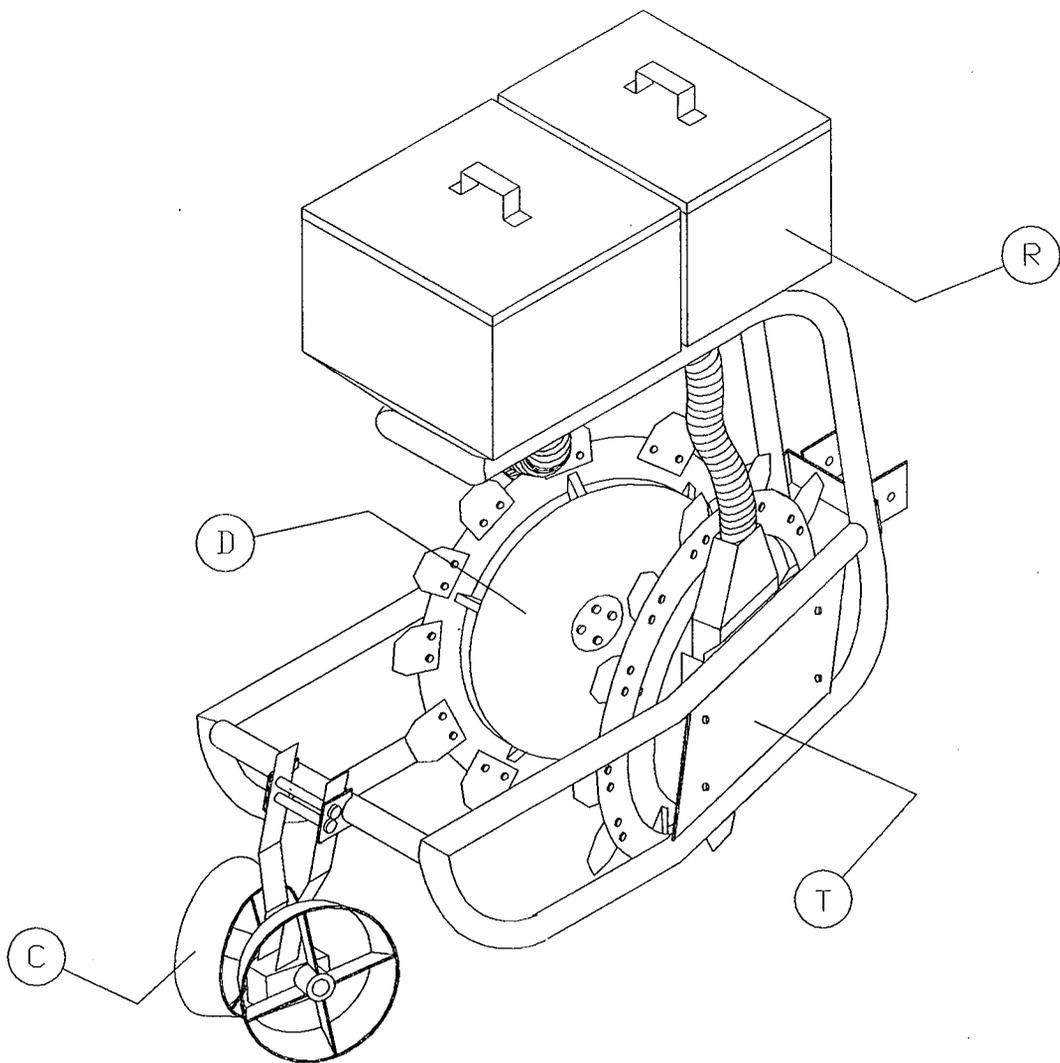
O trabalho em equipe dos mestrandos tornaria possível que vários aspectos que hoje não são abordados em função do tempo disponível fossem tratados, tornando o projeto o mais próximo possível da realidade de mercado.

Outro fator a que o LP deveria se preocupar é que estes projetos não se restrinjam ao tempo disponível pelos mestrandos que os compõem no presente. Ou seja, tornar possível que o mestrando cumpra a sua etapa do projeto, através de sua dissertação, sem que o projeto se finde. Deve-se prever ainda que a equipe não se renove totalmente a cada ciclo de mestrandos, o que acarretaria a perda de conhecimento e atraso do projeto.

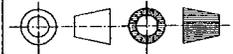
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

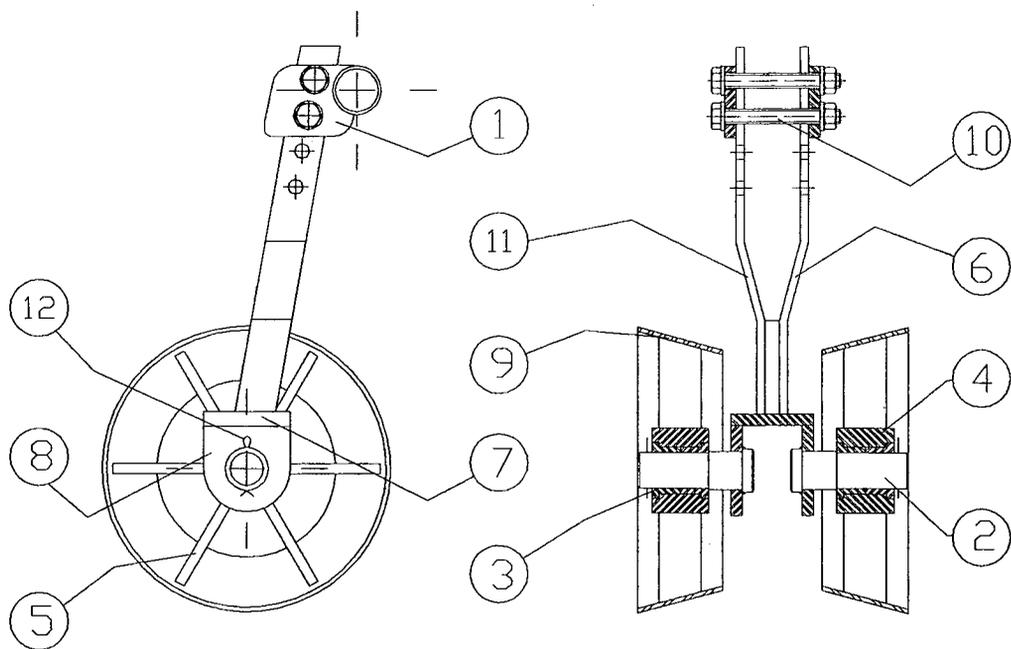
1. DELLAGIUSTINA, DIONÍSIO (1990) - **“Desenvolvimento do Protótipo de uma Semeadora Adubadora de Plantio Direto a Tração Animal”**, Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis.
2. PAHL, G. and BEITZ, W. (1988) - **“Engineering Design a systematic approach”**; Translated by Pomerans, A. and Wallece, K; The Design Concil, London.
3. SHIGLEY, J.E., (1986) - **“Mechanical Engineering Design”**, First Metric Editon, McGraw-Hill Book, N.York.
4. BACK, N., (1983) - **“Metodologia de Projeto de Produtos Industriais”**, Editora Guanabara Dois, Rio de Janeiro.
5. PORTELLA, JOSÉ A. (1983) - **“Um Estudo Preliminar das Forças Atuantes em Elementos Rompedores de Semeadeiras Diretas Comerciais”**, Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas.
6. PHILLIPS, S. H. & YOUNG, H. M. (1973) - **“Agricultura Sin Laboreo”**, Editora Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L., Montevideo.
7. OGLIARI, ANDRÉ. (1990) - **“Estudo e Desenvolvimento de Mecanismos Dosadores de Precisão de Máquinas Semeadoras”**, Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis.
8. MIALHE, LUIZ G. (1980) - **“Máquinas Motoras na Agricultura”**, vol. xx. Editora Pedogógica e Universitária Ltda - EPU, São Paulo.

9. BALASTREIRE, LUIZ A. (1987) - **“Máquinas Agrícolas”**, Editora Manole Ltda, São Paulo.
10. BERNACHI, H.; HAMAN, J.; KANAFOJSKI, CZ. (1972) - **“Agricultural Machines, Theory and Constructon”**, Vol.3, Warsaw.
11. EUREKA, William E. (1992) - **“QFD: Perspectivas gerenciais do desdobramento da função qualidade”**, traduzido por Quintella, M.J.P., Editora Qualitymark, Rio de Janeiro.
12. JUMIL - JUSTINO DE MORAES & IRMÃOS S.A. (1982) - **“Catálogo de Plantadeira a tração Animal”**, Matão.
13. Aldeia Norte Editora Ltda (03/1995), **“PLANTIO DIRETO”**, Revista mensal, Passo Fundo.
14. KLEIN, V. A., DALPAZ, R.C., BORTOLOTTI, D.R. CIVARDI, E.A. (1994) - **“Avaliação, em 3 anos, da profundidade de operação do sulcador e uma Semeadora - Adubadora em semeadura direta de feijão”** - Congresso Brasileiro de Agronomia - COMBEA-94, Campinas.
15. MARCHESAN S/A. (1985) - **“Catálogos de Implementos Agrícolas”**, Matão.
16. CHANG, C.S. (1994) - **“Uma nova abordagem no desenvolvimento de uma Semeadora de Plantio Direto para pequenas propriedades”** - Congresso Brasileiro de Agronomia - COMBEA-94, Campinas.
17. Instituto CEPA/SC (1994) - **“Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina”**, Florianópolis.



T	Subconjunto estrutura			
R	Subconjunto Reservatorio			
D	Subconjunto covador			
C	Subconjunto roda compact			
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO SEMEADORA ADUBADORA POR COVAS PARA PLANTIO DIRETO	NOME	PABLO	DES N°	
		DATA	08/95	SUBS.POR	
		VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA		UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		



12-c	Contrapino 3X40	02	Aço ABNT 1020	
11-c	Haste esquerda	01	Aço ABNT 1020	
10-c	Estojo-Parafuso M12X110	02	Aço ABNT 1020	
9-c	Roda compactadora	02	Aço ABNT 1020	
8-c	Estrutura Mancal 2	02	Aço ABNT 1020	
7-c	Estrutura Mancal 1	02	Aço ABNT 1020	
6-c	Haste direita	01	Aço ABNT 1020	
5-c	Raio	06	Aço ABNT 1020	
4-c	Mancal roda compactadora	02	Aço ABNT 1020	
3-c	Bucha roda compactadora	04	Bronze	
2-c	Eixo roda compactadora	02	Aço ABNT 1020	
1-t	Olhal roda compactadora	02	Aço ABNT 1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

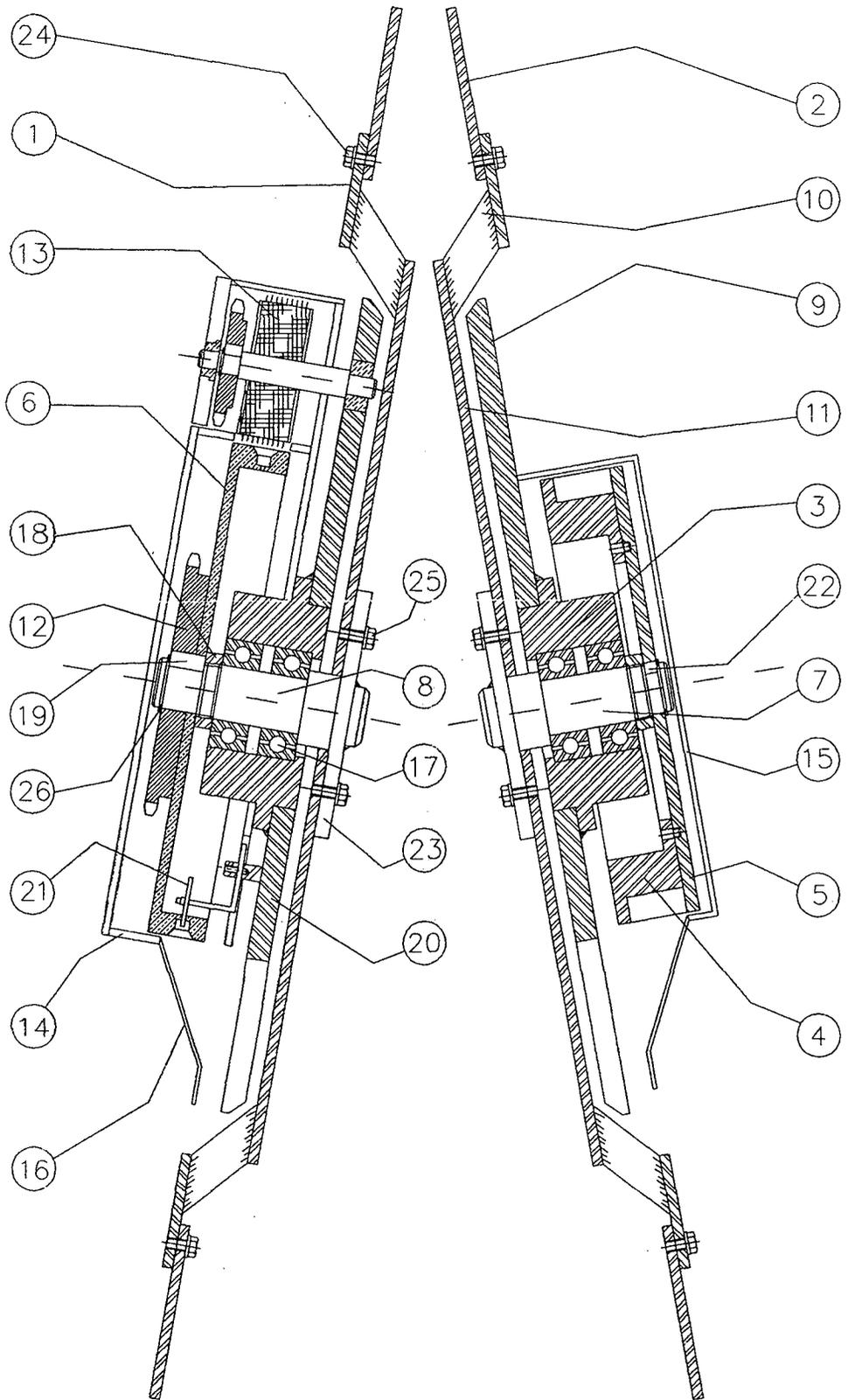
UFSC

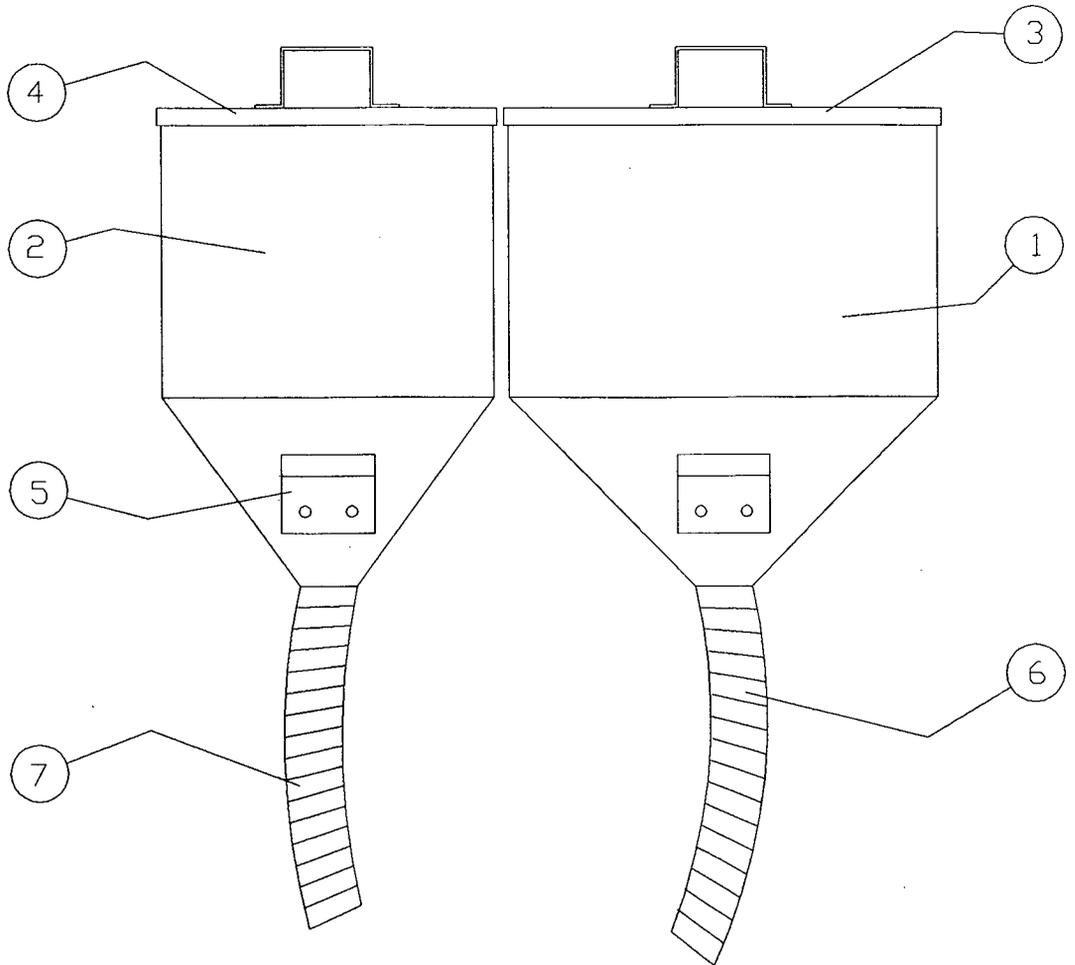
ENGENHARIA MECÂNICA
LABORATORIO DE PROJETO

NOME	PABLO	DES N°	
DATA	08/95	SUBS.POR	
VISTO		EM SUBS.DE	
DATA		UNIDADE	mm
ESCALA	APROV.		

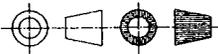


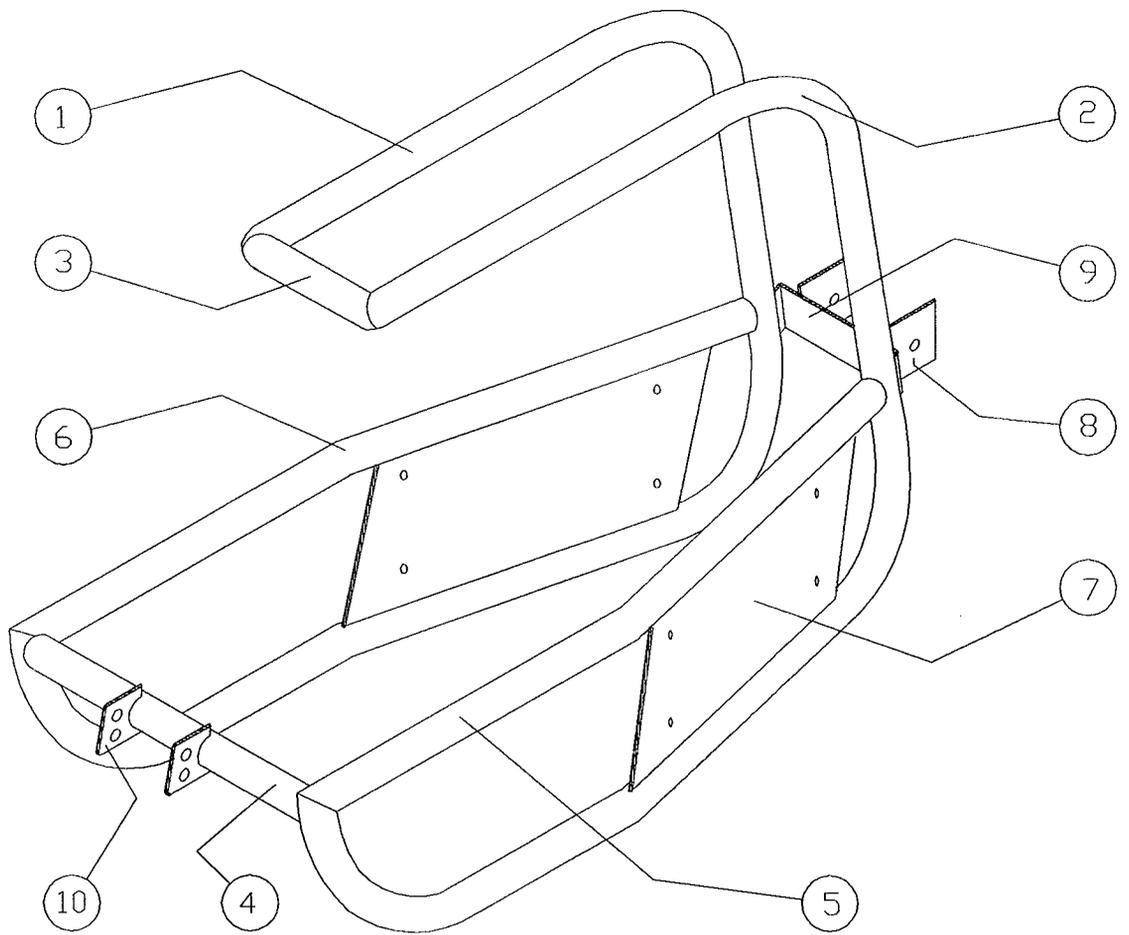
SEMEADORA ADUBADORA POR
COVAS PARA PLANTIO DIRETO





7-r	Tubulacao semente	01	Polimero	
6-r	Tubulacao adubo	01	Polimero	
5-r	Chapa fixacao reserva.	02	Aco ABNT 1020	
4-r	Tampa res\semente	01	Aco ABNT 1020	
3-r	Tampa res\adubo	01	Aco ABNT 1020	
2-r	Reservatorio de sementes	01	Aco ABNT 1020	
1-r	Reservatorio de adubo	01	Aco ABNT 1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO SEMEADORA ADUBADORA POR COVAS PARA PLANTIO DIRETO	NOME	PABLO	DES N°	
		DATA	08/95	SUBS.POR	
		VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA		UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		



10-t	Ølhal-roda compactadora	02	Aço ABNT 1020	
09-t	Ølhal de fixacao	02	Aço ABNT 1020	
08-t	Barra de ligacao	01	Aço ABNT 1020	
07-t	Chapa estrutural	02	Aço ABNT 1020	
06-t	Tubo secundario esquerdo	01	Aço ABNT 1020	
05-t	Tubo secundario direito	01	Aço ABNT 1020	
04-t	Tubo de ligacao estrut-1	01	Aço ABNT 1020	
03-t	Tubo de ligacao estrut-2	01	Aço ABNT 1020	
02-t	Tubo estrutural direito	01	Aço ABNT 1020	
01-t	Tubo estrutural esquerdo	01	Aço ABNT 1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

UFSC	ENGENHARIA MECÂNICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	PABLO	DES N°	
		DATA	08/95	SUBS.POR	
	SEMEADORA ADUBADORA POR COVAS PARA PLANTIO DIRETO	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA		UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.	