

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

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE MECANISMOS DOSADORES  
DE PRECISÃO DE MÁQUINAS SEMEADORAS

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

ANDRÉ OGLIARI

FLORIANÓPOLIS, AGOSTO DE 1990

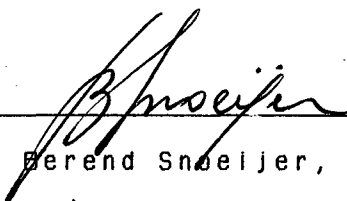
ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE MECANISMOS DOSADORES DE PRECISÃO  
DE MÁQUINAS SEMEADORAS

ANDRÉ OGLIARI

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.

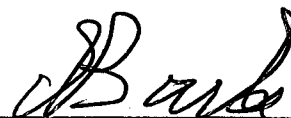


Prof. Berend Snoeijs, Dr.-Ing.  
Coordenador

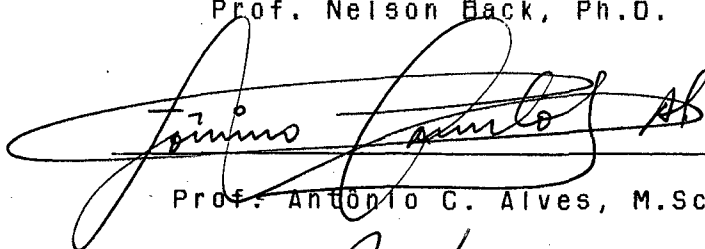


Prof. Nelson Back, Ph.D.  
Orientador

BANCA EXAMINADORA:



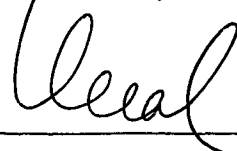
Prof. Nelson Back, Ph.D.



Prof. António C. Alves, M.Sc.



Prof. Acires Dias, M.Sc.



Prof. Longuinho C. M. Leal, M.Sc.

Dedico a meus pais,  
Ulisses (in memoriam) e Maria.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Nelson Back pela orientação profissional e competente.

Aos professores Longuinho da Costa M. Leal e Acires Dias pela orientação minuciosa e incentivadora.

Ao professor Antônio C. Alves pela colaboração e sugestões importantes ao trabalho.

Ao Engenheiro Agrônomo Zenório Piana pelas sugestões e prontidão no fornecimento das amostras de sementes.

Aos amigos Blase Faraco Neto e Roberto Dias Andrade pelo esforço dispendido e auxílio na realização do trabalho.

Aos bolsistas Renato, Gustavo e Francisco pelo auxílio e sugestões.

À turma do Laboratório de Projeto, Carlos, Fernando, Paulo, Dionísio e Pretel, pela amizade e o vínculo criado.

Aos colegas de apartamento, Heber, Polina, Cristiano e Ramon, pela amizade, apoio e incentivo.

Aos colegas do Projeto, Tancredo, Bosco e Jun, pelo espírito de luta no início do curso.

À turma do "mar de lama" pelos momentos de alegria e descontração.

À Isolene (Sula) e Vera (Verinha) pelo auxílio e paciência nos trabalhos de última hora.

Em especial à Edilse Cassol que me apoiou, incentivou e acolheu, da sua maneira, nos momentos mais difíceis e pela qual tive forças para continuar o trabalho.

Ao CNPq pela bolsa de estudos

A UFSC e UCS que proporcionaram a realização e conclusão deste trabalho.

A todos os colegas que, de alguma forma, participaram e ajudaram neste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	01
CAPÍTULO II - REVISÃO DE CONCEPÇÕES DE MECANISMOS DOSADORES DE PRECISÃO.....	04
2.1 - Introdução.....	04
2.2 - Mecanismos dosadores de precisão mecânicos.....	05
2.2.1 - Dosador de disco horizontal.....	06
2.2.2 - Dosador de disco horizontal cônico.....	15
2.2.3 - Dosador de disco horizontal (sistema Hagno).....	17
2.2.4 - Dosador de disco inclinado.....	19
2.2.5 - Dosador de disco vertical.....	21
2.2.6 - Dosador de disco vertical com cavidades..	25
2.2.7 - Dosador de correia.....	28
2.2.8 - Dosador de hastes.....	31
2.3 - Mecanismos dosadores mecânico-pneumáticos de precisão.....	33

2.3.1 - Dosador de sucção com disco perfurado....	34
2.3.2 - Dosador de pressurização com tambor perfurado.....	35
CAPÍTULO III - PRINCIPAIS PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM O PROJETO DE MECANISMOS DOSADORES DE PRECISAO...	38
3.1 - Introdução.....	38
3.2 - Características do material.....	40
3.2.1 - Densidade de semeadura e uniformidade de distribuição de sementes.....	40
3.2.2 - Tamanho e forma das sementes.....	43
3.3 - Armazenamento e alimentação.....	45
3.4 - Individualização e transporte.....	45
3.5 - Raspagem.....	50
3.5 - Ejeção.....	51
3.6 - Condução.....	51
CAPÍTULO IV - DESENVOLVIMENTO DE CONCEPÇÕES.....	54
4.1 - Introdução.....	54
4.2 - Construção da matriz morfológica.....	54
4.3 - Obtenção de concepções utilizando a matriz morfológica.....	67
4.4 - Seleção da solução alternativa.....	71
4.4.1 - Descrição geral da solução proposta.....	71
CAPÍTULO V - PROJETO PRELIMINAR.....	74
5.1 - Introdução.....	74
5.2 - Projeto preliminar.....	74
CAPÍTULO VI - PROJETO DETALHADO E CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO....	81
6.1 - Introdução.....	81
6.2 - Projeto detalhado.....	81
6.3 - Construção do protótipo.....	88

CAPÍTULO VII - FASE DE TESTES E REPROJETO.....	95
7.1 - Testes preliminares.....	95
7.2 - Fase de reprojeto inicial e testes.....	96
7.3 - Segunda fase de reprojeto e testes.....	101
7.4 - Testes de campo.....	105
7.5 - Testes finais e avaliação geral do protótipo.....	106
7.5.1 - Teste de distribuição longitudinal.....	107
7.5.2 - Teste de danificação mecânica.....	109
7.6 - Comparação dos requisitos de projeto com os resultados obtidos.....	113
CAPÍTULO VIII - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	115
8.1 - Conclusões.....	115
8.2 - Recomendações para melhoramento do protótipo.....	116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
APÊNDICE A - BANCADA DE TESTE .....	122
A.1 - Introdução.....	122
A.2 - Requisitos de projeto e desenvolvimento da bancada.....	123
A.3 - Descrição da solução desenvolvida.....	124
A.4 - Conclusões e recomendações.....	125
APÊNDICE B - MODELO MATEMÁTICO E CÁLCULO DO TAMBOR DOSADOR...	128
ANEXO I - DESENHOS DO PROTÓTIPO.....	133

## RESUMO

O presente trabalho trata do desenvolvimento de um mecanismo dosador de precisão para a dosagem de sementes de milho, feijão e soja, apropriado a máquinas semeadoras de tração animal. O trabalho apresenta, na parte inicial, uma análise das funções e parâmetros de projeto de mecanismos dosadores de precisão. Baseado nesta análise desenvolveu-se alternativas de solução utilizando o método morfológico. A concepção selecionada apresenta um tambor vertical com três linhas de orifícios em sua superfície sendo cada linha correspondente a um tipo de semente. Nessa forma, pode-se dosar os três tipos de sementes, em questão, sem a troca do tambor dosador. A concepção desenvolvida foi analisada, detalhada, construída e testada sob várias combinações de parâmetros como velocidade, tipo de semente, dimensões dos orifícios de captação e altura de queda das sementes. Os testes de laboratório mostraram o bom desempenho do mecanismo, no entanto, há necessidade de aperfeiçoar alguns de seus componentes conforme consta nas recomendações finais do trabalho.



## ABSTRACT

This work deals with the developing of a precision seed-metering device for the seeding of corn, bean and soybean, which is appropriate for animal traction seeder machines. At the initial part of the work, it is presented an analysis of the functions and design parameters of the precision seed-metering device. Based on this analysis, alternative conceptions of this mechanism are developed using the morphological method. The selected conception presents a vertical drum with three lines of cells and permits the seeding of corn, bean and soybean, without substitution of the metering drum. The analysis, detailed project, construction of the prototype and performance tests are described. The performance tests are accomplished based on combinations of parameters, such as velocity, type of seed, dimensions of cells, and discharg height. The tests in laboratory show good performance of this device, however, in order to improve it performance, some parts could be modified in the mechanism.

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

O sucesso da produção agrícola depende de uma série de fatores, dentre os quais a sementeira. Ela é responsável por uma razoável parcela da produtividade de uma lavoura, podendo ser realizada manualmente ou através de máquinas, com tração animal ou mecânica.

Na sementeira de precisão, os mecanismos dosadores são os órgãos das máquinas responsáveis pela dosagem e distribuição das sementes no solo. É necessário que as sementes, dosadas individualmente, sejam distribuídas em espaçamentos pré-determinados, com reduzida percentagem de danificação mecânica.

A população final ótima de plantas numa lavoura define a densidade de sementeira para uma melhor produtividade da cultura. Para a melhor distribuição das plantas no campo, é necessário uma equidistância regular entre as linhas da cultura e das sementes dentro da linha [26].

Essa densidade é definida como ótima, de acordo com a MEDEIROS & VIANA [261]. Assim, áreas semeadas com valores abaixo ou acima do valor ótimo poderão apresentar redução na produtividade.

Por outro lado, as sementes dosadas dentro do valor ótimo de densidade de sementeira devem ser distribuídas uniformemente. A sementeira desuniforme acarreta falhas e/ou acúmulos de plantas, reduzindo o aproveitamento da área e provocando perdas nos espaços não plantados. Nas falhas, há maior risco de erosão e desenvolvimento de plantas daninhas. Os acúmulos de plantas, por sua vez, provocam grande competição por

água, luz e nutrientes [14].

As falhas numa lavoura podem ocorrer, também, pela danificação mecânica causada às sementes pelos mecanismos dosadores. Dependendo do grau de danificação, a semente não germinará ou produzirá uma planta anormal, reduzindo, assim, o rendimento.

Verificou-se que os mecanismos dosadores são de grande importância para se obterem os padrões de semeadura adequados de uma cultura e, conseqüentemente, um bom rendimento da lavoura. Para isso, segundo COSTA et alii [14], os dosadores devem apresentar as seguintes características básicas: adequada taxa de descarga, reduzida percentagem de danificação mecânica e regularidade na distribuição das sementes.

Os trabalhos feitos nessa área procuram avaliar e propor melhorias nas máquinas semeadoras e, mais especificamente, no sistema de dosagem. Os resultados de desempenho dos dosadores são apresentados em função da variação de parâmetros, como velocidade, tipo de semente, tipo de mecanismo, entre outros. Tem-se mostrado, que os sistemas de dosagem atualmente encontrados nas semeadoras nacionais não dosam corretamente as sementes e causam muitos danos mecânicos as mesmas [14,12].

Sabendo-se da importância dos sistemas de dosagem das sementes, para se obter uma boa semeadura e considerando os resultados obtidos com os dispositivos existentes, pretende-se, com este trabalho, desenvolver um protótipo de um mecanismo dosador de precisão para a dosagem de sementes de milho, feijão e soja, destinado a máquinas semeadoras à tração animal. Além disso, faz parte dos objetivos, uma avaliação do desempenho do protótipo desenvolvido com a variação de parâmetros como velocidade de deslocamento da máquina, tipo de semente, entre outros. Para tal, construiu-se uma bancada de testes que simula o movimento de uma máquina semeadora no solo.

O protótipo a ser desenvolvido, para satisfazer as necessidades de dosar adequadamente as sementes e ter um desempenho satisfatório, deve:

- dosar sementes de milho, feijão e soja;
- apresentar baixo índice de danificação mecânica;
- apresentar adequado número de sementes por metro

linear:

- apresentar regularidade de distribuição das sementes;
- ser de fácil regulagem;
- ser simples, compacto e robusto;
- ser de fácil acionamento;
- ser adaptável às máquinas com tração animal;
- ser de baixo custo.

Uma extensa pesquisa bibliográfica, que incluiu livros, artigos, patentes, revistas especializadas, catálogos de fabricantes, forneceu informações importantes para o desenvolvimento do trabalho.

Essas informações constam do capítulo 2, onde são descritas diversas concepções de mecanismos dosadores de precisão.

No capítulo 3, são analisados os principais parâmetros que influenciam o projeto de mecanismos dosadores de precisão de sementes.

O capítulo 4 apresenta novas soluções propostas para o problema e os critérios utilizados para a escolha da melhor.

O capítulo 5 relata aspectos do projeto preliminar; nele são definidas as dimensões e características principais do protótipo, obtidas com o auxílio de um modelo descrito no APÊNDICE B.

As especificações dos elementos que compõem o mecanismo proposto e os detalhes construtivos são apresentados no capítulo 6. No capítulo 7, são descritos e analisados os testes realizados em laboratório e no campo. Para os testes de laboratório, foi desenvolvida uma bancada de testes que está descrita no APÊNDICE A, onde são relatados os aspectos de seu projeto e construção. Para os testes de campo, por sua vez, o protótipo foi colocado em uma máquina semeadora-adubadora de plantio direto à tração animal, desenvolvida no Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC.

A análise dos resultados obtidos nos testes serviu de subsídio para apresentação das conclusões e recomendações finais, que estão descritas no capítulo 8.

## CAPÍTULO II

### REVISÃO DE CONCEPÇÕES DE MECANISMOS DOSADORES DE PRECISÃO

#### 2.1 - Introdução

No presente capítulo, será feita uma análise das principais concepções de mecanismos dosadores de precisão, sendo abordados aspectos relativos à conceituação, classificação, princípios de funcionamento, componentes, acionamentos, regulagens, entre outros. Os dados aqui relatados, em conjunto com os parâmetros apresentados no capítulo 3, servirão de base para a concepção de uma solução que atenda, com eficiência, o processo de dosagem de precisão das sementes e satisfaça os requisitos de projeto.

Um eficiente processo de dosagem consiste em individualizar as sementes, contidas em um determinado reservatório, sem danificá-las e distribuí-las uniformemente, de acordo com os padrões recomendados para cada tipo de cultura. A individualização e distribuição uniforme se fazem necessárias, visto que, haverá um melhor aproveitamento, pelas plantas, dos nutrientes, luz, água, etc., necessários a um adequado desenvolvimento.

De um modo geral, os dosadores de precisão podem ser classificados em dois grupos principais: os mecânicos, que são aqueles em que o processo de dosagem é baseado em princípios puramente mecânicos e os mecânicos pneumáticos, onde, além dos princípios mecânicos, estão associados os efeitos de sucção e

pressurização do ar.

Os do primeiro grupo apresentam-se, geralmente, na forma de discos com alvéolos, dispostos no fundo de um reservatório, e que, ao girarem, captam e transportam as sementes, pelos alvéolos, até uma abertura de saída, onde são liberadas e direcionadas até o solo.

No segundo caso, os mecanismos constituem-se em discos ou tambores perfurados, nos quais atuam os efeitos de pressurização ou sucção do ar. Dessa forma, quando as sementes entram em contato com as perfurações, são captadas, pelo diferencial de pressão criado, e transportadas até uma abertura de saída. Nesse ponto, o diferencial de pressão é eliminado e as sementes caem em elementos que as conduzem até o solo.

Ambos os casos podem ter suas seqüências de funções representadas pelo fluxograma mostrado na FIGURA 2.1. Cada função é efetuada, normalmente, por dispositivos distintos, existindo várias soluções para as mesmas.

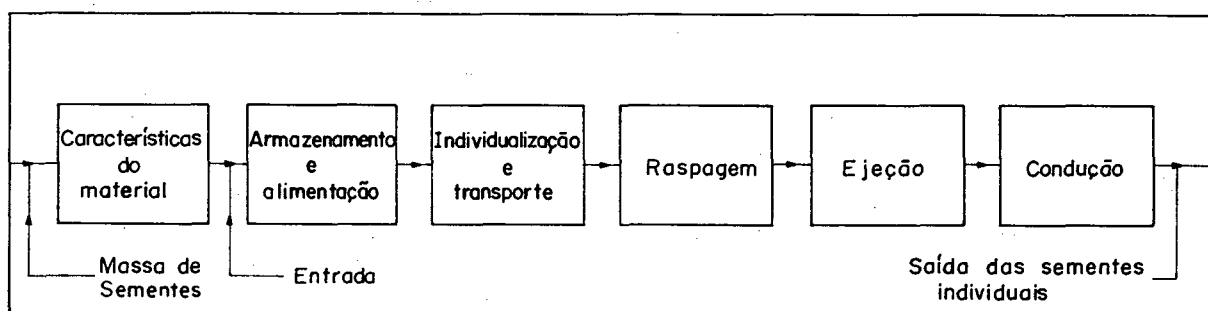


FIGURA 2.1 - Sequência de funções comuns nos mecanismos dosadores.

Fazem parte dos grupos mencionados, vários mecanismos, que serão abordados em detalhes a seguir.

## 2.2 - Mecanismos dosadores de precisão mecânicos

Esses tipos de dosadores, usados em máquinas de tração animal e mecânica, são normalmente empregados para a dosagem de sementes como milho, soja, feijão, amendoim, algodão, entre outros, ou seja, sementes maiores.

As concepções aqui descritas seguem uma ordem, de acordo com a forma de captação. Em primeiro lugar, serão abordadas aquelas em que a captação é feita através de alvéolos (discos, tambores e correias) e, na sequência, aquelas em que a captação é feita mediante elementos especiais (hastes fixas e hastes móveis). Desse modo, será observada a seguinte relação:

- dosador de disco: {
  - horizontal
  - inclinado
  - vertical
- dosador de tambor vertical
- dosador de correia
- dosador de hastes {
  - fixas
  - móveis

Dentro de cada tipo apresentado acima, existem variações que, por possuírem características importantes, serão também abordadas em seus aspectos principais.

### 2.2.1 - Dosador de disco horizontal

A grande maioria das máquinas semeadoras nacionais, de tração mecânica e animal, utiliza esse sistema de dosagem, que se constitui, assim, no mais comum de todos.

Sua concepção básica pode ser representada pela FIGURA 2.2, onde são mostrados os elementos principais do conjunto.

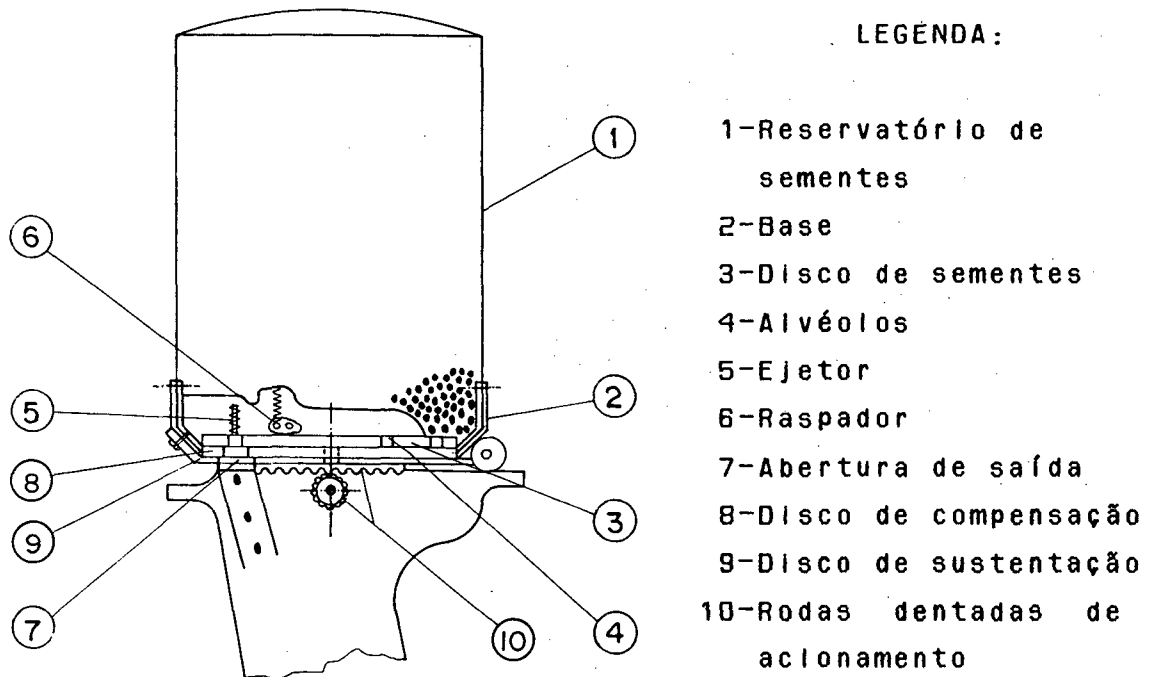


FIGURA 2.2 - Concepção básica de um mecanismo dosador de disco horizontal [13].

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 e as conduzem 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 da 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.

Os elementos acima descritos apresentam várias configurações construtivas e possuem aspectos importantes que merecem destaque. Em função disso, alguns deles serão abordados a seguir, com maiores detalhes.

#### A) Base do dosador

É o elemento onde estão, normalmente, fixados o reservatório de sementes, o raspador e o ejetor. Possui uma superfície em forma de cone, lisa ou com nervuras, que suporta a coluna de sementes direcionando-as para os alvéolos de captação. A FIGURA 2.3 mostra dois tipos de base comumente encontradas nos dosadores de disco horizontal.

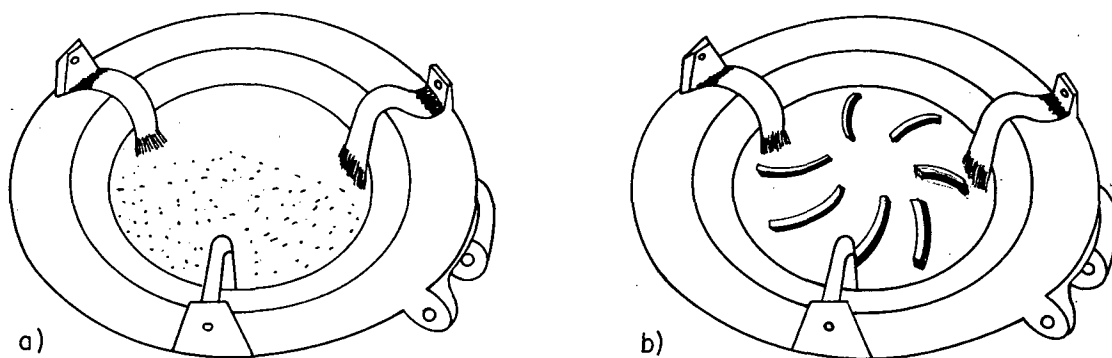


FIGURA 2.3-Base do dosador. a) superfície cônica lisa [31]; b) superfície cônica com nervura [23].

Esses elementos são, normalmente, articulados com o disco de sustentação, permitindo, assim, a troca dos demais discos, de sementes e inferior. Facilitam, também, a descarga das sementes acondicionadas no interior do reservatório.

Em alguns casos, a superfície cônica é removível, de forma que a troca dos discos é feita mediante a retirada da mesma, conforme FIGURA 2.4.

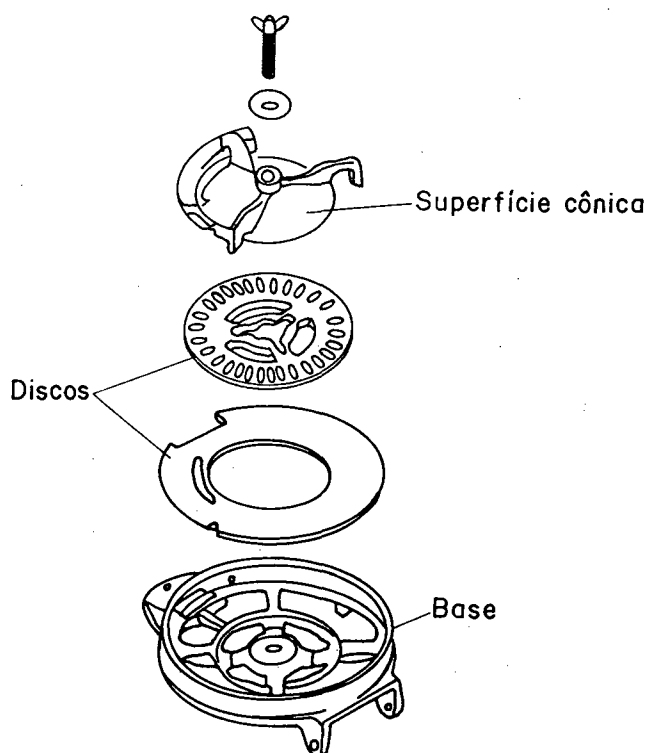


FIGURA 2.4-Base do dosador com a superfície cônica removível [08].

## B) Discos de sementes

São os elementos responsáveis pela individualização e transporte das sementes até a abertura de saída. Apresentam-se na forma de um disco plano de espessura constante, possuindo alvéolos dispostos radialmente em sua superfície. São encontrados, normalmente, em nylon ou ferro fundido e os tipos mais comuns são:

B1) discos com alvéolos circulares ou oblongos: são usados, geralmente, para sementes de formato esférico ou elíptico, tais como soja, feijão, entre outras FIGURA 2.5.

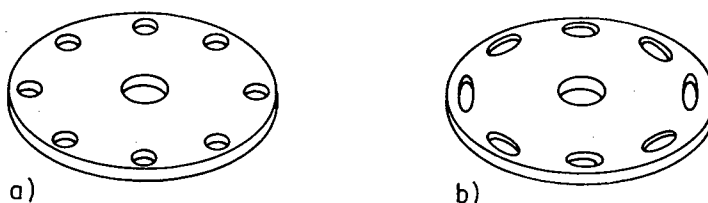


FIGURA 2.5 - Discos de sementes com diferentes tipos de alvéolos a) circulares; b) oblongos [13].

B2) discos com alvéolos laterais: são, normalmente, usados para sementes achatadas e/ou classificadas por tamanho. De acordo com a FIGURA 2.6, existem dois tipos: os de captação lateral, onde as sementes ficam lateralmente dispostas no alvéolo, e os de captação plana, onde as sementes ficam planamente dispostas no alvéolo. Esses tipos de discos são, normalmente, empregados para sementes de milho.



FIGURA 2.6 - Discos com alvéolos laterais para diferentes tipos de captação. a) captação lateral; b) captação plana [31].

Os alvéolos laterais apresentam-se de várias formas e tamanhos dependendo do tipo de semente. Em alguns casos, conforme FIGURA 2.7, possuem uma superfície de entrada que facilita o acesso da semente ao interior do alvéolo.

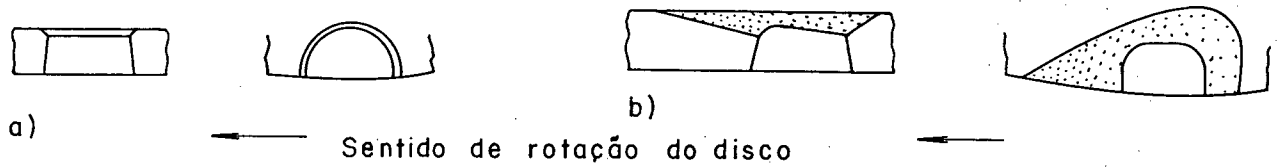


FIGURA 2.7-Forma dos alvéolos laterais. a)alvéolo para captação plana; b)alvéolo para captação lateral [31].

### C) Elemento raspador

É o elemento destinado a retirar o excesso de sementes que pode ocorrer durante o processo de captação. Os tipos mais comuns, conforme FIGURA 2.8, são de haste articulada, forçada contra o disco através de uma mola, e de escova fixa, cujas cerdas escovam a superfície do disco.

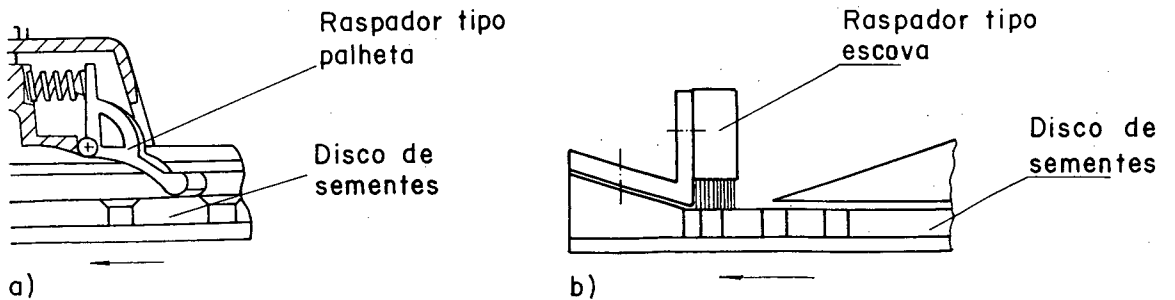


FIGURA 2.8- Detalhe dos tipos de elementos raspadores. a) haste articulada; b) escova [31].

## D) Elemento ejetor

É responsável pela ejeção das sementes captadas no ponto de descarga. Apresentam-se sob duas formas mais comuns. A primeira consiste de um punção articulado, forçado através de uma mola, que, ao penetrar no interior do alvéolo, ejeta a semente. A segunda compreende um rolete liso ou dentado, ligado a um braço articulado, que é forçado contra o disco através de uma mola. A parte do rolete que penetra no interior do alvéolo faz com que as sementes caiam, FIGURA 2.9.

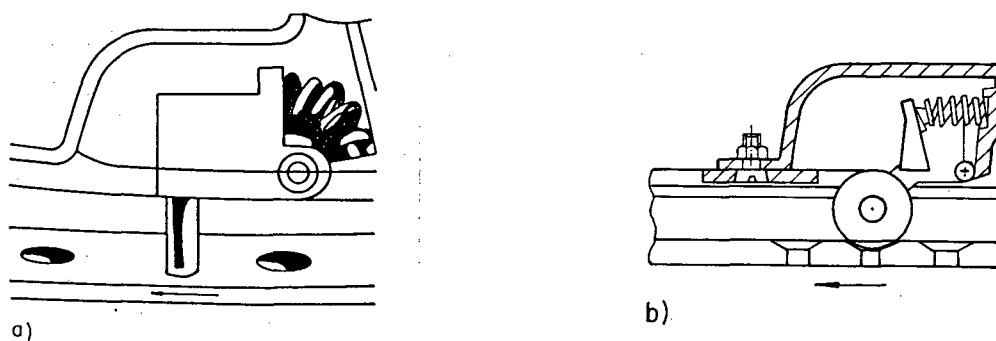


FIGURA 2.9- Detalhe dos tipos de elementos ejetores. a) punção [25]; b) rolete [31].

Os ejetores tipo rolete liso possuem uma superfície inclinada, podendo ser regulados de acordo com o tipo de alvéolo do disco de sementes, FIGURA 2.10.

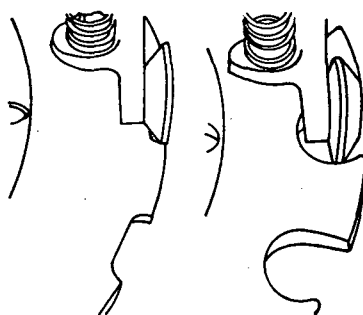


FIGURA 2.10 - Regulagem do elemento ejetor tipo rolete liso [31].

### E) Disco Inferior (de compensação)

Apresenta-se sob duas formas: disco inferior reversível com canaleta e disco inferior com borda. O primeiro é usado para compensar as diferenças de espessura dos discos de sementes ou aumentar a profundidade dos alvéolos. A FIGURA 2.11 mostra esse disco e suas montagens.

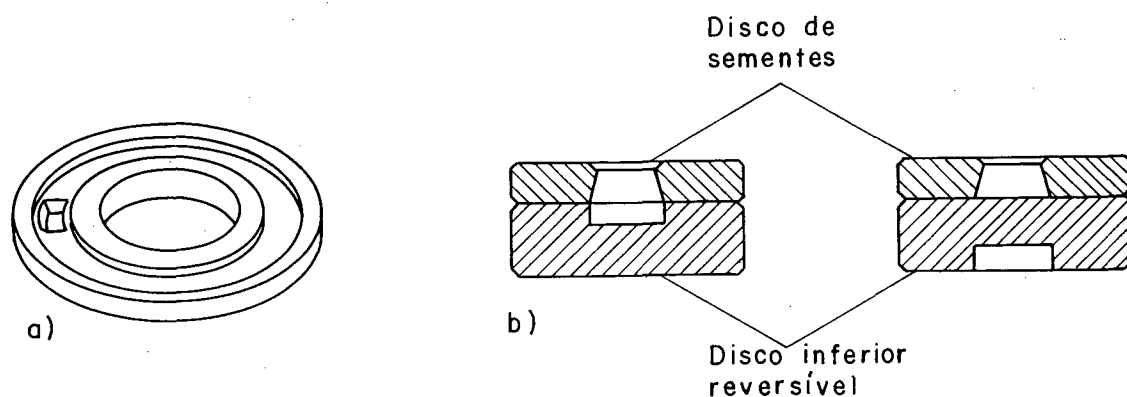


FIGURA 2.11-a) Disco inferior reversível; b) Detalhe das posições de montagem [25].

O segundo tipo possui uma borda externa, FIGURA 2.12, e é utilizado quando o diâmetro do disco de sementes é menor que o normal.

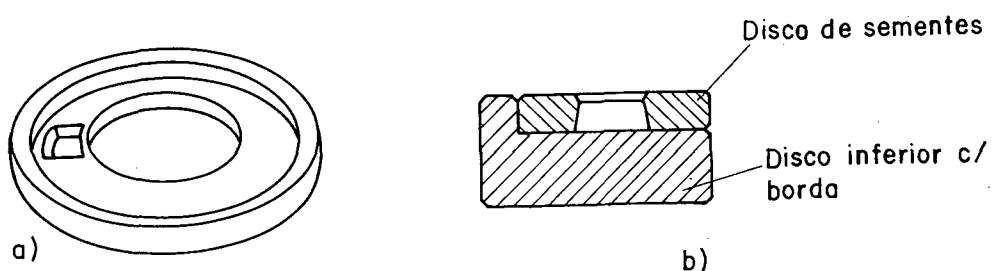


FIGURA 2.12-a) Disco inferior com borda; b) Detalhe de montagem [25].

### F) Disco de sustentação

Esse elemento é responsável pelo suporte dos demais discos (sementes e inferior). Apresenta-se na forma de um disco plano em cuja superfície existe uma abertura destinada a saída das sementes. Possui um ponto de articulação numa das extremidades e um ponto de fixação na extremidade oposta, de forma que possa ser movimentado em relação à base permitindo a troca dos demais discos. A FIGURA 2.13, mostra dois tipos de disco de sustentação comumente encontrados.

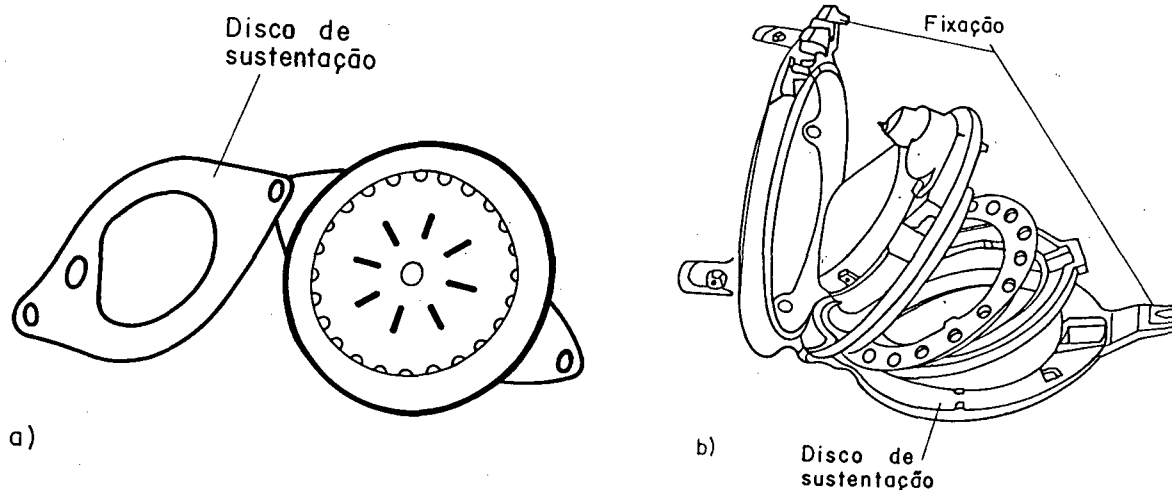


FIGURA 2.13 - Tipos de discos de sustentação. a) oval [21]; b) anel [31].

### G) Elementos acionadores

O acionamento desses mecanismos é realizado a partir da roda de acionamento da máquina, através de um conjunto de transmissão composto por rodas dentadas e correntes. A TABELA 2.1 apresenta algumas configurações e características do sistema de acionamento de algumas semeadoras-adubadoras à tração animal.

TABELA 2.1- Características do sistema de acionamento de semeadoras-adubadoras à tração animal [12].

Fabricante	Acionamento		Transmissões	
	Tipo	$\phi$ (mm)	Tipo	Esquema
1 MARQUESAN (TATU)	Roda acionadora dianteira com garras	510	Roda dentada e corrente agrícola	
2 BALDAN	Idem 1 com roda lisa	500	Idem 1	
3 GRIMALDI	Idem 1	470	Roda dentada e duas correntes agrícolas	
4 SANS	Idem 1	500	Roda dentada, corrente agrícola	
5 HMC	Idem 1	510	Todo sistema por rodas dentadas	
6 GITRA	Idem 1 com garras mais salientes	510	Idem 4	

RA - Roda Acionadora; A - Dosador/Adubo; S - Dosador/Sementes.

Obs: Os algarismos indicados nos esquemas representam o número de dentes das rodas dentadas.

### 2.2.2 - Dosador de disco horizontal cônico

A concepção deste mecanismo, FIGURA 2.14, diferencia-se das demais concepções de dosadores de disco horizontal pela presença de um disco cônico, cuja extremidade superior possui um pino excêntrico.



## LEGENDA:

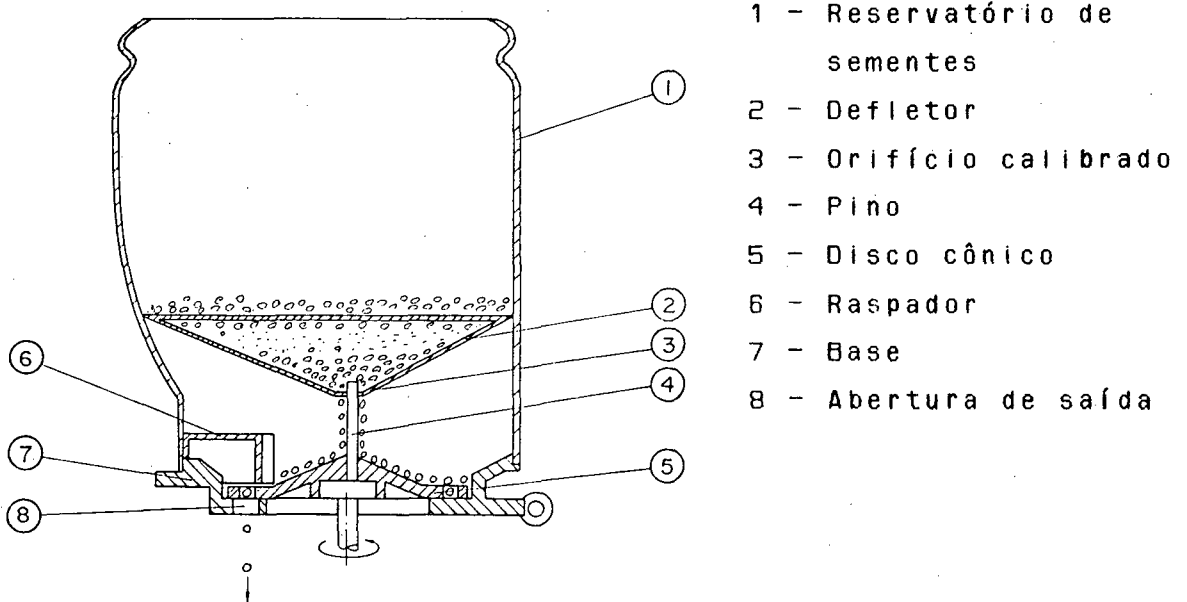


FIGURA 2.14- Dosador de disco horizontal cônico [22].

Neste caso, a coluna de sementes, acondicionadas no reservatório (1), é suportada pelo defletor (2) de forma que as mesmas caem, através do orifício calibrado (3), sobre o disco cônico (5). Em função da forma do disco, as sementes são direcionadas até os alvéolos de captação nele contidos.

O pino (4) gira excêntricamente no orifício calibrado, evitando que as sementes empilhem e interrompa-se a alimentação.

Assim, as sementes captadas são conduzidas até a abertura de saída (8), passando pelo raspador (6) que está fixo na base (7).

### 2.2.3 - Dosador de disco horizontal (sistema Hagno).

Esta concepção, FIGURA 2.15, possui uma particularidade especial relativa ao dispositivo de ejeção.

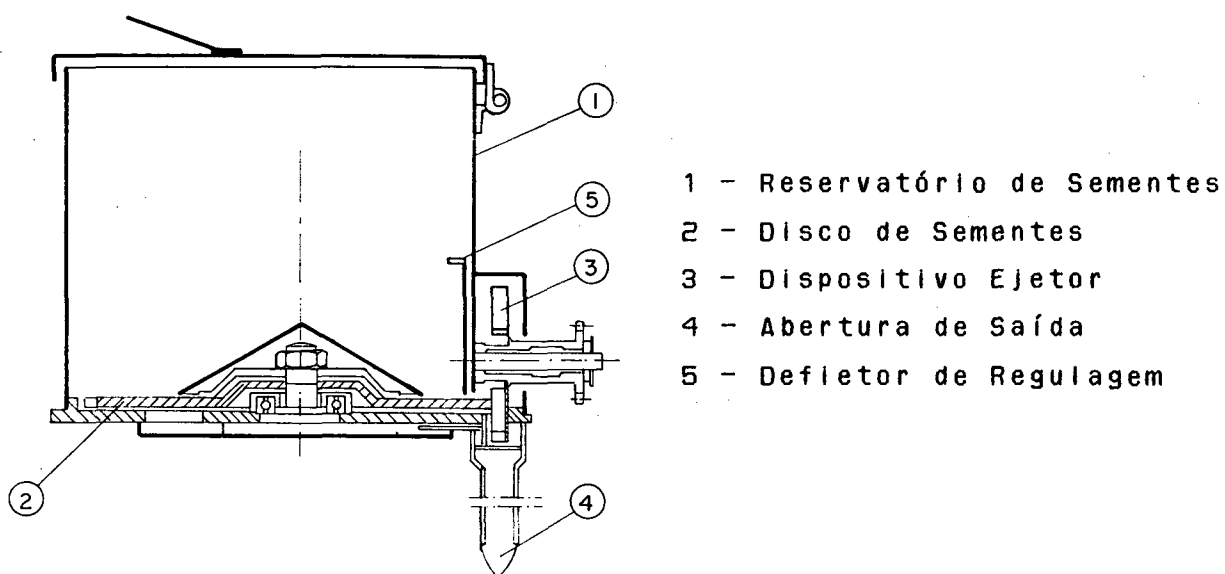
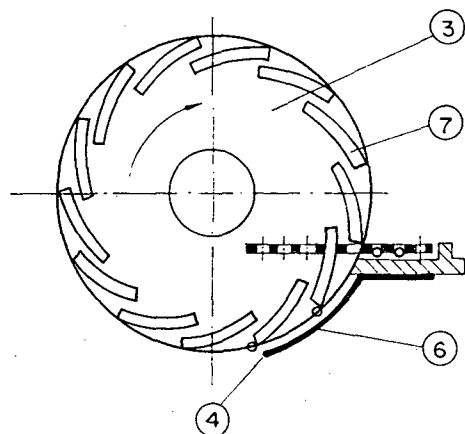


FIGURA 2.15 - Dosador de disco horizontal (sistema Hagno) [08].

Neste caso, o dispositivo ejetor (3) apresenta-se na forma de um disco vertical com uma série de dentes curvados (7), FIGURA 2.16, que engrenam com os alvéolos do disco de sementes (2), transmitem o movimento e ejetam as sementes captadas, conduzindo-as, através da pista de deslizamento (6), até a abertura (4).



## LEGENDA:

- 3-Dispositivo ejetor  
 4-Abertura de saída  
 6-Pista de deslizamento  
 7-Dentes curvados

FIGURA 2.16- Detalhe do dispositivo do elemento ejetor (08).

O valor da velocidade angular do ejetor influencia o movimento das sementes junto à pista de deslizamento, alterando o espaçamento no sulco. Podem ocorrer três casos:

a) as sementes deslizam mais rápido que a velocidade do ejetor e ficam dispostas no dorso do dente seguinte até a abertura de saída;

b) as sementes deslizam numa posição intermediária, não definida, entre um dente e outro;

c) as sementes são conduzidas pela parte frontal do dente até a abertura de saída.

Os três casos, acima descritos, estão representados na FIGURA 2.17.

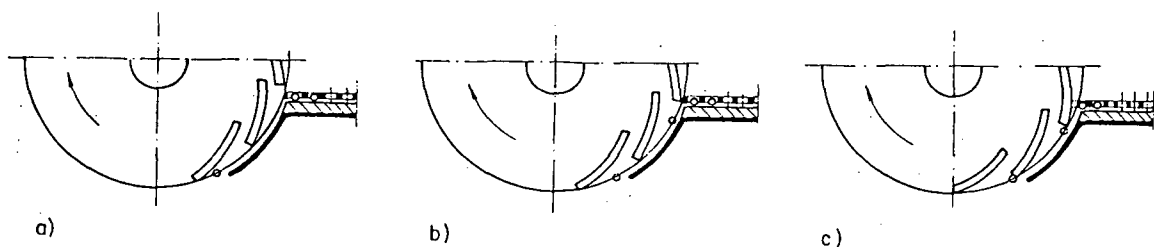
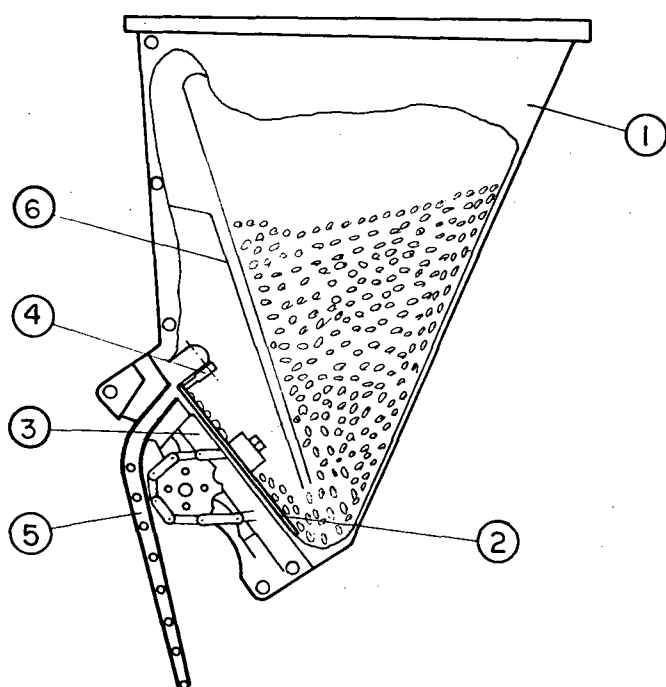


FIGURA 2.17- Detalhe do posicionamento das sementes relativa aos dentes do ejetor (08).

De acordo com a figura, nos casos "a" e "c" as sementes são distribuídas em intervalos mais ou menos uniformes, enquanto que, no caso "b", os intervalos entre sucessivas sementes diferem uns dos outros devido à condição aleatória de deslizamento.

#### 2.2.4 - Dosador de disco inclinado

Essa concepção pode ser considerada como uma variação dos dosadores de disco horizontal pois seu princípio de funcionamento é semelhante. A diferença está na inclinação do disco e por dispensar o uso do elemento raspador. Esse tipo de mecanismo deve ser usado para baixas velocidades periféricas do disco, pois, devido à posição deste, as sementes poderão ser lançadas para fora dos alvéolos pela ação da força centrífuga.



#### LEGENDA:

- 1 - Reservatório de sementes
- 2 - Disco de sementes
- 3 - Base
- 4 - Elemento ejetor
- 5 - Tubo condutor
- 6 - Defletor

FIGURA 2.18 - Concepção básica de um dosador de disco inclinado (03).

A FIGURA 2.18 apresenta uma concepção básica do mecanismo onde são mostrados seus elementos principais.

As sementes são alimentadas a partir do reservatório (1) e direcionadas pelo defletor (6) até a parte inferior do recipiente, onde ocorre a captação.

Quando o disco de sementes (2) gira, capta as sementes, através dos alvéolos, e as transporta até a parte superior do plano inclinado onde fica localizada a abertura de saída. Logo abaixo desta, encontra-se o tubo condutor (5) que recebe as sementes dosadas.

Nesse sistema de dosagem, não é, normalmente, empregado o elemento raspador pois, devido à posição do disco, as sementes em excesso caem no fundo do reservatório pela força da gravidade.

Na parte superior, sobre a abertura de saída, encontra-se um elemento ejetor (4) do tipo haste estacionária, de material flexível, atuando no interior de uma ranhura feita no disco, na linha dos orifícios, FIGURA 2.19.

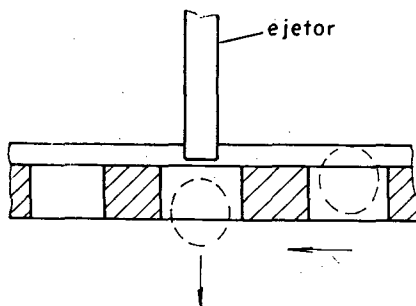


FIGURA 2.19 - Forma de atuação do elemento ejetor tipo haste.

O acionamento e a regulação desse sistema seguem os mesmos princípios dos sistemas de dosagem de disco horizontal, descrito nos itens anteriores.

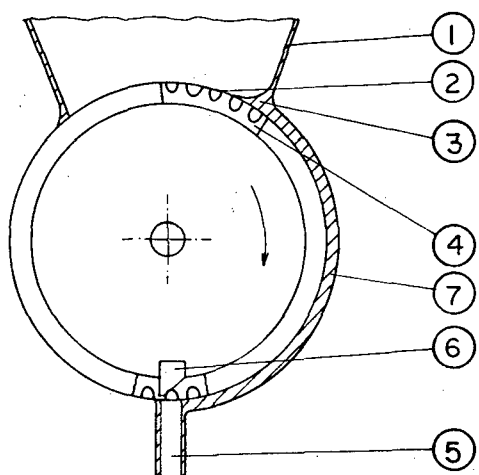
### 2.2.5 - Dosador de disco vertical

A concepção deste sistema tem por base o uso de um disco, de 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, baixa altura de queda das sementes em relação ao solo e simples acionamento.

Sua concepção básica apresenta-se, conforme FIGURA 2.20, constituída por um disco (4) em cuja superfície estão dispostos os alvéolos de captação (2).

#### LEGENDA

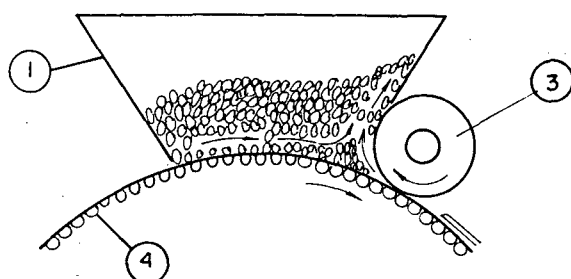


- 1 - Reservatório de sementes
- 2 - Alvéolos de captação
- 3 - Raspador
- 4 - Disco de sementes
- 5 - Tubo condutor
- 6 - Elemento ejetor
- 7 - Carcaça

FIGURA 2.20 - Concepção básica de um dosador de disco vertical, [13].

Quando o disco gira, parte de sua superfície fica exposta no fundo do recipiente (1), e os alvéolos captam as sementes conduzindo-as à abertura de saída. Durante o percurso, os alvéolos carregados passam pelo raspador (3) que pode ser um anteparo rígido ou um rolete, FIGURA 2.21. 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 [02], para

evitar o entupimento na região de raspagem.



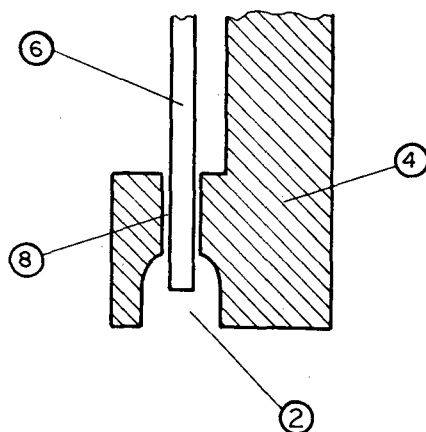
LEGENDA:

- 1-Reservatório de sementes
- 3-Raspador tipo rolete
- 4-Disco de sementes

FIGURA 2.21- Dosador de disco vertical com raspador tipo rolete (08).

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 (8), feitas na parte interna do disco, na linha dos alvéolos, FIGURA 2.22. Assim, quando as sementes encontram esse elemento são forçadas a caírem no tubo condutor.



LEGENDA:

- 2-Alvéolos de captação
- 4-Disco de sementes
- 6-Elemento ejetor
- 8-Ranhuras

FIGURA 2.22- Detalhe do elemento ejetor no interior do alvéolo (08).

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

Uma variação desse sistema de dosagem é mostrada na FIGURA 2.23, onde o disco apresenta-se na forma de um tambor (1) com três linhas de alvéolos, estando posicionado com o eixo paralelo à linha de tração da máquina.

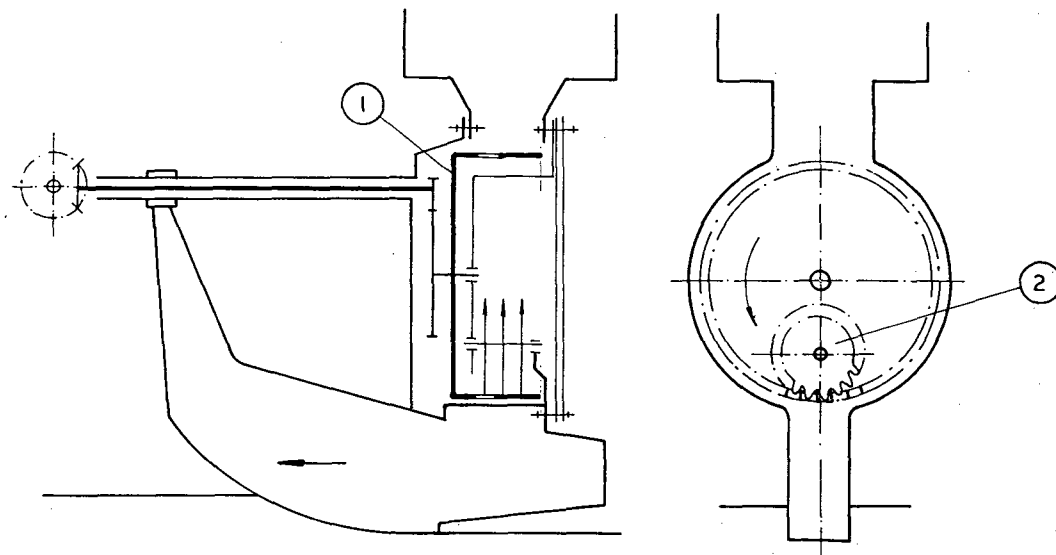


FIGURA 2.23- Concepção básica de um dosador de tambor vertical [08].

Apresenta os mesmos princípios de funcionamento das concepções anteriores, de disco vertical, porém, possui algumas características construtivas, relativas aos alvéolos de captação, que merecem destaque.

Neste caso, os alvéolos de uma linha estão defasados em relação aos alvéolos da linha vizinha, permitindo a dosagem das sementes, de forma sucessiva, dentro dos espaçamentos recomendados. O elemento ejetor (2) é do tipo rolete dentado, onde cada dente penetra no interior do alvéolo ejetando as sementes no ponto de descarga.

A configuração básica dos alvéolos de captação é mostrada na FIGURA 2.24.



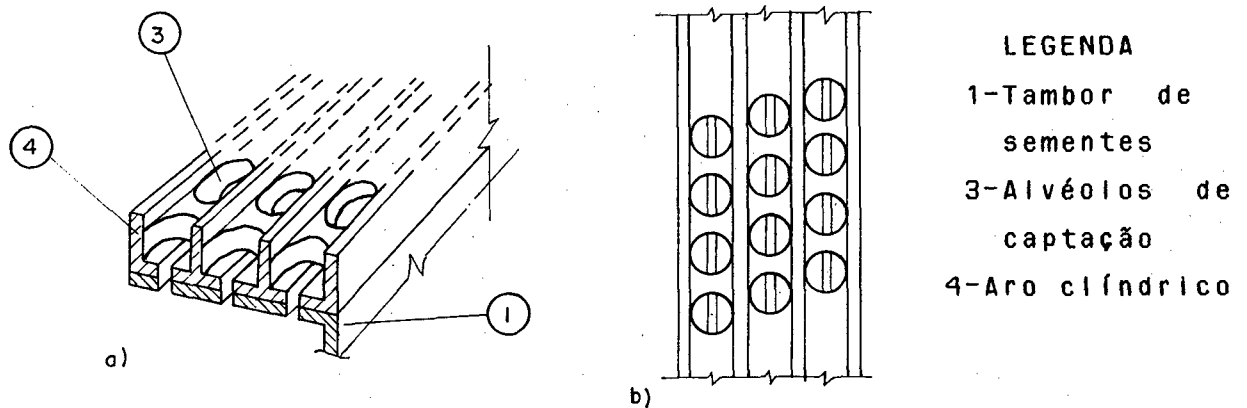


FIGURA 2.24 -- Detalhe dos alvéolos de captação. a) vista em corte do tambor de sementes; b) disposição dos alvéolos, [16].

O tambor de sementes (1) contém, em sua superfície externa, um aro cilíndrico (4), formado por uma faixa elástica relativamente grossa, de borracha, no qual estão dispostos os alvéolos de captação (3).

Os alvéolos apresentam-se dispostos no interior de cavidades feitas na superfície do aro, compondo-se de três linhas paralelas espaçadas uniformemente entre si. Encontram-se defasados angularmente, de maneira que as sementes caiam, sucessiva e alternadamente, uma de cada linha.

A distância entre um alvéolo e outro é menor que o comprimento do alvéolo para que as sementes sejam obrigadas a cair, não encontrando, assim, assento suficiente entre os alvéolos.

As cavidades ou canaletas, por sua vez, possuem uma profundidade menor que a do alvéolo de forma que as sementes não possam assentar-se totalmente no seu interior. Assim, uma parte das sementes fica sobressaindo à canaleta, facilitando a operação de raspagem.

Outro aspecto refere-se à borda de separação entre as canaletas. Elas são estreitas, de modo a não permitir que as sementes possam ficar sobre as mesmas, sendo obrigadas a dispor-se dentro de uma ou outra canaleta.

Dessa forma, as sementes são captadas posicionando-se nos alvéolos e uma parte nas canaletas. Nas sementes que estão dispostas nas canaletas, aplica-se uma ação de raspagem, através do rolete raspador, sem perigo de tocar ou produzir algum efeito de arraste sobre as sementes corretamente encaixadas nos alvéolos. O referido rolete raspador possui, em sua superfície, ondulações que atuam como palhetas impulsionando as sementes, removendo o excesso em relação à capacidade do alvéolo.

Cada alvéolo apresenta, no seu interior, uma abertura (rasgo) necessária à ação do elemento ejetor, que atua internamente ao tambor retirando as sementes no ponto de descarga.

#### 2.2.6 - Dosador de disco vertical com cavidades

Esta concepção, FIGURA 2.25, caracteriza-se por possuir um disco vertical que apresenta os alvéolos em forma de cavidades onde as sementes se alojam durante o transporte até a abertura de saída. Possui, como particularidade, um elemento condutor que assegura a condução contínua das sementes, sem rebotes, desde o ponto de ejeção até o sulco.

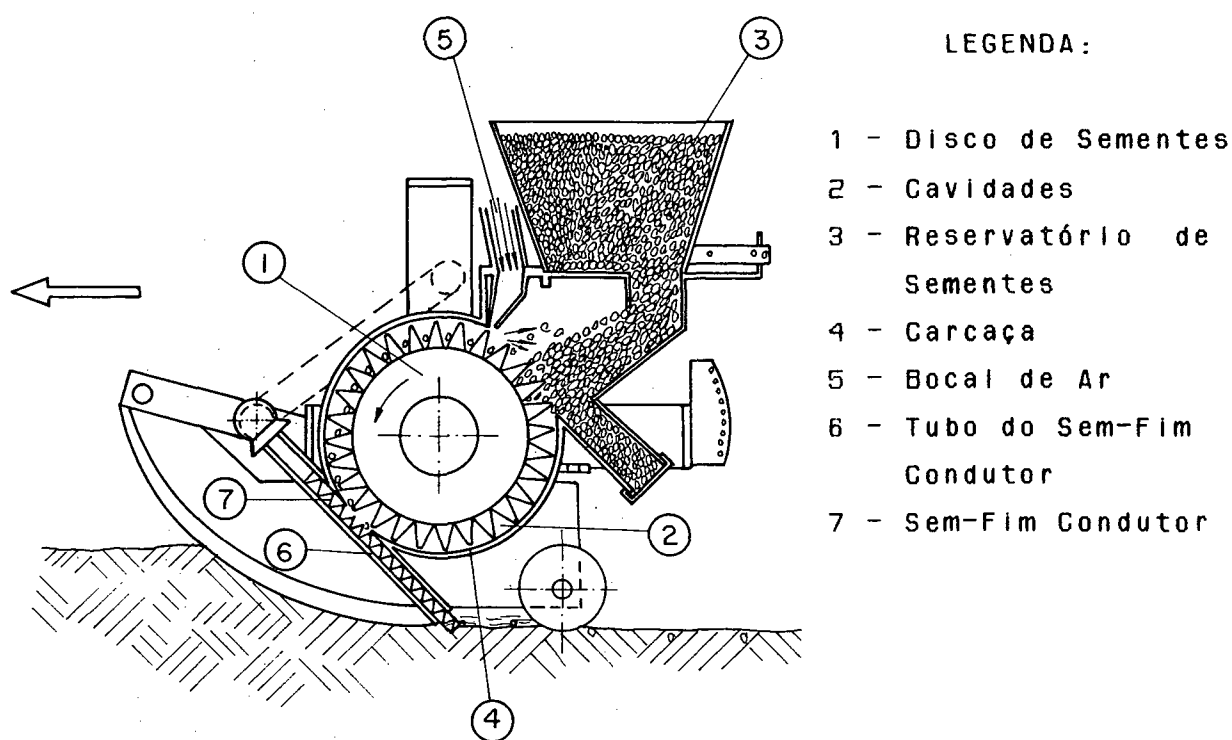


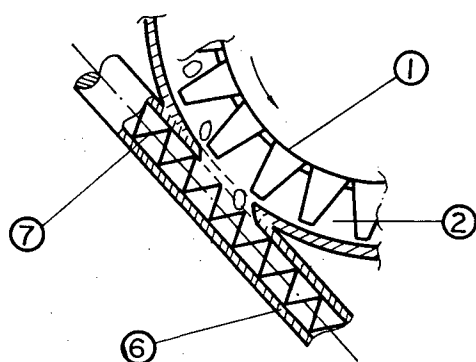
FIGURA 2.25 - Concepção básica de um dosador de disco vertical com cavidades [28].

De acordo com a FIGURA 2.25, as sementes acondicionados no reservatório (3), são captadas pelas cavidades (2) do disco dosador (1).

Com o movimento giratório do disco, as cavidades carregadas passam por um bocal (5) que fornece um fluxo de ar para eliminar o excesso de sementes.

Após esta região, as sementes são transportadas até a abertura de saída da carcaça. A carcaça (4) assegura que as sementes não saiam das cavidades durante o percurso. Na abertura de saída, encontra-se um tubo (6) tangenciando a carcaça e inclinado em relação ao solo, que possui uma abertura superficial coincidente com a abertura da carcaça.

O tubo tangencial possui um parafuso sem-fim girando em seu interior, cuja extremidade penetra no interior do sulco. Dessa forma, o sem-fim recebe as sementes dosadas e as conduz, entre os filetes, até o solo, FIGURA 2.26.



## LEGENDA:

- 1-Disco de sementes
- 2-Cavidades
- 6-Tubo do sem-fim condutor
- 7-Sem-fim condutor

FIGURA 2.26 - Detalhe do dispositivo de condução [28].

O espaço entre os filetes no sem-fim deve ser escolhido de maneira a acomodar a maior semente sem que ocorram bloqueios ou cisalhamentos. A extremidade final do sem-fim é de material flexível para melhor se adaptar às condições do solo (pedras, torrões).

Esta concepção permite a dosagem para duas linhas sendo, neste caso, utilizada uma das duas configurações apresentadas na FIGURA 2.27

Na primeira, (a), utiliza-se um mesmo disco com duas linhas de cavidades e, conseqüentemente, dois condutores sem-fim. Na segunda, (b), utiliza-se um disco com apenas uma linha de cavidades e dois condutores sem-fim. A alimentação para um condutor ou outro é feita através de chapas defletoras (8) colocadas na abertura de saída.

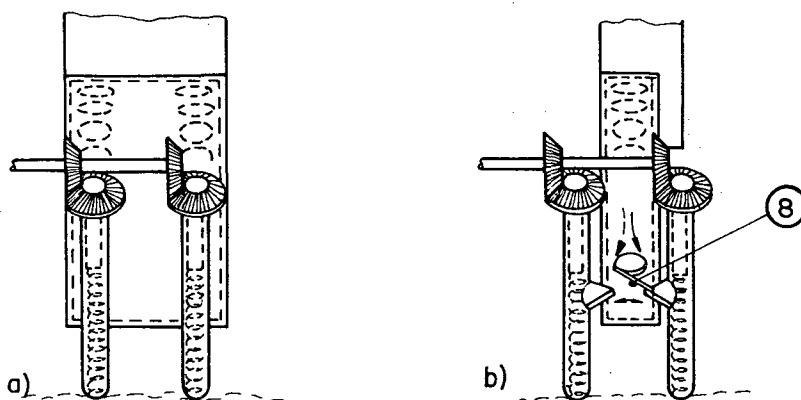


FIGURA 2.27 - Concepções alternativas para a dosagem e distribuição de sementes. a) disco com duas linhas de cavidades; b) disco com uma linha de cavidades [28].

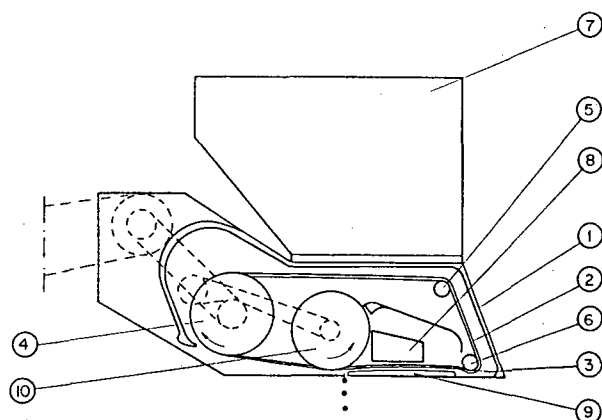
### 2.2.7 - Dosador de correia

Os dosadores de correia caracterizam-se pelo uso de uma correia plana que possui uma série de alvéolos em sua superfície.

Um aspecto importante desse sistema é quanto à direção de transporte das sementes, ou seja, ela ocorre no sentido contrário ao avanço da máquina, reduzindo-se, assim, a velocidade relativa das sementes dosadas em relação ao solo. Esse efeito diminui o rebote ou rolamento das sementes quando atingem o solo.

Sua concepção básica, FIGURA 2.28, compõe-se de uma carcaça (1), onde se encontra encerrada uma correia plana sem-fim (2) que possui uma série de alvéolos (3), dispostos em linha, de dimensões apropriadas ao tipo de semente a ser dosado. A correia movimenta-se sobre a polia acionadora (4), envolvendo as polias esticadora (5) e posicionadora (6), todas dispostas internamente à carcaça.

#### LEGENDA:



- 1-Carcaça
- 2-Correia plana
- 3-Alvéolos de captação
- 4-Polia acionadora
- 5-Polia esticadora
- 6-Polia posicionadora
- 7-Reservatório de sem.
- 8-Abertura lateral
- 9-Superfície de deslizamento
- 10-Rolete raspador

FIGURA 2.28- Concepção básica de um dosador de correia horizontal [28].

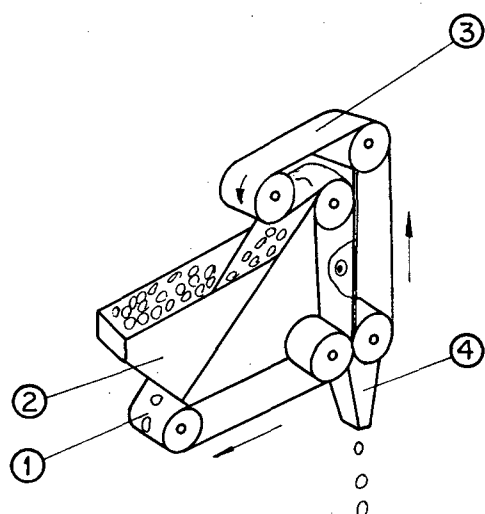
A alimentação das sementes, a partir do reservatório (7), localizada na parte superior da carcaça, é realizada através de uma abertura lateral (8), de forma que as sementes penetram no interior de uma câmara onde são captadas.

No ponto de descarga, encontra-se disposto um rolete raspador (10), que gira no sentido contrário ao da correia e cuja função é retirar o excesso de sementes que possa ocorrer nos alvéolos.

Na região de captação, em função dos alvéolos serem passantes, encontra-se uma superfície de deslizamento (9), localizada logo abaixo da correia, para evitar a queda das sementes antes da abertura de saída.

Após a passagem pela superfície de deslizamento e pelo rolete raspador, os alvéolos liberam as sementes que caem ao solo.

Uma variação dessa concepção é mostrada na FIGURA 2.29, caracterizando-se pela presença da correia plana disposta numa posição inclinada de  $45^{\circ}$  e de uma correia auxiliar retentora que mantém as sementes nos alvéolos.



LEGENDA:

- 1-Correia plana
- 2-Reservatório de sementes
- 3-Correia auxiliar retentora
- 4-Funil

FIGURA 2.29- Concepção básica de um dosador de correia inclinada (20).

Dessa forma, a correia com os alvéolos (1) passa pelo reservatório de sementes (2), onde ocorre a captação, seguindo

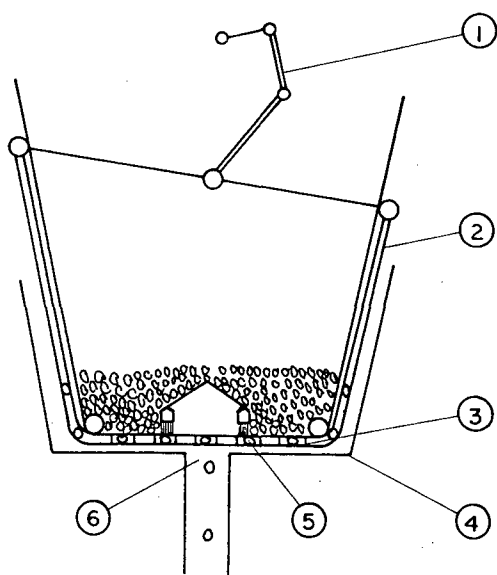
até à parte superior, onde encontra uma correia auxiliar retentora (3), que serve para segurar as sementes nos alvéolos durante o percurso de descida até o ponto de descarga.

A descarga ocorre na parte inferior do mecanismo, onde as duas correias se separam lançando as sementes ao solo, através de um funil (4).

Devido à inclinação da correia, o excesso de sementes nos alvéolos é eliminado pela ação da força da gravidade. A ejeção por sua vez, é efetuada pela força centrífuga atuante nas sementes quando as correias mudam de direção, separando-se. A velocidade imprimida às sementes contribui para evitar os atrasos que podem ocorrer no interior dos tubos condutores, pelos rebotes em suas paredes, e também reduzir o efeito da velocidade de avanço da máquina sobre a descarga das sementes.

FRUTAL & ALLEN [20] testaram esse sistema na dosagem de sementes de amendoim e obtiveram bons resultados para altas velocidades de avanço da máquina (16 km/h).

Uma outra concepção alternativa dos dosadores de correia é apresentada na FIGURA 2.30. Seu princípio de funcionamento baseia-se no movimento alternativo de uma correia plana, com uma série de alvéolos, disposta no interior do reservatório de sementes.



#### LEGENDA:

- 1-Mecanismo de barras articuladas
- 2-Correia plana
- 3-Alvéolos de captação
- 4-Carcaça
- 5-Raspador
- 6-Tubo de descarga

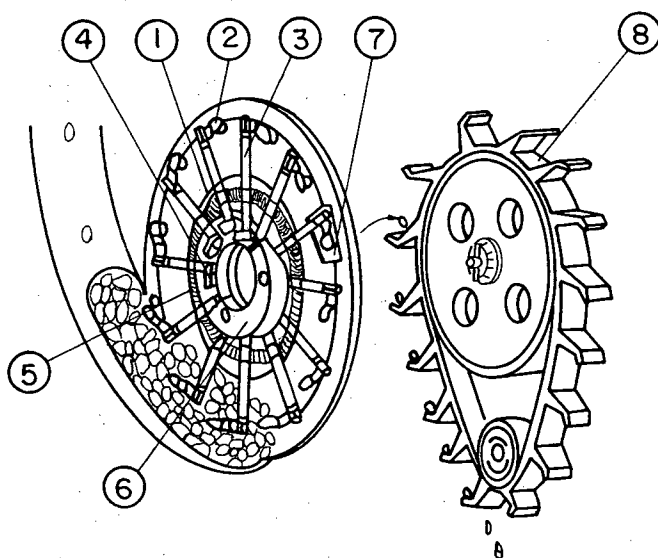
FIGURA 2.30- Concepção básica de um dosador de correia alternativa [13].

Neste caso, um mecanismo de barras articuladas (1) imprime um movimento alternativo na correia plana de sementes (2), disposta entre a massa de sementes e a carcaça (4), de forma que os alvéolos (3), nela contidos, captam as sementes e as leva até a abertura de saída, onde caem no tubo de descarga (6). Durante o percurso, os alvéolos passam pelos raspadores (5), tipo escova, que estão simetricamente dispostos em relação ao centro do tubo de descarga.

#### 2.2.8 - Dosador de hastes

Esse sistema foi especialmente projetado para a dosagem de sementes de milho. Permite a dosagem de sementes individuais, de vários tamanhos e formas, sem a necessidade de regulagens em função das variações entre as sementes.

A concepção, FIGURA 2.31, possui uma região de captação que é alimentada através de um conduto. Nessa região, gira um disco (1) provido, em sua superfície, de palhetas captadoras (2), dispostas na extremidade de hastes móveis (3). Estas últimas estão radialmente distribuídas no disco.



#### LEGENDA:

- 1-Disco
- 2-Palhetas captadoras
- 3-Hastes móveis
- 4-Braço
- 5-Molas
- 6-Came
- 7-Abertura de saída
- 8-Dispositivo condutor

FIGURA 2.31- Concepção básica de um dosador de hastes móveis [13].



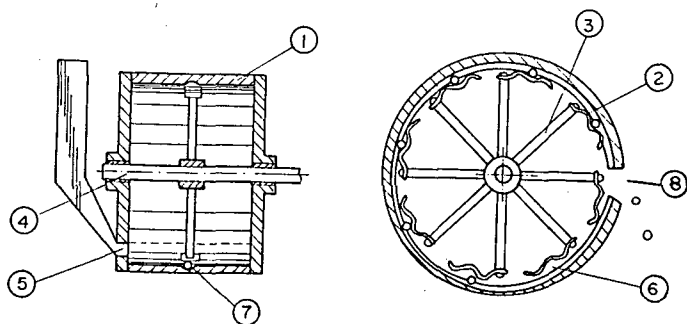
As hastes estão ligadas entre si através de molas (5), que produzem força para retenção das sementes.

Na extremidade inferior da haste, próximo ao centro do disco, encontra-se um braço (4) que serve para acionar as palhetas na região de captação.

Quando o disco gira, os braços das hastes passam por um setor interno de um came (6), disposto no centro do disco, de forma que as palhetas abrem (se afastam da parede) indo em direção à região de captação. Nesse ponto, cessando o efeito da came, as palhetas retornam, devido à ação das molas, segurando a semente contra a parede e transportando-a até a parte superior, onde são jogadas, por uma abertura de saída (7), no interior de um dispositivo condutor (8).

O dispositivo condutor é composto por uma correia, estendida sobre duas polias, que dispõe de vários setores que recebem e conduzem as sementes até o ponto de descarga. Esse dispositivo reduz o efeito de rebotes internos na condução das sementes e assegura o espaçamento correto entre as mesmas. Dessa forma, diminui-se, também, a altura de queda das sementes ao solo.

Outra concepção semelhante a essa, FIGURA 2.32, apresenta os elementos captadores fixos, sendo que a captação é realizada pela flexibilidade do material dos elementos captadores.



#### LEGENDA:

- 1-Caixa cilíndrica
- 2-Palhetas captadoras
- 3-Hastes fixas
- 4-Eixo horizontal de acionamento
- 5-Abertura lateral
- 6-"Bolsa" de acondicionamento das sementes
- 7-Rasgo circunferencial
- 8-Abertura de saída

FIGURA 2.32- Concepção básica de um dosador de hastes fixas [09].

O mecanismo é composto por uma caixa cilíndrica (1), fechada nas extremidades. No seu interior, estão dispostas as palhetas captadoras (2), fixadas em hastes (3) radialmente dispostas na superfície de um eixo horizontal (4) de acionamento.

As sementes são introduzidas no interior da caixa, a partir do reservatório, por uma abertura lateral (5), disposta em uma das paredes do cilindro.

As palhetas captadoras, na forma de "W" achatado, são feitas de tiras de mola relativamente fina, sendo cada uma fixada na extremidade das hastes, formando uma espécie de bolsa (6) que constitui a região onde as sementes são captadas e transportadas até a abertura de saída (8).

Para que seja possível a captação, a curvatura da superfície interna da caixa é aumentada no fundo, de forma que, nessa região, as palhetas ficam distanciadas da parede de, aproximadamente, metade da espessura das sementes. Nas demais regiões, a curvatura da parede é constante, de forma que a palheta fica sempre em contato deslizante com a mesma.

A função da palheta é captar e conduzir as sementes através de um rasgo (7) feito na parede interna da caixa. O rasgo serve para que esta condução seja feita na órbita das palhetas garantindo que as sementes fiquem dispostas no interior da bolsa.

Devido à natureza elástica das palhetas, estas são capazes de receber um considerável número de tamanhos e formas de sementes dentro da bolsa, sem a necessidade de troca das mesmas.

Dessa forma, as sementes são captadas e transportadas até a abertura de saída (8), localizada na linha média horizontal da caixa, onde as sementes são liberadas, caindo diretamente ao solo ou conduzidas por um tubo localizado neste ponto.

### 2.3 - Mecanismos dosadores mecânico-pneumáticos de precisão

Estão agrupados nesta denominação os principais sistemas nos quais os princípios mecânicos de dosagem são auxiliados pela ação do ar, seja por sucção ou pressurização dos

elementos individualizadores. Esses efeitos são gerados, normalmente, por ventiladores, turbinas ou bombas.

Esses sistemas apresentam algumas características importantes, como: suave manuseio das sementes, devido à forma de captação, reduzindo, assim, a danificação mecânica; adaptação a variação de formas e tamanhos de sementes, não necessitando, portanto, troca do elemento individualizador para sementes com diferenças pequenas de tamanho.

Os mecanismos descritos a seguir, representam os principais tipos encontrados nesta categoria. Em primeiro lugar, é abordado aquele em que o efeito auxiliar é de sucção e, na sequência, aquele em que o efeito auxiliar é de pressurização.

### 2.3.1 - Dosador de sucção com disco perfurado

Neste sistema, utiliza-se um órgão de aspiração (sucção) do ar para que ocorra a captação das sementes pelos alvéolos, os quais devem ter, obrigatoriamente, menor tamanho que as sementes.

A FIGURA 2.33, mostra uma concepção onde as sementes entram, por gravidade, a partir de um reservatório (1), no interior de uma câmara de captação (2) na qual existe um dispositivo agitador (3).

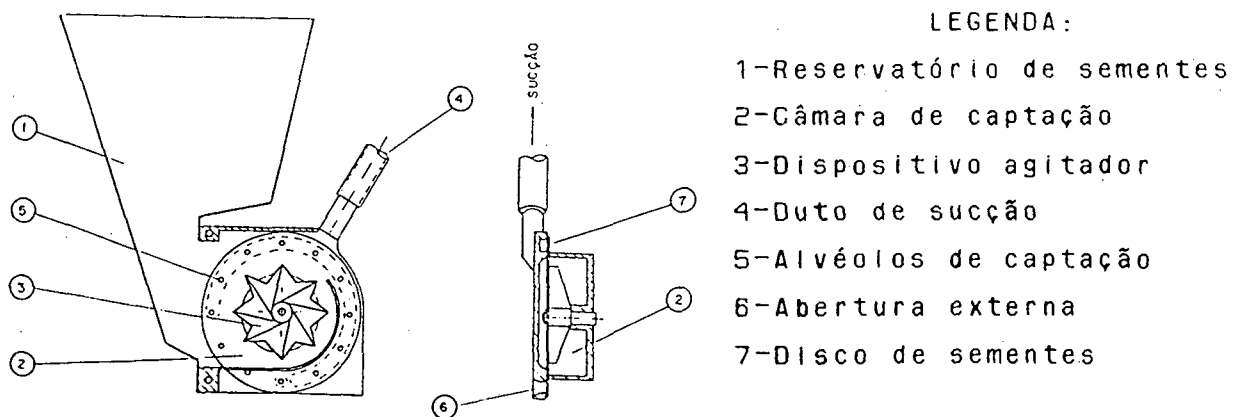


FIGURA 2.33- Concepção básica de um dosador de sucção com disco perfurado [08].

Um lado da câmara consiste de um disco (7) circular, que contém uma linha circunferencial de alvéolos (5) em sua superfície.

No lado oposto da câmara, encontra-se um duto (4), disposto na parte externa da carcaça, por onde o ar é succionado. A sucção é realizada através de um ventilador acionado pela tomada de potência do trator, criando um vácuo no interior da câmara, de forma que ocorre a aderência das sementes nos alvéolos.

As sementes aderidas nos alvéolos giram junto com o disco até chegarem no ponto de descarga. Nesse ponto, os alvéolos carregados deixam a região onde está sendo gerado o vácuo e entram em contato com uma abertura (6), onde atua a pressão atmosférica. Dessa forma, as sementes captadas caem ao solo.

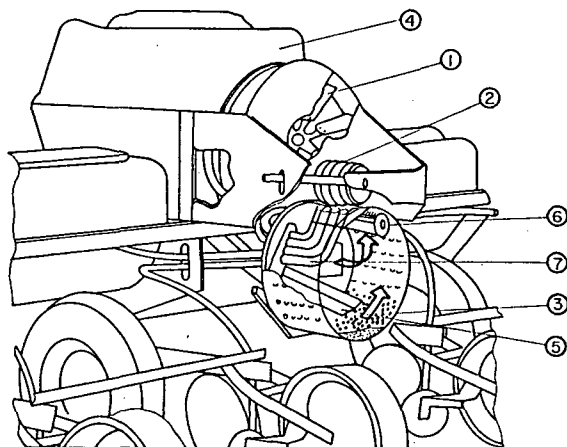
O dispositivo agitador tem a função de revolver as sementes no interior da câmara para que as mesmas tenham um maior contato com os alvéolos sob sucção, facilitando, assim, a captação.

Em experimentos práticos [21] com esse sistema, foi observado que pequenos fragmentos de sementes, ou sementes com cantos vivos, podem bloquear os alvéolos, causando falhas na dosagem. Esse inconveniente é consideravelmente reduzido usando-se sementes peletizadas devido às formas mais homogêneas das mesmas. Nesse particular, entretanto, o uso do elemento agitador é indesejado, pois pode causar o cisalhamento das camadas de material que cobrem as sementes peletizadas.

### 2.3.2 - Dosador de pressurização com tambor perfurado

Essa concepção compreende um dosador único que alimenta, simultaneamente, várias linhas de semeadura sendo, normalmente, de 4 a 6, FIGURA 2.34.

## LEGENDA:



- 1-Ventilador
- 2-Roletes
- 3-Tambor de sementes
- 4-Reservatório de sementes
- 5-Conduto de alimentação
- 6-Elemento raspador
- 7-Tubos condutores

FIGURA 2.34- Concepção básica de um dosador de pressurização com tambor perfurado [31].

O conjunto é composto por um ventilador (1), acionado pela tomada de potência do trator, que ministra uma corrente de ar, no interior do tambor de sementes (3).

O tambor possui várias linhas de orifícios em sua superfície, nos quais aderem as sementes durante o processo de dosagem. Cada linha de orifício alimenta um tubo condutor, que direciona as sementes dosadas até o sulco.

As sementes, provenientes do reservatório (4), ingressam na parte interna do tambor através de um conduto (5), que comunica o tambor com o reservatório.

Devido ao fluxo de ar, forma-se uma diferença de pressão entre a parte interna e externa do tambor. O ar flui desta maneira, através dos orifícios até que uma semente cubra-o, ficando aderida ao mesmo. A medida que o tambor gira, os orifícios carregados transportam as sementes até a parte superior, passando, durante o percurso, por um elemento raspador (6), tipo escova, que elimina o possível excesso de sementes.

Quando os orifícios alcançam a parte superior do tambor, um conjunto de roletes (2), girando sobre a parte externa, obtura os orifícios cancelando a diferença de pressão, de forma que as sementes caem, por ação de seu próprio peso, no interior dos tubos condutores (7). Os tubos condutores estão dispostos logo abaixo do obturador, na parte interna do tambor, e servem para conduzir as sementes dosadas até o solo. Como o ar escapa pelos tubos condutores, auxilia a condução das sementes ao solo.

A regulagem desse sistema é feita pela troca do tambor, considerando o tipo de semente a ser dosada.

## CAPÍTULO III

### PRINCIPAIS PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM O PROJETO DE MECANISMOS DOSADORES DE PRECISÃO

#### 3.1 - Introdução

Neste capítulo, serão abordados os aspectos relativos às características das sementes de milho, feijão e soja para as quais destina-se o dosador. Esses dados tem influência nos diversos parâmetros dimensionais e operacionais dos mecanismos dosadores de precisão em geral. Assim, serão estudados os parâmetros físicos e agronômicos desses tipos de sementes.

Este estudo é efetuado anteriormente à fase de concepção visando selecionar aqueles parâmetros que serão adotados no projeto do mecanismo.

A apresentação e descrição dos mesmos será efetuada na sequência do fluxo das sementes no interior do mecanismo, desde a entrada até a saída, conforme a FIGURA 3.1.

Foram considerados, neste levantamento, os parâmetros mais importantes encontrados nos mecanismos dosadores de precisão. Em determinados casos, será apresentada uma quantificação dos mesmos, baseada em dados obtidos na literatura técnica.

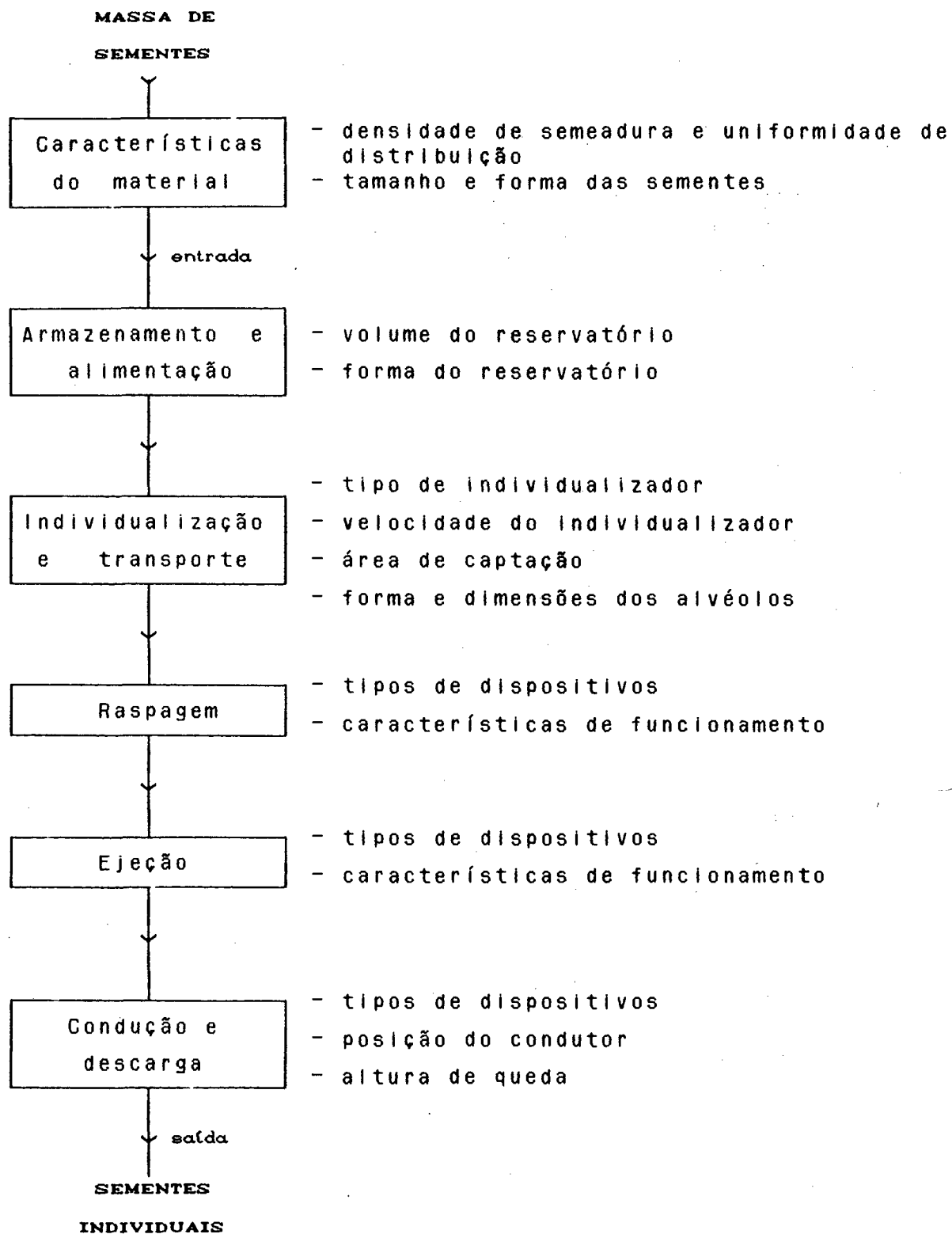


FIGURA 3.1 - Fluxograma do caminho percorrido pelas sementes no interior do mecanismo com os respectivos parâmetros.



### 3.2 - Características do material

Conforme salientado no item anterior, o protótipo se destina à dosagem de sementes de milho, feijão e soja. A avaliação dos parâmetros físicos e agrônômicos desses tipos de sementes é muito importante para o dimensionamento e escolha dos vários componentes do mecanismo dosador. Dentre esses parâmetros a considerar tem-se:

#### 3.2.1 - Densidade de semeadura e uniformidade de distribuição de sementes

A densidade de semeadura de uma cultura é responsável pelo número de plantas emergidas numa determinada área e possui uma relação direta com o dimensionamento e regulagem dos mecanismos dosadores.

Para todas as espécies de plantas, é recomendada a semeadura de uma certa quantidade de sementes por metro linear, ou por unidade de área, abaixo ou acima da qual o rendimento da lavoura ficará comprometido.

Assim, define-se densidade ótima de plantas [26] como sendo o número de plantas que a cultura consegue suportar sob condições normais de semeadura (chuvas normais e bem distribuídas, solo apropriado, etc.).

A FIGURA 3.2 exemplifica uma relação entre o rendimento de grãos e densidade de semeadura na cultura do milho. Verifica-se que o número de sementes semeadas abaixo ou acima do valor ótimo de densidade reduz o rendimento da lavoura.

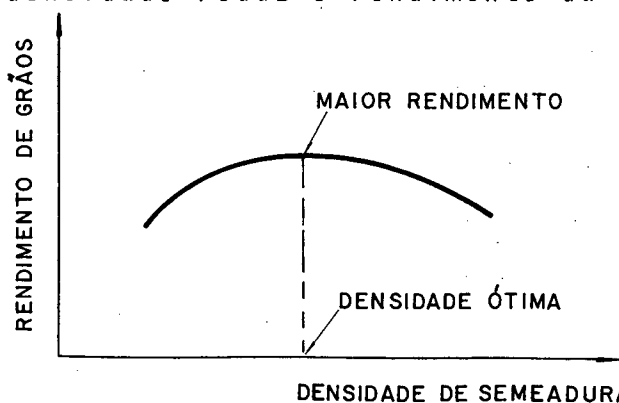


FIGURA 3.2-Relação entre o rendimento de grãos e densidade de semeadura de milho [26].

O fator densidade de sementeira está diretamente relacionado com o número de alvéolos de captação dos discos dosadores e com sua velocidade de rotação. Um número maior de alvéolos, para uma dada rotação, aumentará o número de sementes depositadas, enquanto uma redução na velocidade de rotação do dosador, para um mesmo número de alvéolos, ocasionará uma diminuição na quantidade de sementes depositadas.

Para as sementes em estudo, existem várias recomendações para o espaçamento na linha, decorrentes da densidade de sementeira de cada cultura. Esses espaçamentos dependem de uma série de fatores, como fertilidade do solo, clima, poder germinativo das sementes, desempenho do dosador, cultivo da lavoura, entre outros. Assim, esses fatores determinam um maior ou menor número de sementes depositadas por metro linear.

Neste trabalho, serão adotados os espaçamentos recomendados pelos técnicos da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC) e da Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina (ACARESC) [17,18,19]. Procurar-se-á desenvolver, inicialmente, um sistema de dosagem eficiente para estes espaçamentos e que permita, posteriormente, através de regulagens adequadas, obter valores diferentes de espaçamentos.

Na TABELA 3.1, estão indicados os espaçamentos recomendados para as culturas de milho, feijão e soja.

TABELA 3.1 - Número de sementes e plantas por metro linear e espaçamento entre linhas recomendados para as culturas de milho, feijão e soja.

Semente	Sementes/m recomendado	Espaçamento entre linha (m)	Plantas/m Ideal	Fonte
MILHO	6 - 7	1,0	5	[17]
FEIJAO	12 - 15	0,5	10	[18]
SOJA	23 - 25	0,5	20	[19]

Como se pode observar pela TABELA 3.1, a quantidade de sementes recomendada por metro linear é superior ao valor ideal de plantas por metro linear. A justificativa para isso é o pressuposto de que as sementes utilizadas apresentem um poder germinativo de 80 %.

Outro aspecto a ser salientado é quanto a uniformidade de distribuição das sementes. A distribuição deve ser a mais regular possível pois uma semeadura desuniforme acarreta falhas e/ou acúmulo de plantas na lavoura. Nas falhas, haverá um maior risco de erosão e desenvolvimento de plantas daninhas, além de perda do adubo distribuído. Por outro lado, o acúmulo de plantas provocará grande competição por água, luz e nutrientes, resultando em seu enfraquecimento [14].

Com base na TABELA 3.1 e nas recomendações da norma para ensaios de semeadoras/adubadoras de precisão [01], elaborou-se a TABELA, 3.2, com valores que indicam, para as culturas em estudo, o espaçamento nominal entre as sementes e o campo de tolerância admissível.

TABELA 3.2 - Espaçamento nominal entre sementes na linha de semeadura e campo de tolerância admissível.

Semente	Espaçamento Nominal entre Sementes (cm)	Campo de Tolerância Admissível (cm)
MILHO	14,9	$7,4 \leq x < 22,4$
FEIJAO	7,4	$3,7 \leq x < 11,1$
SOJA	4,0	$2,0 \leq x < 6,0$

OBS.: Essa tabela foi elaborada a partir dos dados da TABELA 3.1 e do Projeto de Norma 12:02.06.004, para ensaio de semeadoras adubadoras de precisão, ABNT [01].

### 3.2.2 - Tamanho e forma das sementes

O tamanho e forma das sementes são parâmetros importantes para o dimensionamento adequado dos alvéolos de captação do dosador, para que não ocorram variações na uniformidade de distribuição e danificação mecânica das sementes.

Na semeadura de precisão, é desejável que se coloque uma única semente adjacente à outra em espaçamentos pré-determinados, sem danificação mecânica. Sendo assim, no caso dos dosadores mecânicos de precisão, as dimensões dos alvéolos de captação devem estar de acordo com as dimensões das sementes, para que apenas uma única semente seja captada por alvéolo.

Sementes maiores do que o tamanho do alvéolo não serão captadas e permanecerão no reservatório ou, após a captação, serão danificadas quando passarem pelo raspador ou ainda, poderão ser raspadas por este. Por outro lado, as sementes menores que o tamanho do alvéolo provocarão um múltiplo enchimento ou uma delas será danificada.

Assim, as sementes que se aproximam da forma esférica e se apresentam compatíveis com as dimensões dos alvéolos são as que dão os melhores resultados na captação.

As sementes de milho normalmente comercializadas para a semeadura são selecionadas através de peneiras, com determinadas graduações de malhas. As peneiras mais comuns são as de orifícios circulares, de malhas 20, 22 e 24.

Existem ainda, no caso do milho, classificações de peneiras de acordo com a forma da semente. As formas mais comuns são a chata e a redonda.

No caso do feijão e soja não há, normalmente, uma classificação comercial por peneiras e suas formas mais comuns são a elíptica (feijão) e esferoidal (soja).

Neste estudo, foram selecionadas três cultivares de cada tipo de semente, procurando-se abranger aquelas mais comercializadas no estado de SC e em outras regiões, de acordo com as recomendações dos técnicos da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC) e do Centro de Ciências Agrárias da UFSC.

Para se ter uma noção das dimensões das sementes escolhidas e suas variações, fêz-se uma análise dimensional das mesmas, cujos resultados são apresentados na TABELA 3.3.

Esses dados foram obtidos tomando-se as medidas, com quatro repetições, de amostras, oriundas da EMPASC, com vinte e cinco sementes de cada cultivar. Foram tomadas as medidas de comprimento, largura e espessura, conforme FIGURA 3.3, de acordo com TOLEDO & JULIO [30].

As medidas foram feitas utilizando-se um paquímetro com precisão de 0.05 mm

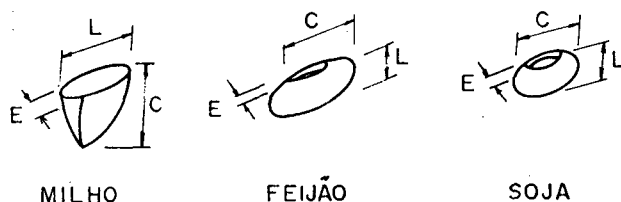


FIGURA 3.3 - Representação esquemática das posições de medidas de comprimento (C), espessura (E) e largura (L), de sementes de milho, feijão e soja [30].

TABELA 3.3 - Dados dimensionais de cultivares de milho, feijão e soja.

	Semente/Cultivar	Dimensões Principais (mm)		
		$\bar{C} \pm \sigma$	$\bar{L} \pm \sigma$	$\bar{E} \pm \sigma$
M I L H O	EMPASC 151-C P20 L	$11,1 \pm 0,9$	$8,3 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,7$
	EMPASC 151-C P22 L	$10,9 \pm 0,9$	$8,8 \pm 0,5$	$4,7 \pm 0,6$
	EMPASC 151-C P24	$11,7 \pm 0,9$	$9,8 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,6$
F E I J A O	CARIOCA - 80	$9,9 \pm 0,7$	$6,5 \pm 0,4$	$4,8 \pm 0,3$
	EMPASC - 201	$9,5 \pm 0,5$	$6,5 \pm 0,3$	$4,8 \pm 0,2$
	TURRIALBA - 4	$10,5 \pm 0,6$	$6,4 \pm 0,3$	$4,4 \pm 0,2$
S O J A	BRAGG	$7,4 \pm 0,5$	$6,6 \pm 0,3$	$5,2 \pm 0,4$
	CEP - 12	$7,5 \pm 0,5$	$7,0 \pm 0,4$	$6,0 \pm 0,3$
	PARANÁ	$6,8 \pm 0,5$	$6,4 \pm 0,3$	$5,3 \pm 0,4$

$\sigma$  = desvio padrão.

### 3.3 - Armazenamento e alimentação

Essas funções tem por finalidade acondicionar o número de sementes a ser semeado numa determinada área e direcioná-las para o elemento individualizador, respectivamente.

Os elementos destinados a tais funções devem apresentar um volume adequado, levando-se em conta a área a ser semeada e o número de reabastecimentos necessários para cada tipo de cultura.

Por outro lado, a forma dos reservatórios deve ser tal que permita uma alimentação contínua, sem restrições, ao elemento individualizador, evitando, assim, bloqueios no fluxo das sementes.

Deve-se prever nos reservatórios formas de verificação do nível de sementes sem que seja necessário interromper a operação de semeadura.

Outro aspecto importante ocorre quando o volume do reservatório for relativamente grande. Neste caso, a coluna de sementes poderá ocasionar quebra das sementes na região de captação devido ao atrito entre elas e com o elemento individualizador. Recomenda-se, então, o uso de chapas defletoras, colocadas no interior dos reservatórios, para suportar a coluna de sementes e minimizar seu efeito.

### 3.4 - Individualização e transporte

Esta função pode ser considerada a mais importante do mecanismo dosador de precisão, pois a escolha do tipo de individualizador, da velocidade, da forma e dimensões dos alvéolos de captação e da área de captação, influencia diretamente nas características básicas que um dosador deve possuir, ou seja, adequada taxa de descarga, baixa danificação mecânica das sementes e regularidade de distribuição das sementes.

A individualização e o transporte consiste em captar as sementes do reservatório e transportá-las, uma a uma, até a abertura de saída, onde serão descarregadas. Tal função pode ser realizada de duas maneiras: mecânica e mecânico-pneumática. Os individualizadores mecânicos podem ser do tipo discos, tambores, correias ou de hastes.

O número de alvéolos ou hastes desses elementos, está relacionado com o espaçamento entre sementes e com a relação de transmissão entre a roda motora da máquina e o elemento individualizador.

A velocidade periférica do elemento individualizador é um fator de grande importância e que afeta diretamente o rendimento do mecanismo. Com velocidades muito altas, aumenta o número de alvéolos vazios, causando falhas na linha por falta de sementes e aumenta o número de sementes danificadas, causando falhas na linha por sementes que não germinarão. Isso ocorre pela redução do tempo de exposição dos alvéolos às sementes. No caso de velocidades muito baixas, aumentará a chance de ocorrência de sementes duplas e danificadas pelo elemento raspador, ocorrendo uma redução no rendimento da lavoura pois a densidade de plantas ficará acima da densidade ótima, além de haver perdas pelo número de sementes danificadas e/ou semeadas em excesso [23].

KEPNER; BAINER & BARGER [23], estudaram o efeito da velocidade na percentagem de captação de sementes de milho obtidas com um dosador de disco horizontal; os resultados são mostrados na FIGURA 3.4.

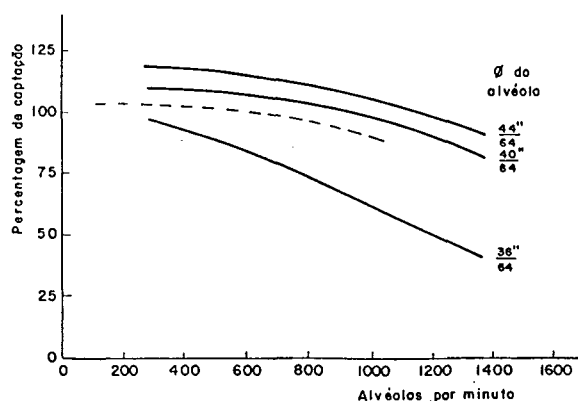


FIGURA 3.4 - Efeito da velocidade periférica do disco de sementes sobre a percentagem de captação, para o milho [23].

Pela FIGURA 3.4, pode-se observar que o ponto onde ocorre 100% de captação (linha tracejada) corresponde a uma velocidade de aproximadamente 600 alvéolos/min.; verifica-se, também, que não há um grande aumento do percentual de sementes captadas, quando se reduz a velocidade abaixo do ponto de 100% de captação. Isto indica que, provavelmente, as sementes são uniformes e as dimensões dos alvéolos estão adequadas para as mesmas. Porém, com um aumento na velocidade, há uma redução sensível no número de sementes captadas.

Resultados semelhantes foram observados por BARMINGTON [07] na dosagem de sementes de beterraba açucareira, com dosadores de disco horizontal. Neste caso, houve um decréscimo linear na captação, de 122% para uma velocidade do disco de 3 m/min para 27% com uma velocidade de 55 m/min.

O efeito do fator velocidade do individualizador não atua isoladamente; outros fatores como dimensões do alvéolo e tamanho das sementes, também têm influência significativa na precisão de dosagem.

ROTH & PORTERFIELD [29] testaram um dosador de disco horizontal, utilizando esferas de material plástico, para avaliar o efeito da velocidade do disco, das dimensões dos alvéolos e da área de captação sobre a precisão de dosagem. As esferas de material plástico foram usadas, no lugar das sementes, para reduzir a influência da variação da forma e dimensões sobre a captação. De acordo com os testes realizados, os melhores resultados foram obtidos com velocidades do disco entre 12 e 24 m/min..

Quanto à área de captação, verificou-se que mesmo com áreas maiores a captação era menor, quando se aumentava a velocidade das células. Assim, melhores resultados foram obtidos com áreas de captação menores e velocidades menores.

Outro aspecto importante, relativo à influência do fator velocidade sobre a precisão de dosagem, foi observado por MOREIRA et alii [27], em seu estudo realizado com três dosadores de disco horizontal, em máquinas de tração mecânica, e três dosadores de disco horizontal, em máquinas de tração animal, na dosagem de sementes de amendoim. Segundo os autores, maiores velocidades de avanço da máquina no campo significa maiores



velocidades do disco dosador e, conseqüentemente, maiores possibilidades de danificação mecânica das sementes, tanto na passagem pelo orifício de saída como por choques contra as bordas dos orifícios dos discos. Há, também, maior atrito da camada inferior das sementes com o disco giratório. Verificou-se que o principal ponto de quebra das sementes era na interface entre a base do reservatório e o lado inferior do disco. Devido à insuficiência de tempo para as sementes caírem dos alvéolos, elas são cizalhadas ao ficarem presas entre as bordas do orifício da base e do orifício do disco, conforme FIGURA 3.6.

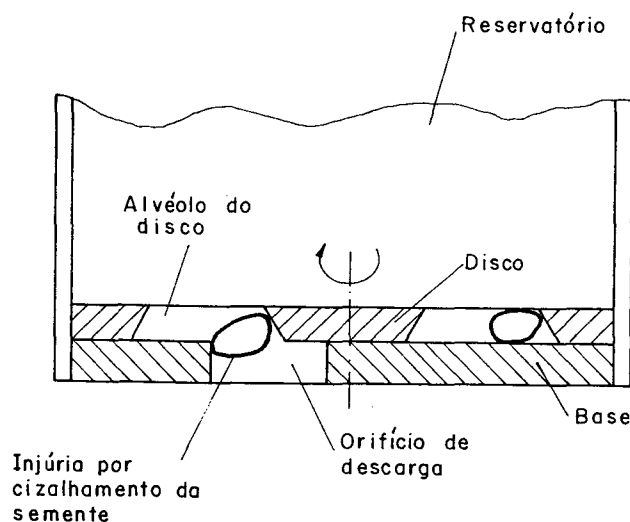


FIGURA 3.6 - Esquema indicativo de como ocorre o cisalhamento da semente ao passar pelo orifício do disco dosador [27].

A partir dessas observações, os autores propõem duas modificações:

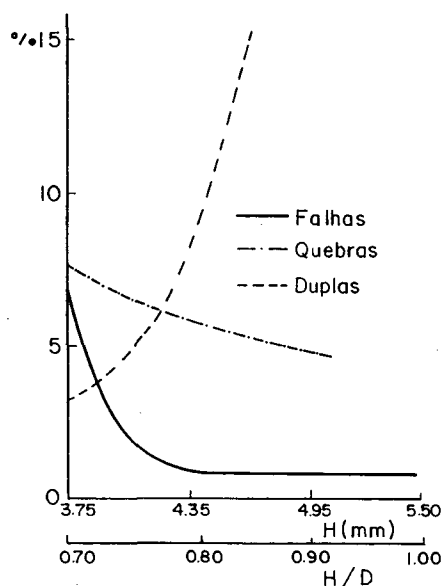
1<sup>o</sup>) aumentar o orifício de saída. Foi verificado que os diâmetros dos orifícios de saída eram insuficientes para o livre fluxo das sementes. Isso talvez seja consequência do fato de serem as máquinas de tração mecânica simples adaptações das de tração animal, pelo menos com referência ao mecanismo dosador.

2<sup>o</sup>) diminuir, tanto quanto possível a velocidade dos discos, mediante adoção de relações de transmissão mais adequadas entre a roda motora e o disco. Deve-se, entretanto, levar em consideração os seguintes fatores:

a) menor velocidade de rotação há que ser compensada com o aumento do número de orifícios do disco;

b) se um mesmo dosador serve para várias culturas, a redução da velocidade proposta não deverá aumentar a taxa de descarga de modo a que o número de sementes obtidos por metro fique além dos valores recomendados para cada cultura.

AKYURT & TAUB [02] estudaram o efeito das variações nas dimensões dos alvéolos em dosadores de disco vertical, na dosagem de sementes de beterraba açucareira. Em seus experimentos, foram avaliados o percentual de falhas, duplas e quebras, em função da relação entre o tamanho do alvéolo e o tamanho das sementes. Os resultados obtidos são mostrados na FIGURA 3.7.



H = Profundidade do orifício  
D = Diâmetro do orifício

FIGURA 3.7 - Percentagem de captação versus características dimensionais dos alvéolos de captação [02].

Verificou-se que o número de alvéolos vazios variou inversamente com a profundidade do alvéolo; por outro lado, o número de alvéolos com sementes duplas aumentou com o aumento da profundidade. A combinação ótima das dimensões do alvéolo foi encontrada com o diâmetro de 5,5 mm e profundidade de 4,25 mm (as sementes utilizadas apresentavam tamanhos de 3,25 a 4,75 mm). Neste caso, o número de falhas situou-se em torno de 0,95% e tanto o número de duplas como de quebradas em 5,37%. Verificou-se que, acima deste valor, a segunda semente do alvéolo era cisalhada e a perda ocorria somente pelo número de sementes danificadas. A partir dessa descoberta, observou-se que a

introdução de um cisalhamento provocado melhoraria o rendimento, pois haveria apenas uma semente viável por alvéolo na descarga.

KEPNER; BAINER & BARGER [23] recomendam, a partir de seus estudos e pela experiência, que as dimensões dos alvéolos de captação sejam em torno de 10% maiores que as da maior semente a ser dosada, obtendo-se, com isso, espaço suficiente para a captação de todas as sementes.

### 3.5 - Raspagem

Essa função, realizada pelo dispositivo raspador, consiste em garantir que apenas uma semente permaneça no alvéolo após esta ter passado pelo reservatório de sementes. Os dispositivos raspadores são importantes pois, realizando adequadamente sua função, evitam a ocorrência de múltiplas sementes na linha.

Como foi visto no item 3.2.2, as sementes podem variar de tamanho mesmo que tenham sido classificadas. Dessa forma, mesmo que as dimensões dos alvéolos estejam de acordo com as dimensões das sementes, podem ocorrer casos em que duas ou mais sementes pequenas sejam captadas, sendo assim, o dispositivo raspador deverá retirá-las deixando apenas uma, que será descarregada na abertura de saída.

Vários são os tipos de dispositivos raspadores e dentre eles tem-se os de haste, rolete, escova ou pela própria ação da força da gravidade. Tais dispositivos devem ser feitos de forma a não danificar as sementes durante o processo de raspagem, para não comprometer sua germinação e emergência das plântulas.

Os raspadores tipo escovas rotativas apresentam-se na forma de escovas cilíndricas que giram em sentido contrário ao sentido de rotação do disco. Esses elementos são normalmente utilizados nos dosadores de disco vertical e de correia. AKYURT & TAUB [02] avaliaram a folga entre a escova raspadora e o disco de sementes, na dosagem de sementes de beterraba açucareira,

verificando que os melhores resultados ocorreram com uma folga de 1.0 mm. Os autores recomendam, também, que a relação de velocidades periféricas entre o disco e o raspador seja de 1:4, a fim de evitar o entupimento na região de raspagem.

### 3.6 - Ejeção

Realizada por elementos como punção, rolete ou pela força da gravidade, essa função é importante para garantir que as sementes captadas sejam liberadas dos alvéolos no ponto de descarga.

Em casos onde as velocidades dos elementos individualizadores é alta, as sementes não tem tempo suficiente para caírem, podendo ser danificados na borda da abertura de saída (Ítem 3.4, FIGURA 3.6) ou passarem desta, ocasionando uma falha na linha. Sendo assim, é necessário uma ação positiva no ponto de descarga sobre as sementes, para facilitar a queda das mesmas. É desejável, por sua vez, que esta ação não seja tão brusca, provocando choques que possam danificar as sementes, prejudicando a sua germinação.

### 3.7 - Condução

A função de condução das sementes é necessária para direcionar ou conduzi-las até a base do sulco. Na maioria dos casos, os elementos condutores apresentam-se na forma de tubos flexíveis. Os tubos devem possuir as paredes internas lisas para evitar possíveis rebotes das sementes no seu interior, o que poderia influenciar na homogeneidade de distribuição das sementes. Devem ser flexíveis, também, para permitir possíveis

desvios estruturais entre o dosador e o sulcador.

A altura de queda deve ser a menor possível, a fim de se obter uma melhor precisão de dosagem. Algumas alturas de queda em dosadores de discos são mostradas na FIGURA 3.8 [11].

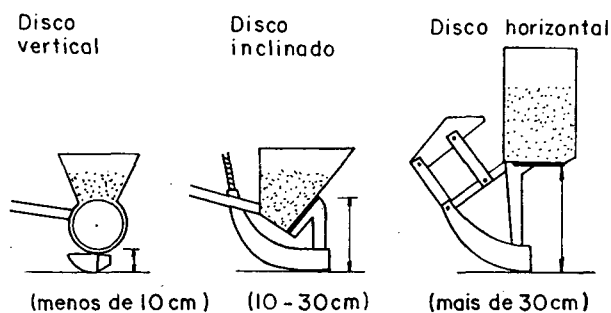


FIGURA 3.8 - Altura de queda das sementes em três tipos de dosadores de disco [11].

Verifica-se que as menores alturas de queda são obtidas com dosadores de disco vertical. Os dosadores de correia também apresentam baixas alturas de queda e, muitas vezes, não possuem tubos condutores, de forma que as sementes liberadas caem diretamente no sulco de sementeira.

AUTRY & SCHROEDER [04] verificaram a influência da forma do tubo de descarga na dispersão das sementes. Em seus estudos, observaram que a trajetória das sementes, após liberadas pelo alvéolo, assumia uma forma parabólica e que essa trajetória variava em função da variação na velocidade do disco.

Baseado nisso, os autores salientam que o tubo condutor deveria apresentar uma forma que se adaptasse a essas variações, conforme FIGURA 3.9, de forma a minimizar a dispersão das sementes. A forma proposta foi construída e testada, verificando-se uma sensível melhora na distribuição das sementes.

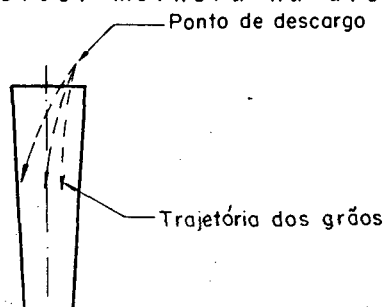


FIGURA 3.9 - Forma modificada para o tubo condutor [04].

Outro aspecto importante relativo aos condutores é quanto a sua posição em relação à linha de descarga. Devido ao movimento da máquina, as sementes apresentam uma componente de velocidade no sentido horizontal; dessa forma, ao caírem no solo, poderão rolar no interior do sulco, desviando-se de sua posição ideal. Segundo BUTIERRES [10], o tubo condutor deve possuir uma inclinação de  $30^{\circ}$  contrária ao movimento da máquina, de forma a imprimir uma parcela de velocidade contrária à velocidade da máquina, minimizando o desvio na linha.

## CAPÍTULO IV

### DESENVOLVIMENTO DE CONCEPÇÕES

#### 4.1 - Introdução

Como se verificou, nos capítulos II e III, existe uma série de concepções e parâmetros a serem avaliados para que se possa desenvolver uma solução adequada de um mecanismo dosador de precisão. Considerando este aspecto, e com o objetivo de melhor visualizar os parâmetros e concepções possíveis, será utilizado o método morfológico [05] no desenvolvimento das soluções alternativas.

Através do método morfológico, é possível analisar, de forma mais clara, todas as funções que constituem os dosadores de precisão, bem como, obter, através de um simples rearranjo entre linhas e colunas da matriz morfológica, várias concepções alternativas que poderão vir a se constituir em possíveis soluções para o problema proposto.

Convém salientar, também, que durante o desenvolvimento das soluções, foram realizadas, com o objetivo de desenvolver a criatividade, várias seções de "brainstorming", onde os problemas surgidos eram avaliados através desta técnica.

#### 4.2 - Construção da matriz morfológica

Através da bibliografia consultada, verificou-se que a função global de dosagem dos mecanismos dosadores de precisão pode ser dividida em várias funções elementares, conforme apresentado no cap. II. Cada função elementar pode ser realizada por dispositivos distintos. Essas funções são: armazenamento e alimentação, individualização e transporte, raspagem, ejeção e condução.

As várias concepções avaliadas apresentavam formas e características próprias de atender às funções elementares. Com base nisso, foi elaborada uma listagem dos diferentes dispositivos encontrados, o que permitiu compor os elementos da matriz que auxiliou no desenvolvimento das soluções alternativas para o dosador. Convém salientar, que algumas das soluções, abaixo listadas, foram desenvolvidas no decorrer do trabalho e, dessa forma, aumentaram-se as alternativas de soluções possíveis para o problema proposto.

A listagem apresentada a seguir está de acordo com a ordem das funções elementares do mecanismo.

a - Armazenamento e alimentação

a.1 - forma do reservatório

a.1.1 - cilíndrico

a.1.2 - tronco cônico

a.1.3 - trapezoidal

a.2 - fixação do reservatório

a.2.1 - fixado por parafusos

a.2.2 - articulado

a.3 - posição do reservatório

a.3.1 - sobre o individualizador

a.3.2 - lateralmente ao individualizador

a.3.3 - afastado do individualizador

b - individualização e transporte

b.1 - tipos de dispositivos

b.1.1 - disco plano com alvéolos

b.1.2 - disco cônico com alvéolos

b.1.3 - correia com alvéolos

b.1.4 - tambor com alvéolos



- b.1.5 - hastes móveis
    - b.1.6 - hastes fixas
  - b.2 - forma dos alvéolos
    - b.2.1 - alvéolos circulares
    - b.2.2 - alvéolos oblongos
    - b.2.3 - alvéolos laterais
    - b.2.4 - alvéolos passantes
    - b.2.5 - alvéolos não passantes
    - b.2.6 - alvéolos com superfície de entrada
  - b.3 - forma de captação
    - b.3.1 - mecânica
    - b.3.2 - mecânica pneumática (sucção)
    - b.3.3 - mecânica pneumática (pressurização)
  - b.4 - posição de captação do individualizador
    - b.4.1 - horizontal
    - b.4.2 - inclinado
    - b.4.3 - vertical
  - b.5 - acionamentos
    - b.5.1 - roda dentada e corrente agrícola
    - b.5.2 - roda dentada e corrente de rolo
    - b.5.3 - rodas dentadas
  - b.6 - regulagens
    - b.6.1 - troca do individualizador
    - b.6.2 - troca da relação de transmissão
    - b.6.3 - troca da linha de captação
  - b.7 - movimento do individualizador
    - b.7.1 - contínuo
    - b.7.2 - alternativo
- c - raspagem
  - c.1 - tipos de dispositivos
    - c.1.1 - haste
    - c.1.2 - escova
    - c.1.3 - rolete
    - c.1.4 - anteparo rígido
    - c.1.5 - fluxo de ar
    - c.1.6 - força da gravidade

- c.2 - movimento do raspador
  - c.2.1 - fixo
  - c.2.2 - articulado
  - c.2.3 - giratório

d - ejeção

- d.1 - tipos de dispositivos
  - d.1.1 - haste
  - d.1.2 - punção
  - d.1.3 - rolete liso
  - d.1.4 - rolete dentado
  - d.1.5 - queda livre
- d.2 - movimento do ejetor
  - d.2.1 - fixo
  - d.2.2 - articulado
  - d.2.3 - giratório

e - condução

- e.1 - tipos de dispositivos
  - e.1.1 - tubo cilíndrico
  - e.1.2 - tubo cônico
  - e.1.3 - correia transportadora
  - e.1.4 - parafuso sem-fim
  - e.1.5 - queda livre
- e.2 - posição do condutor
  - e.2.1 - vertical
  - e.2.2 - inclinada
  - e.2.3 - inclinado com movimento

O próximo passo consta da representação gráfica destas soluções, com a finalidade de facilitar a construção, manuseio e visualização da matriz.

Nas FIGURAS 4.1 à 4.5, tem-se a descrição e representação gráfica para as soluções dos elementos das cinco funções elementares.

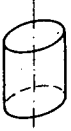

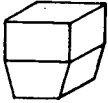
	<p>a.1.1 - reservatório cilíndrico</p> <p>* apresenta, geralmente, uma tampa articulada e é utilizado em dosadores de disco horizontal.</p>
	<p>a.1.2 - reservatório tronco cônico</p> <p>* encontrado em dosadores de disco vertical.</p>
	<p>a.1.3 - reservatório trapezoidal</p> <p>* encontrado em dosadores de disco inclinado e de correia.</p>

FIGURA 4.1.a - Descrição das soluções para a função de armazenamento e alimentação - forma do reservatório.

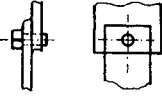
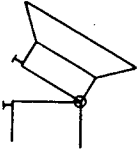
	<p>a.2.1 - fixação por parafusos</p> <p>* utiliza-se parafusos comuns ou do tipo borboleta.</p>
	<p>a.2.2 - articulado</p> <p>* uma das extremidades é articulada e, na extremidade oposta, tem-se os elementos de fixação.</p>

FIGURA 4.1.b - Tipos de fixação do reservatório.

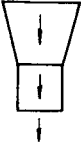
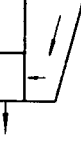
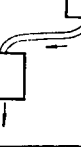
	<p>a. 3.1 - reservatório sobre o individualizador</p> <p>* As sementes tem um contato direto com o elemento individualizador sendo o fluxo no sentido vertical.</p>
	<p>a. 3.2 - reservatório lateralmente ao individualizador</p> <p>* posição encontrada em alguns mecanismos como os de disco inclinado e dosadores mecânico-pneumáticos de sucção.</p>
	<p>a. 3.3 - reservatório afastado do individualizador</p> <p>* encontrado nos sistemas que possuem um reservatório único que alimenta vários mecanismos através de dutos auxiliares.</p>

FIGURA 4.1.c - Tipos de posições do reservatório.

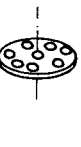
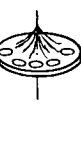




	<p>b. 1.1 - disco plano com alvéolos</p> <p>* utilizado em dosadores de disco horizontal.</p>
	<p>b. 1.2 - disco cônico com alvéolos</p> <p>* caso particular de dosadores de disco horizontal. O disco apresenta uma superfície cônica.</p>
	<p>b. 1.3 - correia com alvéolos</p> <p>* a correia pode apresentar uma ou mais linhas de alvéolos em sua superfície.</p>
	<p>b. 1.4 - tambor com alvéolos</p> <p>* o tambor pode apresentar uma ou mais linhas de alvéolos em sua superfície.</p>
	<p>b. 1.5 - hastas móveis</p> <p>* não há necessidade de trocar os elementos individualizadores.</p>
	<p>b. 1.6 - hastas fixas</p> <p>* idem ao anterior</p>

FIGURA 4.2.a - Soluções para a função de individualização e transporte - tipos de dispositivos.

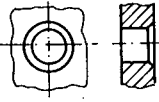
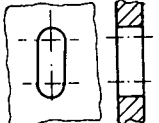
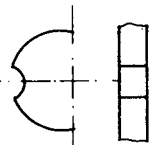
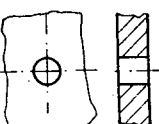
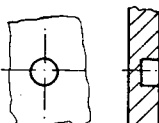
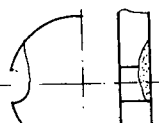
	<p>b. 2. 1 - alvéolos circulares com chanfro</p> <p>* o chanfro reduz a possibilidade de danificação com a borda do alvéolo.</p>
	<p>b. 2. 2 - alvéolos oblongos</p> <p>* podem ser usados para sementes de formato elíptico</p>
	<p>b. 2. 3 - alvéolos laterais</p> <p>* utilizado para sementes classificadas por tamanho e para captação lateral.</p>
	<p>b. 2. 4 - alvéolos passantes</p> <p>* utilizado em dosadores de correia.</p>
	<p>b. 2. 5 - alvéolos não passantes</p> <p>* utilizado em dosadores de disco vertical.</p>
	<p>b. 2. 6 - alvéolos com superfície de entrada</p> <p>* facilita o acesso do grão ao interior do alvéolo.</p>

FIGURA 4.2.b - forma dos alvéolos.

<p><b>MECÂNICA</b></p>	<p>b. 3.1 - mecânica</p> <p>* o processo de captação é totalmente mecânico.</p>
<p><b>MECÂNICO PNEUMÁT. (SUCCÃO)</b></p>	<p>b. 3.2 - mecânico-pneumática (sucção)</p> <p>* o processo de captação é auxiliado pela ação de sucção do ar.</p>
<p><b>MECÂNICO PNEUMÁT. (PRESSUR)</b></p>	<p>b. 3.3 - mecânico-pneumática (pressurização)</p> <p>* o processo de captação é auxiliado pela ação de pressurização do ar.</p>

FIGURA 4.2.c - formas de captação.

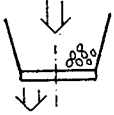
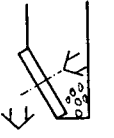

	<p>b. 4.1 - individualizador horizontal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* o eixo de acionamento encontra-se na posição vertical.</li> <li>* o fluxo de sementes se dá de forma vertical em relação ao individualizador.</li> </ul>
	<p>b. 4.2 - individualizador inclinado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* o eixo de acionamento apresenta-se na posição inclinada.</li> <li>* o fluxo de sementes se dá de forma inclinada em relação ao individualizador.</li> </ul>
	<p>b. 4.3 - individualizador vertical</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* o eixo de acionamento apresenta-se na posição horizontal.</li> <li>* o fluxo de sementes se dá de forma horizontal em relação ao individualizador.</li> </ul>

FIGURA 4.2.d - posições de captação do individualizador.

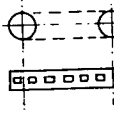
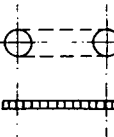
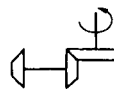
	<p>b. 5.1 - roda dentada e corrente agrícola</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* utilizado na maioria dos dosadores</li> </ul>
	<p>b. 5.2 - roda dentada e corrente de rolo</p>
	<p>b. 5.3 - rodas dentadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* toda a transmissão a partir da roda de acionamento da máquina é por rodas dentadas.</li> </ul>

FIGURA 4.2.e - Tipos de acionamentos.

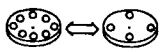
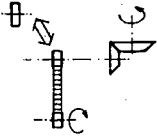
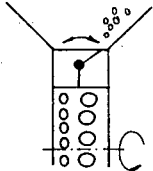
	<p>b. 6.1 - troca do individualizador</p> <p>* mudam-se o disco de sementes por outro com maior ou menor número de alvéolos ou ainda com alvéolos de dimensões diferentes.</p>
	<p>b. 6.2 - troca da relação de transmissão</p> <p>* mudam-se as rodas dentadas de acionamento do mecanismo.</p>
	<p>b. 6.3 - troca da linha de captação</p> <p>* escolhem-se, num mesmo individualizador, alvéolos com diferentes dimensões.</p>

FIGURA 4.2.f - Tipos de regulagens.


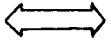
	<p>b. 7.1 - contínuo</p> <p>* utilizado na maioria dos dosadores.</p>
	<p>b. 7.2 - alternativo</p> <p>* utilizado em dosadores de correia alternativo.</p>

FIGURA 4.2.g - Tipos de movimentos do individualizador.


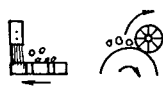
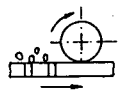
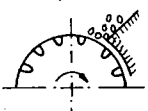
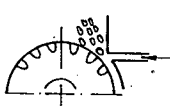
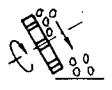
	<p>c. 1. 1 - haste</p> <p>* geralmente é de material flexível ou utilizado com mola.</p>
	<p>c. 2. 2 - escova</p> <p>* pode ser fixa ou giratória</p>
	<p>c. 2. 3 - rolete</p> <p>* o rolete gira no sentido contrário ao movimento dos orifícios.</p>
	<p>c. 2. 4 - anteparo rígido</p> <p>* encontrado em dosadores de disco vertical</p>
	<p>c. 2. 5 - fluxo de ar</p> <p>* as sementes em excesso são retiradas dos alvéolos através de um fluxo de ar.</p>
	<p>c. 2. 6 - força da gravidade</p> <p>* as sementes caem dos alvéolos devido a posição inclinada do disco.</p>

FIGURA 4.3.a - Soluções para a função de raspagem - tipos de dispositivos de raspagem.

<p><b>FIXO</b></p>	<p>c. 2. 1 - fixo</p> <p>* o elemento é fixo em relação a uma estrutura.</p>
<p><b>ARTICUL.</b></p>	<p>c. 2. 2 - articulado</p> <p>* o elemento é articulado em relação a uma estrutura.</p>
<p><b>GIRATÓRIO</b></p>	<p>c. 2. 3 - giratório</p> <p>* pode girar em relação a uma estrutura fixa ou em relação a um elemento articulado.</p>

FIGURA 4.3.b - movimento do raspador.



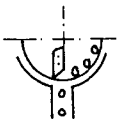
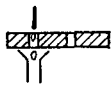
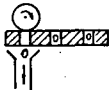
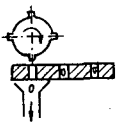
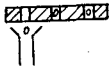
	<p>d.1.1 - haste</p> <p>* a haste atua no interior dos alvéolos através de um rasgo feito na parte interna do disco.</p>
	<p>d.1.2 - punção</p> <p>* o elemento penetra no interior do alvéolo pela ação de uma mola.</p>
	<p>d.1.3 - rolete liso</p> <p>* as sementes são ejetados pela ação da superfície externa de um rolete no interior dos orifícios.</p>
	<p>d.1.4 - rolete dentado</p> <p>* as sementes são ejetados pela ação dos dentes de um rolete dentado no interior dos orifícios.</p>
	<p>d.1.5 - queda livre</p> <p>* as sementes caem dos orifícios no tubo condutor sem a ação de nenhum elemento.</p>

FIGURA 4.4.a - Soluções para a função de ejeção - tipos de dispositivos de ejeção.

<p>FIXO</p>	<p>d.2.1 - fixo</p> <p>* o elemento encontra-se fixo em relação a uma estrutura.</p>
<p>ARTICUL.</p>	<p>d.2.2 - articulado</p> <p>* o elemento encontra-se articulado em relação a uma estrutura.</p>
<p>GIRATÓRIO</p>	<p>d.2.3 - giratório</p> <p>* pode girar em relação a uma estrutura ou em relação a um elemento articulado.</p>

FIGURA 4.4.b - movimentos do ejetor.

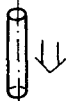

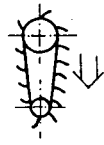
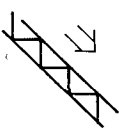
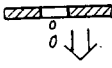
	<p>e. 1.1 - tubo cilíndrico</p> <p>* utilizado na maioria dos mecanismos dosadores</p>
	<p>e. 1.2 - tubo cônico</p> <p>* concepção idealizada para receber as sementes com diferentes velocidades de ejeção.</p>
	<p>e. 1.3 - correia transportadora</p> <p>* as sementes são conduzidas ao solo entre os compartimentos de uma correia transportadora.</p>
	<p>e. 1.4 - parafuso sem-fim</p> <p>* as sementes são conduzidas entre os filetes do sem-fim.</p>
	<p>e. 1.5 - queda livre</p> <p>* as sementes caem dos orifícios diretamente no solo sem nenhum elemento para conduzi-los</p>

FIGURA 4.5.a - Soluções para a função de condução - tipos de dispositivos de condução.



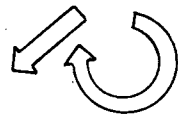
	<p>e. 2.1 - vertical fixo</p> <p>* o elemento é fixo e disposto no sentido vertical em relação ao solo.</p>
	<p>e. 2.2 - inclinado fixo</p> <p>* o elemento é fixo e disposto no sentido inclinado em relação ao solo no sentido contrário a direção de movimento da máquina.</p>
	<p>e. 2.3 - inclinado com movimento</p> <p>* o elemento encontra-se inclinado em relação ao solo e apresenta movimento para a condução das sementes</p>

FIGURA 4.5.b - Posições do condutor de sementes.

A etapa seguinte é a disposição destas FIGURAS nas linhas e colunas da matriz. Cada elemento vai ocupar uma linha da matriz, a qual terá suas colunas preenchidas com possíveis soluções para o referido elemento.

Na FIGURA 4.6, está representada a maneira pela qual se efetua o preenchimento das linhas e colunas da matriz morfológica. Como exemplo, tem-se as formas dos reservatórios.



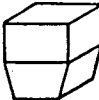
ELEMENTO	COLUNA 1	COLUNA 2	COLUNA 3	COLUNAS DE 4 - 6
a. 1	a. 1. 1	a. 1. 2	a. 1. 3	DEMAIS COLUNAS EM BRANCO
FORMA DO RESERVATÓRIO				

FIGURA 4.6 - Forma de preenchimento da matriz morfológica - primeira linha da matriz.

Assim, a matriz terá a totalidade de suas linhas divididas entre os cinco subsistemas ou funções elementares sendo que cada subsistema conterà linhas equivalentes ao número de elementos que possui.

As posições em branco, na linha, indicam que não foram encontradas mais concepções para aquele elemento.

Com base nesse procedimento, fica definida a estrutura geral da matriz conforme mostrada na FIGURA 4.7

#### 4.3 - Obtenção de concepções utilizando a matriz morfológica

Construída a matriz, tem-se a possibilidade de obter um grande número de concepções de mecanismos dosadores de precisão, combinando soluções das funções representadas nas diferentes linhas e colunas da matriz.

Uma característica importante da matriz é que poderão surgir combinações de elementos ou concepções que talvez não tenham sido sugeridas até o momento, em função das novas soluções propostas utilizando a técnica de "brainstorming".

Com isso, é possível obter concepções totalmente diferentes das anteriores, contudo, deve-se observar os requisitos de projeto, viabilidade técnica, compatibilidade entre os elementos, aspectos de fabricação e custos.

Levando-se em conta esses aspectos, chegou-se a seleção preliminar de duas alternativas que são:

a) a configuração que apresenta os seguintes elementos da matriz morfológica: a.1.3, a.2.1, a.3.1, b.1.3, b.2.4, b.3.1, b.4.1, b.5.2, b.6.3, b.7.1, c.1.2, c.2.3, d.1.1, d.2.1, e.1.1, e.2.1, conforme FIGURA 4.8 a. As sementes são acondicionadas em um reservatório trapezoidal, fixado por parafusos com fenda, cujo posicionamento é sobre o individualizador. Este último, por sua vez, apresenta-se na forma de uma correia plana e possui uma série de alvéolos circulares em sua superfície. Assim, a captação ocorre de forma mecânica e horizontal e sua regulagem é feita através da troca da linha de alvéolos de captação. O individualizador apresenta um movimento contínuo e é acionado através de rodas dentadas e correntes de rolos. Para a raspagem das sementes, dispõe-se de uma escova rotativa que gira no sentido contrário ao sentido de movimentação da correia. As sementes captadas são ejetadas no ponto de descarga por um ejetor de hastes fixas, caindo no interior de um tubo cilíndrico verticalmente disposto em relação ao solo.

b) a configuração que utiliza os seguintes elementos da matriz morfológica: a.1.3, a.2.1, a.3.1, b.1.4, b.2.5, b.3.1, b.4.3, b.5.2, b.6.3, b.7.1, c.1.1, c.2.1, d.1.3 d.2.2, e.1.1, e.2.1, conforme FIGURA 4.8 b. As sementes ficam acondicionados no reservatório trapezoidal, fixado na carcaça por parafusos, sendo que sua posição é sobre o individualizador de sementes. O individualizador, por sua vez, é composto por um tambor que apresenta uma série de alvéolos circulares em sua superfície, dispostos em três linhas igualmente espaçadas; uma linha para cada tipo de semente. A regulagem do sistema é feita mediante a troca da linha de alvéolos. O individualizador apresenta um movimento contínuo e sua captação se dá de forma mecânica e vertical. A raspagem das sementes captadas é feita através de hastes flexíveis fixas, dispostas de forma radial com relação ao tambor de sementes. As sementes captadas e transportadas são ejetadas no ponto de descarga através de um ejetor de roletes lisos e articulados que atuam no interior do tambor forçando a queda das sementes que são conduzidas ao solo através de um tubo cilíndrico.

		.1	.2	.3	.4	.5	.6
a ) ARMAZENAMENTO E ALIMENTAÇÃO	a.1 ) Forma do Reservatório						
	a.2 ) Fixação do Reservatório						
	a.3 ) Posição do Reservatório						
b ) INDIVIDUALIZAÇÃO E TRANSPORTE	b.1 ) Tipos de Dispositivos						
	b.2 ) Forma dos Alvéolos						
	b.3 ) Forma de Captação	MECÂNICA	MECÂNICO PNEUMÁT. (SUCÇÃO)	MECÂNICO PNEUMÁT. (PRESSUR)			
	b.4 ) Posição de Captação do Individualizador						
	b.5 ) Aclonamentos						
	b.6 ) Regulagens						
	b.7 ) Movimento do Individualizador						
c ) RASPAGEM	c.1 ) Tipos de Dispositivos						
	c.2 ) Movimento do Raspador	FIXO	ARTICUL.	GIRATÓRIO			
d ) EJEÇÃO	d.1 ) Tipos de Dispositivos						
	d.2 ) Movimento do Ejetor	FIXO	ARTICUL.	GIRATÓRIO			
e ) CONDUÇÃO	e.1 ) Tipos de Dispositivos						
	e.2 ) Posição do Ejetor						

FIGURA 4.7 - Matriz morfológica obtida a partir das diferentes funções possíveis.

a ) ARMAZENAMENTO E ALIMENTAÇÃO	a.1 ) Forma do Reservatório			
	a.2 ) Fixação do Reservatório			
	a.3 ) Posição do Reservatório			
b ) INDIVIDUALIZAÇÃO E TRANSPORTE	b.1 ) Tipos de Dispositivos			
	b.2 ) Forma dos Alvéolos			
	b.3 ) Forma de Captação	MECÂNICA		
	b.4 ) Posição de Captação do Individualizador			
	b.5 ) Aclonamentos			
	b.6 ) Regulagens			
	b.7 ) Movimento do Individualizador			
c ) RASPAGEM	c.1 ) Tipos de Dispositivos			
	c.2 ) Movimento do Raspador	GIROTORIO		
d ) EJEÇÃO	d.1 ) Tipos de Dispositivos			
	d.2 ) Movimento do Ejetor	FIXO		
e ) CONDUÇÃO	e.1 ) Tipos de Dispositivos			
	e.2 ) Posição do Ejetor			

a)

a ) ARMAZENAMENTO E ALIMENTAÇÃO	a.1 ) Forma do Reservatório			
	a.2 ) Fixação do Reservatório			
	a.3 ) Posição do Reservatório			
b ) INDIVIDUALIZAÇÃO E TRANSPORTE	b.1 ) Tipos de Dispositivos			
	b.2 ) Forma dos Alvéolos			
	b.3 ) Forma de Captação	MECÂNICA		
	b.4 ) Posição de Captação do Individualizador			
	b.5 ) Aclonamentos			
	b.6 ) Regulagens			
	b.7 ) Movimento do Individualizador			
c ) RASPAGEM	c.1 ) Tipos de Dispositivos			
	c.2 ) Movimento do Raspador	FIXO		
d ) EJEÇÃO	d.1 ) Tipos de Dispositivos			
	d.2 ) Movimento do Ejetor	ARTICUL.		
e ) CONDUÇÃO	e.1 ) Tipos de Dispositivos			
	e.2 ) Posição do Ejetor			

b)

FIGURA 4.8 - Disposição dos elementos das alternativas propostas.  
a) primeira; b) segunda.

#### 4.4 - Seleção da Solução Alternativa

As duas soluções obtidas poderiam ser aceitas para a construção de um protótipo, porém, as considerações seguintes levaram à opção da segunda alternativa, FIGURA 4.8 b.

A primeira alternativa de solução, FIGURA 4.8 a, apesar de resultar mais compacta e com velocidade periférica menor para o individualizador, apresenta-se como uma solução mais difícil de construir, uma vez que haveria necessidade de um dispositivo para esticar a correia. Além disso, o desgaste da correia ocorreria em maior grau, contrariando o requisito inicial de resistência. A correia, sendo de material de menor resistência necessitaria de trocas frequentes que encareceria o custo de manutenção. Além disso, a fabricação e precisão dos orifícios em material flexível é difícil de se obter.

##### 4.4.1 - Descrição geral da solução escolhida.

Para facilitar o estudo desta concepção, optou-se por dividi-la da mesma forma como realizada no ítem 4.2, ou seja: armazenamento e alimentação, individualização e transporte, raspagem, ejeção e condução.

Esta descrição poderá ser acompanhada através da FIGURA 4.10, que representa a estrutura básica da concepção proposta.

A seguir, serão descritos os cinco subsistemas de forma a justificar a escolha feita e numa sequência que acompanha o fluxo das sementes no interior do mecanismo.

a) armazenamento e alimentação: a escolha recaiu sobre um reservatório que permitisse um fluxo contínuo e facilitasse o acesso das sementes ao interior do mecanismo. Optou-se pela fixação por parafusos, com porca borbolela para facilitar sua retirada quando necessário.



b) individualização e transporte: conforme visto anteriormente, nos requisitos para o dosador constavam a facilidade de regulagem e acionamento e a compacidade, entre outros. Para atender a esses requisitos, optou-se por um dosador que permitisse a dosagem dos três tipos de sementes em questão, sem a troca do elemento individualizador, simplificando, assim, a regulagem do sistema. Além disso, a solução proposta permite que o acionamento seja o mais simples possível, ou seja, através de rodas dentadas a partir da roda de acionamento da máquina, e sem necessidade de trocas.

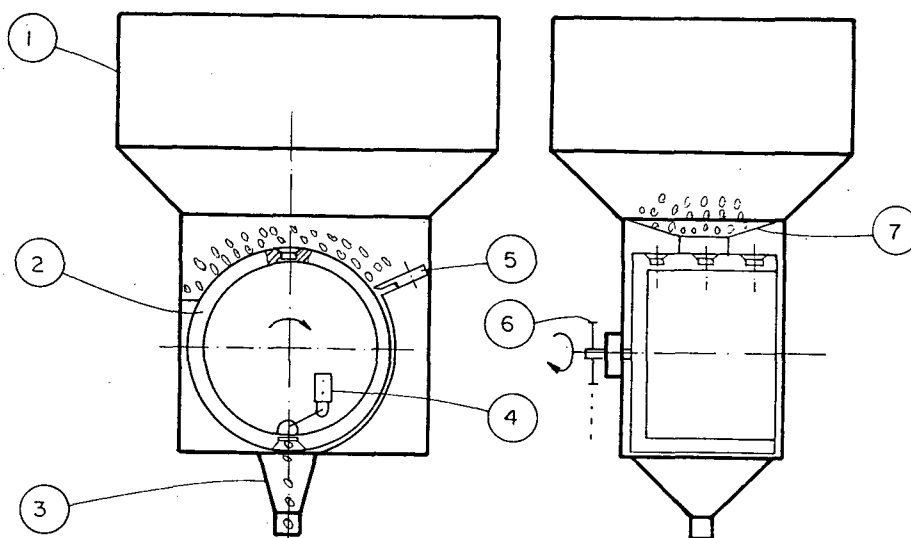
Com esse sistema, tem-se uma redução na altura de queda das sementes ao solo, reduzindo os desvios devido a esse fator.

c) raspagem: para o dispositivo raspador, optou-se por um sistema que fosse simples, fácil de regular e fabricar. Escolheram-se hastes raspadoras de borracha, dispostas de forma radial ao tambor de sementes. Sua regulagem é feita mediante afrouxamento de um parafuso borboleta que serve para sua fixação. Considerando que esse elemento desgasta com o passar do tempo, foi prevista sua fácil substituição. Por outro lado, o fato de ser feito de borracha reduz as danificações mecânicas das sementes.

d) ejeção: devido às características do individualizador proposto, é necessário que o elemento ejetor atue internamente ao tambor. Dessa forma, foi proposto um sistema de roletes articulados através de braços metálicos e em constante contato com o tambor, devido à ação de uma mola. Os roletes atuam internamente em ranhuras feitas nas linhas dos orifícios, com isso, existe um contato físico entre o rolete e a semente, no interior do alvéolo, no ponto de descarga. O sistema proposto evita a danificação das sementes e não fica em constante atrito de deslizamento.

e) condução: para possibilitar o recebimento das sementes das três linhas de orifícios do disco dosador, foi necessário desenvolver um condutor que apresentasse a forma de um funil e direcionasse as sementes para um tubo comum. Esse tubo, para atender os requisitos de projeto, deve ser de paredes internas lisas, minimizando, assim, rebotes das sementes em seu interior. A posição do mecanismo dosador no protótipo da,

semeadora/adubadora de plantio direto à tração animal [15], onde está prevista sua montagem condicionou o tubo condutor na posição vertical.



LEGENDA:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1 - Reservatório de sementes | 5 - Raspador                           |
| 2 - Tambor dosador           | 6 - Roda dentada e eixo de acionamento |
| 3 - Funil de descarga        | 7 - Separador/Regulador de semente     |
| 4 - ejetor                   |  |

FIGURA 4.10 - Dosador de tambor vertical

## CAPÍTULO V

### PROJETO PRELIMINAR

#### 5.1 - Introdução

Após concluída a fase de concepção, iniciaram-se os estudos com o objetivo de tornar viável, física e economicamente, a solução proposta, através da escolha e dimensionamento dos principais parâmetros, de modo a atender os requisitos de projeto.

#### 5.3 - Projeto preliminar

De acordo com estudos feitos no capítulo III e utilizando um modelo matemático (ver APÊNDICE B) desenvolvido para o sistema proposto, foi possível seleccionar as medidas mais apropriadas para o tambor dosador, ou seja, este deverá possuir um diâmetro de 200 mm, uma largura de 90 mm e apresentar, em sua superfície, três linhas com 12, 24 e 44 orifícios, para milho, feijão e soja, respectivamente. Sua concepção básica está representada na FIGURA 5.1.

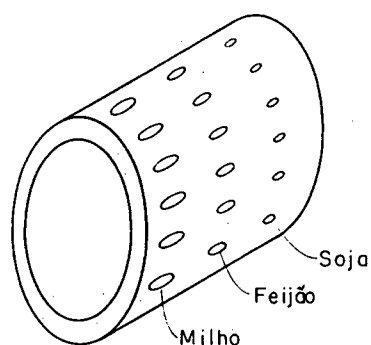


FIGURA 5.1 - Tambor dosador.

A estrutura geral do mecanismo apresenta a forma de uma caixa metálica, FIGURA 5.2, com uma tampa na parte frontal para acesso à parte interna do mecanismo. Considerando a espessura da parede, ela possui as seguintes dimensões: altura de 240 mm; largura de 142 mm; e comprimento de 242 mm. Além disso, nos quatro cantos da caixa foram previstos orifícios para fixação do mecanismo na estrutura da máquina em que for adaptado. Assim, a estrutura ficou simples, compacta e fácil de se adaptar em máquinas semeadoras.

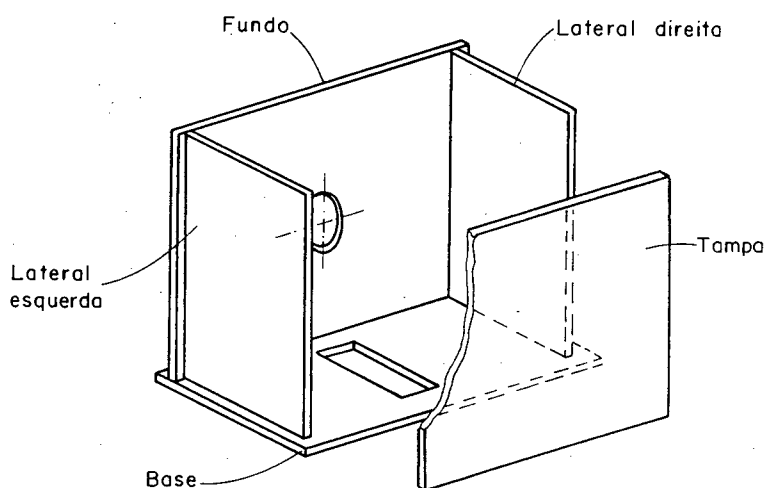


FIGURA 5.2 - Detalhes da estrutura básica do mecanismo dosador.

A seleção das linhas de orifícios do tambor dosador é feita através de um sistema denominado de separador de sementes. Este é constituído de uma estrutura metálica, FIGURA 5.3, fixada nas laterais da caixa e com duas chapas articuladas por meio de dobradiças. Pela movimentação dessas chapas, podem ser obstruídas duas quaisquer das três linhas de orifícios. Dessa forma, o sistema ficou simples e fácil de regular.

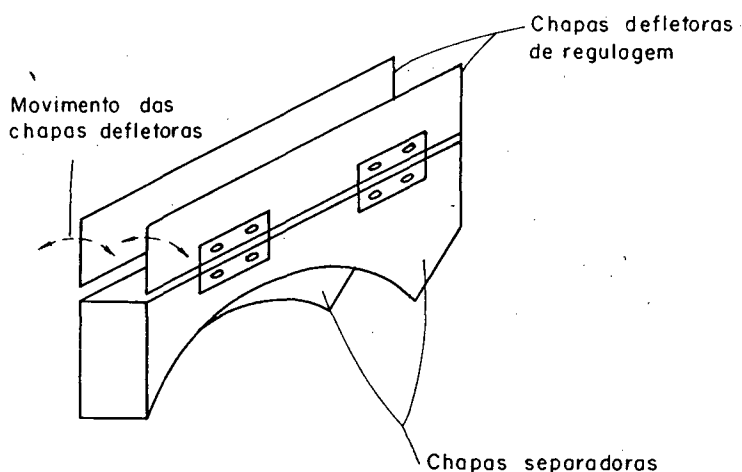


FIGURA 5.3 - Separador de sementes.

Para a função de raspagem, desenvolveu-se um sistema simples, fácil de regular e montar. Apresenta-se na forma de hastes estacionárias, FIGURA 5.4, dispostas radialmente ao tambor e apresentando uma inclinação de  $30^\circ$  com a linha horizontal. Foram fabricadas em borracha. A fixação das hastes, através de porcas borboleta, facilita sua regulagem e substituição em caso de desgaste.

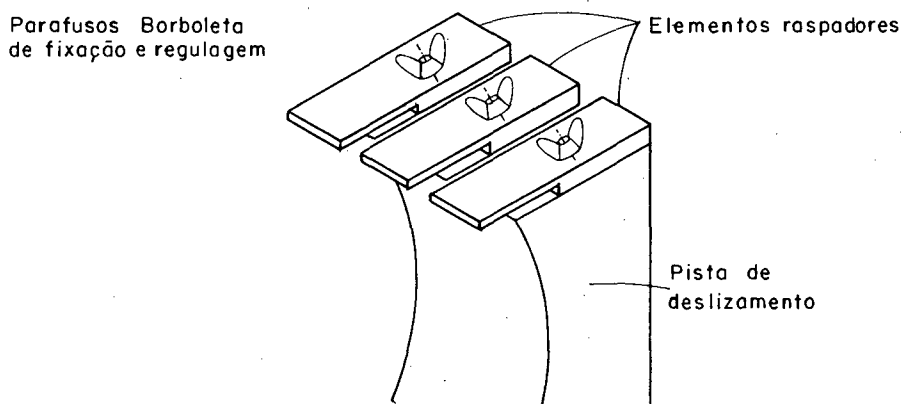


FIGURA 5.4 - conjunto raspador.

A pista de deslizamento, mostrada na FIGURA 5.4, serve não apenas de base para as hastes raspadoras mas, também, como forma de manter as sementes no interior dos orifícios até a abertura de saída.

O sistema ejetor, FIGURA 5.5, é composto por roletes de nylon girando em braços metálicos articulados a uma estrutura e forçados contra o tambor através de molas de torção.

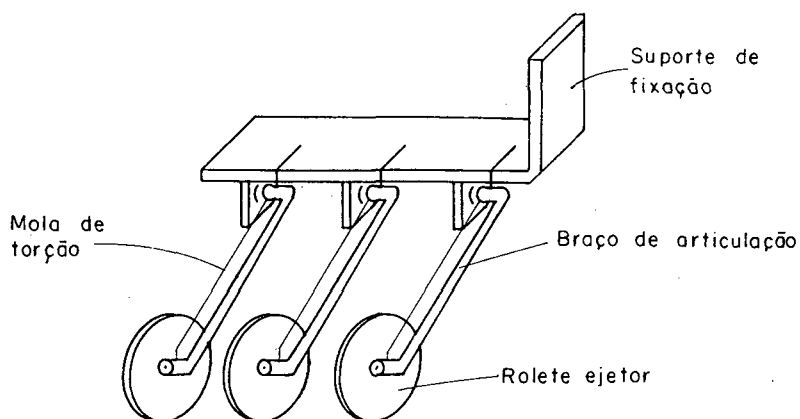


FIGURA 5.5 - Dispositivo ejetor.

Para a utilização desse dispositivo, abriram-se rasgos internos no tambor dosador, nas linhas de orifícios, para que houvesse um contato físico entre os roletes e as sementes no interior dos orifícios, FIGURA 5.6.

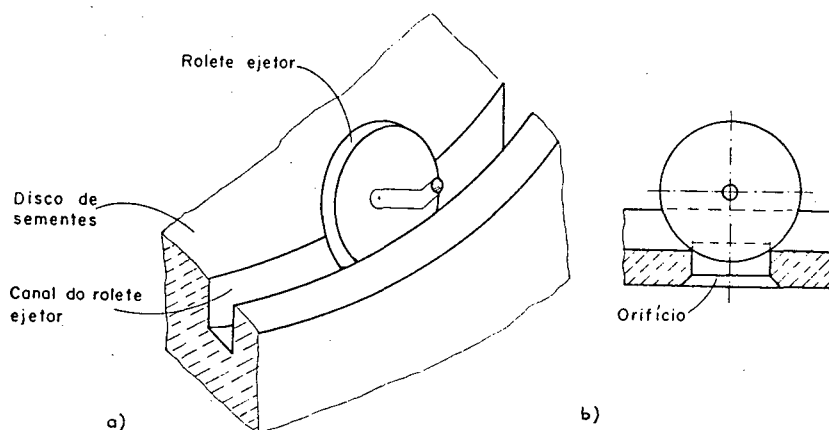


FIGURA 5.6 - a) ação do rolete ejetor no interior do canal; b) corte do disco de sementes mostrando o rolete ejetor em relação ao orifício de captação.

A fixação do dispositivo de ejeção é feita na tampa do dosador. A necessidade de retiradas desta tampa, para manutenção e limpeza, exige que se tenha acesso aos roletes para eventuais correções de seu posicionamento. Para isso, propôs-se uma abertura na tampa, como mostra a FIGURA 5.7.

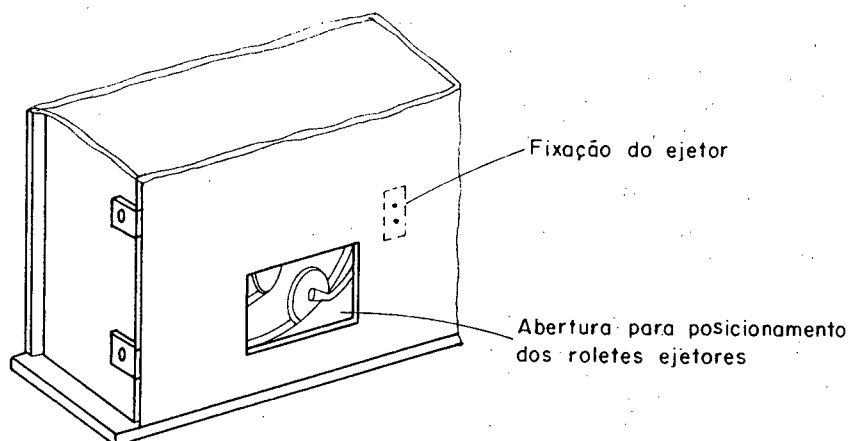


FIGURA 5.7 - Abertura de posicionamento dos roletes ejetores.

O condutor de sementes é constituído de um funil de descarga, fixado na base do dosador, que recebe as sementes ejetadas das linhas de orifícios, e de um tubo de descarga colocado na posição vertical, que conduz as sementes do funil até o solo, FIGURA 5.8. Esse tubo é fixado na base do funil e tem as paredes internas lisas, com diâmetro de 25,4 mm, e é de plástico flexível.

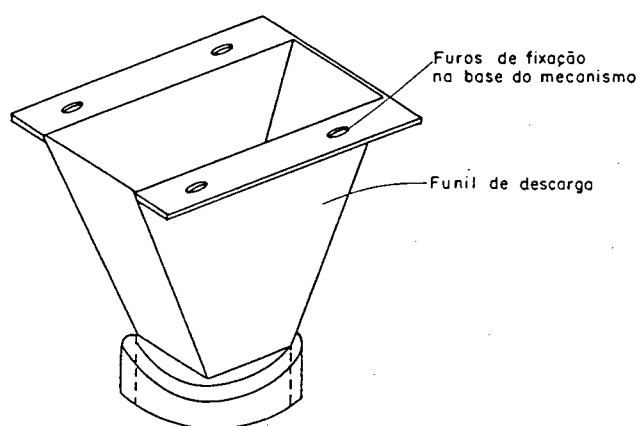


FIGURA 5.8 - Condutor de sementes.

O tambor de sementes foi montado em um eixo, com diâmetro de 15,0 mm, apoiado sobre dois mancais de rolamento, internamente assentados em um flange de fixação. Este flange foi

fixado na parede da caixa do mecanismo. Para o acionamento do tambor dosador, utilizou-se uma roda dentada de 34 dentes com corrente de rolo, fixada, como mostra a FIGURA 5.9, na outra extremidade do eixo do tambor.

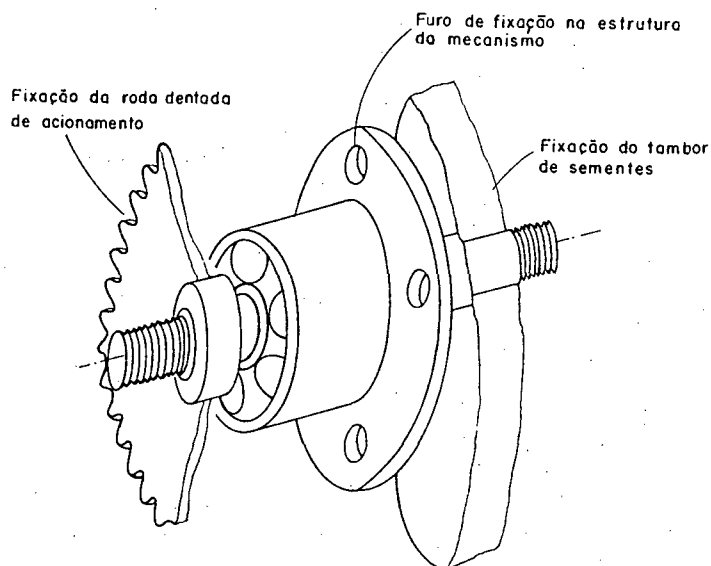


FIGURA 5.9 - Sistema de fixação e acionamento do tambor.

O reservatório de sementes, FIGURA 5.10, tem a forma trapezoidal, possuindo, na parte inferior, forma tronco piramidal, com ângulo de descarga de  $45^\circ$ , o que facilita o fluxo das sementes à região de captação.

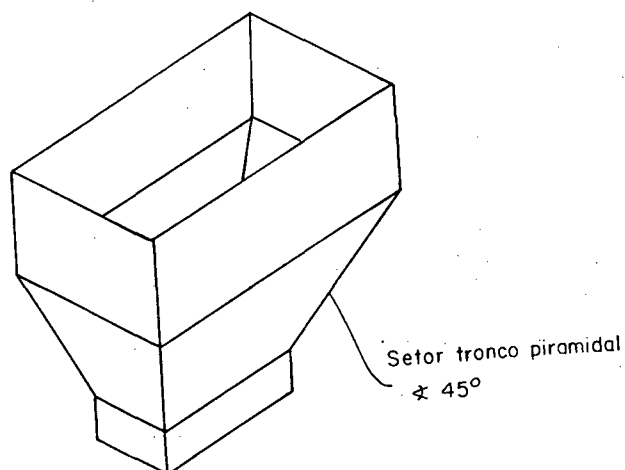


FIGURA 5.10 - Reservatório de sementes.

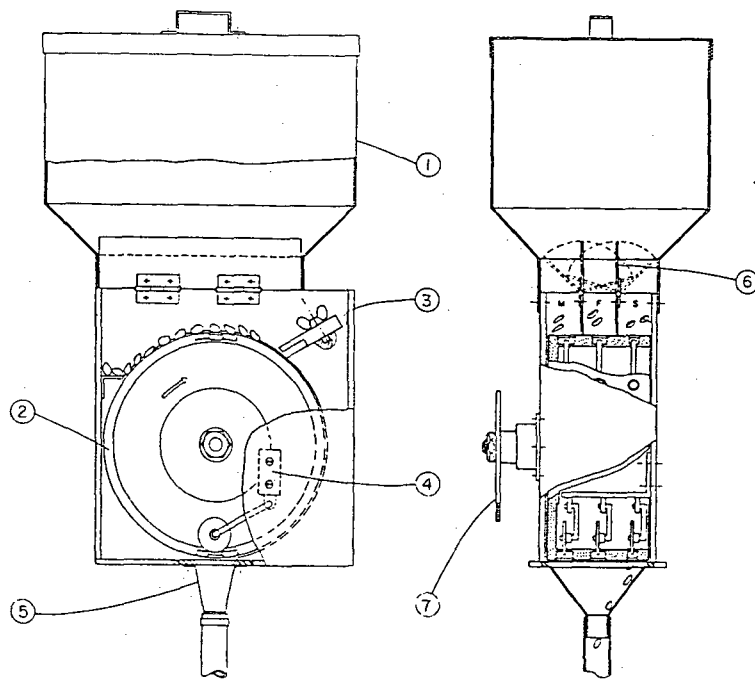


O volume do reservatório é de 10 l, o que exige os seguintes números de reabastecimentos por hectare [15]:

- milho: 2 reabastecimentos (aprox. 20 kg de sementes)
- feijão: 4 reabastecimentos (aprox. 40 kg de sementes)
- soja: 8 reabastecimentos (aprox. 80 kg de sementes).

Procurou-se reduzir o volume do reservatório para diminuir o esforço do operador durante a semeadura.

Com os sistemas anteriormente descritos, o dispositivo dosador proposto apresenta a forma mostrada na FIGURA 5.11.



LEGENDA:

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1 - Reservatório de sementes | 5 - Condutor                 |
| 2 - Tambor dosador           | 6 - Dispositivo de regulagem |
| 3 - Raspador                 | 7 - Roda de acionamento      |
| 4 - Ejetor                   |                              |

FIGURA 5.11 - Dispositivo dosador desenvolvido.

## CAPÍTULO VI

### PROJETO DETALHADO E CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

#### 6.1 - Introdução

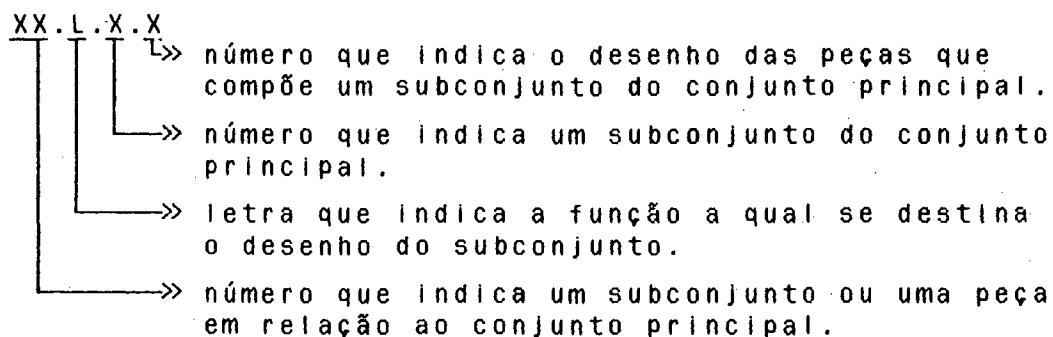
Concluídas as atividades do projeto preliminar, realizou-se um detalhamento mais profundo dos vários componentes da solução concebida. Aqui, os materiais são selecionados, os processos de fabricação determinados e as dimensões dos elementos estipuladas. Para isso, consideraram-se, como requisitos básicos, a economia de material e a simplicidade de fabricação objetivando a redução de custos. Na medida do possível, utilizaram-se materiais e componentes normalizados, com o propósito de minimizar a conformação de componentes especiais.

Na parte final deste capítulo, são mostradas, através de figuras, as principais partes do protótipo e suas montagens, permitindo uma visualização mais real da solução.

#### 6.2 - Projeto detalhado

O acompanhamento e descrição do protótipo realizar-se-á de acordo com os desenhos do ANEXO 1, que apresenta uma codificação dos elementos conforme a função no protótipo.

Classificaram-se os desenhos através de um código alfanumérico que relaciona os elementos com o desenho do conjunto principal. O código genérico utilizado está abaixo descrito:



OBS: na descrição do texto, os números entre parenteses referem-se às peças dos desenhos do ANEXO 1.

As funções tomadas como base para a codificação, com suas respectivas letras indicativas, estão abaixo listadas:

- A - função de armazenamento e alimentação;
- I - função de individualização e transporte;
- R - função de raspagem;
- E - função de ejeção;
- D - função de descarga e condução das sementes;
- S - função de separação e regulagem;
- F - função de acionamento;
- G - função de montagem no conjunto principal.

Assim, por exemplo, o DESENHO número 11.R.1.1, corresponde ao desenho número 1 das peças que compõem o desenho número 1 do subconjunto que realiza a função de raspagem e é designado pelo número 11 no desenho de conjunto principal.

Tampa do reservatório (DESENHO n. 01.A.1). É composta por uma chapa de aço cortada, dobrada e soldada. Sobre esta é fixado, através de rebites (2) tipo "pop", um puxador (1) que serve para manusear a tampa, abrindo e fechando o reservatório de sementes.

Reservatório de sementes (DESENHO n. 02.A.1). Tem a função de armazenar e alimentar as sementes a serem dosadas. É composto por chapas de aço recortadas e soldadas, compondo uma forma trapezoidal com um setor tronco piramidal, com inclinação de  $45^\circ$ . Essa inclinação permite um fluxo contínuo das sementes ao tambor dosador. A fixação do reservatório, na estrutura do dosador, é feita através de rasgos apropriados nas chapas de encaixe (3), DESENHO n. 02.A.1.1, utilizando-se parafusos, porca borboleta e arruela.

Estrutura do dosador (DESENHO n. 03.C.1). É composta pela base (1), DESENHO n. 03.C.1.1, chapa posterior (2), DESENHO n. 03.C.1.2, lateral direita (3), DESENHO n. 03.C.1.3, e lateral esquerda (4), DESENHO 03.C.1.4. Essas peças possuem vários orifícios para fixação dos principais componentes do mecanismo. Na base, encontra-se uma abertura retangular que serve para o acesso das sementes dosadas ao funil de descarga, que é nela fixado nesta. A chapa posterior apresenta uma abertura circular onde é fixado o flange que sustenta o tambor dosador. Na lateral direita, encontram-se os orifícios para a fixação da base da escova e pista de deslizamento das sementes. Finalmente, na lateral esquerda, é fixado o anteparo de sementes.

Anteparo de sementes (DESENHO n. 05.C.1). Tem a forma de uma cantoneira e é fabricado com chapa de aço dobrada. Sua função é impedir que as sementes caiam na parte interna do mecanismo.

Tambor de sementes (DESENHO n. 06.1.1). Esse elemento constitui-se num tambor de alumínio fundido, com um diâmetro externo de 200 mm e largura de 90 mm. O tambor tem a função de individualizar as sementes e transportá-las até a abertura de saída. Isso é feito através das linhas de orifícios dispostas em sua superfície. Cada linha de orifícios corresponde a um tipo de semente. A TABELA 6.1, abaixo, apresenta as características dimensionais dos orifícios.

Tab. 6.1 - Características dimensionais dos orifícios.

Semente	n <sup>o</sup> de Orifícios	Diâm. dos Orifícios (mm)	Profundidade dos Orifícios (mm)
MILHO	12	13,0	6,0
FEIJÃO	24	10,0	6,0
SOJA	44	9,0	6,0

OBS: os dados dessa tabela foram obtidos a partir dos resultados obtidos nos testes preliminares do protótipo (ver CAPÍTULO 7 item 7.3).

Todos os orifícios apresentam um chanfro de  $45^\circ$ , em suas arestas superiores, para facilitar o acesso da semente em seu interior e não danificá-lo. Na parte interna do tambor, cuja parede é de 10 mm, encontram-se os canais onde atuam os roletes ejetores. Os canais, um para cada linha de orifícios, apresentam uma largura de 3,5 mm e profundidade de 4,0 mm. O tambor é fixado ao eixo de acionamento através de uma porca sextavada e arruela de pressão.

Tampa de proteção do ejetor (DESENHO n. 07.E.1). Esse elemento serve para fechar a abertura de acesso aos roletes do conjunto ejetor. É fabricado em chapa de aço, com uma forma retangular, e fixada por parafusos m4 x 0,7 na tampa do dosador.

Tampa do dosador (DESENHO n. 08.C.1). É fabricada com chapa de aço possuindo uma forma retangular. Em suas bordas laterais, foram previstas quatro abas soldadas que servem para sua fixação nas laterais da estrutura do mecanismo. Na parte inferior esquerda, encontra-se a abertura retangular de posicionamento dos roletes ejetores quando ocorre a montagem e desmontagem da tampa.

Funil de descarga (DESENHO n. 09.D.1). Esse elemento é fabricado com chapas de aço dobradas e soldadas. Na parte superior, encontram-se abas dobradas a partir dos lados maiores do funil, que servem para a fixação na base da estrutura do

mecanismo. As laterais menores são recortadas em forma de tronco de pirâmide e soldadas às anteriores em suas arestas. A parte inferior, ou seja, o bocal, é arredondado de forma a permitir o encaixe do tubo plástico, que apresenta um diâmetro interno de 20,0 mm.

Proteção da escova (DESENHO n. 10.R.1). Compõe-se de uma chapa de aço recortada e dobrada em forma de semicírculo (2). Apresenta dois rasgos superficiais que permitem o encaixe com as chapas da estrutura do separador de sementes. Sua fixação, no reservatório de sementes, é feita através de uma chapa retangular (1) soldada perpendicularmente à superfície circular. Esse elemento protege a parte superior da escova raspadora e permite o deslizamento de pedaços de grãos de volta às regiões de captação, evitando acúmulos na região de raspagem.

Escova raspadora (DESENHO n. 11.R.1). Esse dispositivo é formado por vários elementos, dentre os quais tem-se as cerdas da escova (1), eixo (2), rolete base da escova (3) e anel de fixação do rolete (4), que são mostrados nos DESENHOS n. 11.R.1.1 e 11.R.1.2. Constitui-se numa forma cilíndrica, com as cerdas de plástico coladas em um rolete base de madeira. Esse rolete possui dois rasgos transversais em sua superfície que permitem a montagem com as chapas do separador de sementes. O eixo, fabricado a partir da usinagem de uma barra cilíndrica, encontra-se solidário ao rolete base através de um disco de fixação soldado em sua superfície. OBS: é importante salientar, nesse ponto, que a escova raspadora descrita foi obtida a partir do reprojeto, após os testes preliminares, onde constatou-se que a concepção desenvolvida inicialmente, no projeto preliminar, não funcionou adequadamente.

Base da escova (DESENHO n. 15.R.1). Esse elemento apresenta duas funções distintas. A primeira é de formar, juntamente com a proteção da escova, uma superfície de deslizamento de pedaços de grãos para retornarem às regiões de captação. A segunda é de cisalhar a semente dupla que as cerdas da escova não retiraram. Isso é feito através de uma aresta de

corde disposta na parte inferior da base. É constituída por chapas de aço recortadas e soldadas. A chapa de deslizamento (1), DESENHO n. 15.R.1.1, apresenta uma forma de semicírculo e é dividida por espaços que permitem a montagem com as chapas do separador de sementes. A chapa lateral (2) tem a forma retangular e apresenta duas porcas M4 x 0,7 soldadas que servem para fixação na estrutura do mecanismo. A chapa inferior (3) apresenta, em uma de suas arestas, um chanfro de  $45^\circ$  formando uma aresta de corte para a função anteriormente descrita.

Pista de deslizamento (DESENHO n. 17.C.1). É composta por chapas de aço soldadas formando uma estrutura que apresenta uma superfície de deslizamento (2), DESENHO n. 17.C.1.1, das sementes captadas evitando que as mesmas caiam dos orifícios durante o percurso até a abertura de descarga. É fixada à lateral direita da estrutura do mecanismo através de chapas de fixação (3). Essas últimas são soldadas nas chapas laterais (1). A chapa (2) que forma a superfície de deslizamento apresenta um raio de 102 mm, de forma que a folga entre o tambor e a superfície de deslizamento é de 2,0 mm.

Flange (DESENHO n. 19.F.1). Esse elemento é fabricado a partir da usinagem de uma barra de aço e constitui a base para o assentamento dos mancais de rolamento do eixo de fixação e acionamento do tambor de sementes. Apresenta um anel circular, com diâmetro de 65,0 mm onde estão dispostos os orifícios para a fixação na chapa posterior da estrutura do mecanismo. Possui um rasgo interno para anel elástico para furos, marca SEGEER cod. 502.032. Este último assegura o posicionamento do conjunto eixo/mancais evitando o deslocamento axial.

Cubo das rodas dentadas (DESENHO n. 20.F.1). Nesse elemento são soldadas as rodas dentadas de acionamento do tambor ( $z = 34$  dentes) e acionamento da escova raspadora ( $z = 45$  dentes). Possui um rasgo para chaveta com largura de 4,0 mm. O conjunto cubo/rodas dentadas é montado no eixo do tambor e fixado a este através de uma porca sextavada M12 x 1,75 e arruela de pressão.

Eixo do tambor (DESENHO n. 23.F.1). É fabricado a partir da usinagem de uma barra cilíndrica de aço ABNT 1045 e serve para a fixação das rodas dentadas de acionamento e do tambor dosador. Possui, em ambas as extremidades, roscas M12 x 1,75. Apresenta um rasgo para chaveta de 4,0 x 6,0 mm, onde é montado o conjunto cubo/rodas dentadas. Na parte central, encontram-se duas superfícies para assentamento dos mancais de rolamento tipo SKF 6201 - 2RS.1.

Separador de sementes (DESENHO n. 27.S.1). Constitui-se numa estrutura formada por chapas de aço recortadas e soldadas. Sua função é separar as linhas de orifícios do tambor dosador, formando as regiões de captação para sementes de milho, feijão e soja. Sendo assim, serve para a regulagem do mecanismo que é feita pelas chapas de regulagem (1), DESENHO n. 27.S.1.1, que são articuladas com as chapas laterais (5) através de dobradiças (3). O movimento das chapas de regulagem permite o fluxo das sementes para a região de captação e a obstrução daquelas regiões onde não haverá dosagem de grãos. Essa estrutura é fixada à estrutura do mecanismo através das chapas de fixação (2) e (6), DESENHO n. 27.S.1.2. As chapas laterais apresentam um raio adequado ao tambor dosador e, além disso, possuem rasgos que permitem a montagem com a escova raspadora, evitando interferência entre esses elementos.

Ejetor (DESENHO n. 28.E.1). Esse elemento é destinado à ejeção das sementes no ponto de descarga. Sua estrutura básica apresenta-se na forma de um "L" (1), DESENHO n. 28.E.1.1, feita de chapa de aço dobrada, onde estão soldadas três abas que suportam os braços do rolete ejeter (2). Esses braços, em forma de "U" e fabricados em aço, permitem a articulação dos roletes ejeteres (4), DESENHO n. 28.E.1.3, dispostos em uma de suas extremidades. O rolete ejeter é fabricado em nylon e fica disposto no interior de rasgos do tambor dosador. O contato dos roletes e o tambor é garantido pela mola de torção (3), DESENHO n. 28.E.1.2, fabricada com arame de aço mola. A fixação do conjunto ejeter é feita na tampa do dosador, de forma a ficar disposto na parte interna do tambor dosador.



Buchas (DESENHO n. 29.R.1). São fabricadas de nylon e tem a função de assentar e permitir o livre giro do eixo da escova raspadora. São montadas nas chapas posterior e na tampa da estrutura do mecanismo dosador.

### 6.3 - Construção do protótipo

Os trabalhos de construção do protótipo foram iniciados após a conclusão do projeto detalhado e dos respectivos desenhos de fabricação dos elementos do conjunto.

As atividades de construção foram realizadas nas instalações do laboratório de Projetos do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC e contaram, também, com o auxílio dos demais laboratórios do departamento.

Com o objetivo de melhor visualizar a sequência de fabricação e montagem, são mostradas, a seguir, várias ilustrações de partes constituintes do protótipo, à medida em que foi sendo construído.

A FIGURA 6.1 apresenta a estrutura do mecanismo dosador, onde se pode ver as paredes laterais, o fundo e a base. Na parede de fundo, encontra-se montado o eixo de fixação e acionamento do tambor de sementes. Na base, por sua vez, pode-se notar a abertura de saída, onde as sementes serão ejetadas e recebidas pelo elemento condutor.

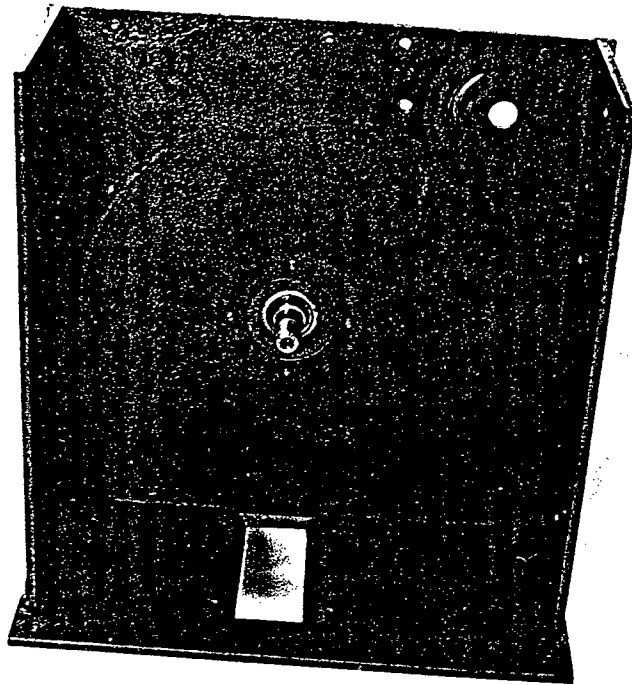
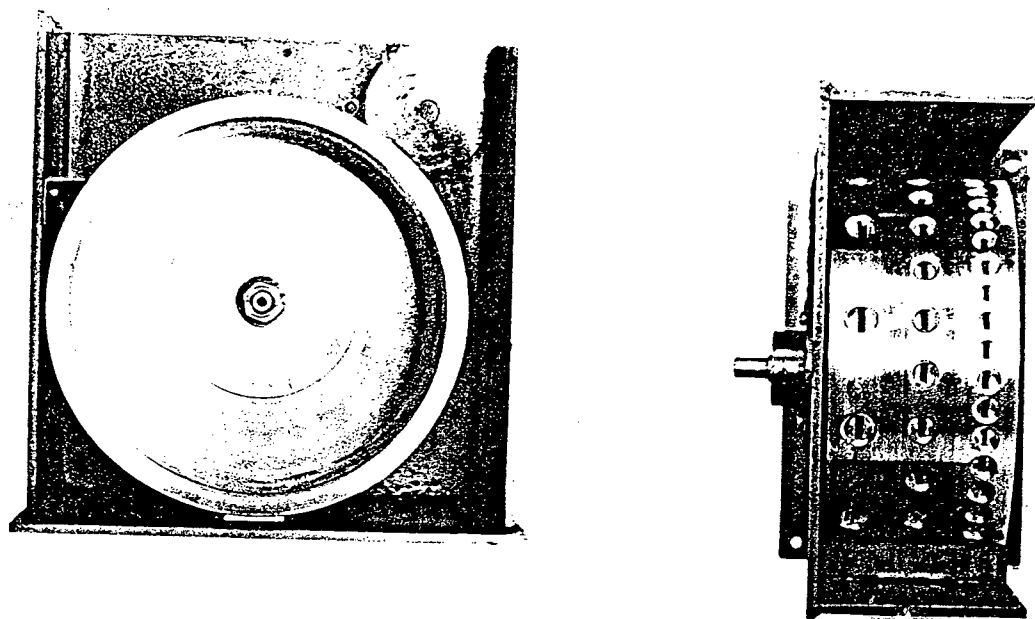


FIGURA 6.1 - estrutura do dosador mostrando as paredes laterais, base e fundo.

Na FIGURA 6.2, são mostradas duas vistas do mecanismo, onde aparecem o tambor dosador, mostrado com maiores detalhes na FIGURA 6.3, e o anteparo de sementes. Na FIGURA 6.2 b, tem-se uma vista superior podendo-se verificar a montagem do flange com a parte do eixo onde serão fixadas as rodas dentadas de acionamento.

Na FIGURA 6.3, pode-se observar o tambor de sementes com as três linhas de orifícios: a da esquerda, com orifícios maiores é para milho, a linha do meio, para feijão e a da direita, com orifícios menores, para soja. Pode-se notar, também, as canaletas internas onde atuam os roletes do dispositivo ejetor, sendo uma canaleta para cada linha de orifícios.



a)

b)

FIGURA 6.2 - Vistas da estrutura do dosador com o tambor de sementes. a) vista frontal; b) vista superior.

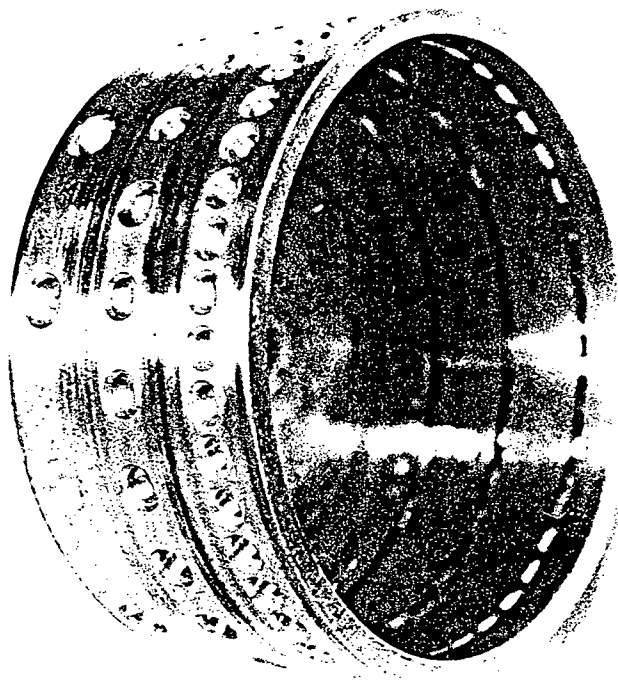


FIGURA 6.3 - Tambor de sementes.

Na FIGURA 6.4, são mostradas as posições da escova raspadora e do separador de sementes. Pode-se observar, nesta figura, a presença da pista de deslizamento, que aparece na vista frontal (FIGURA 6.4 b).

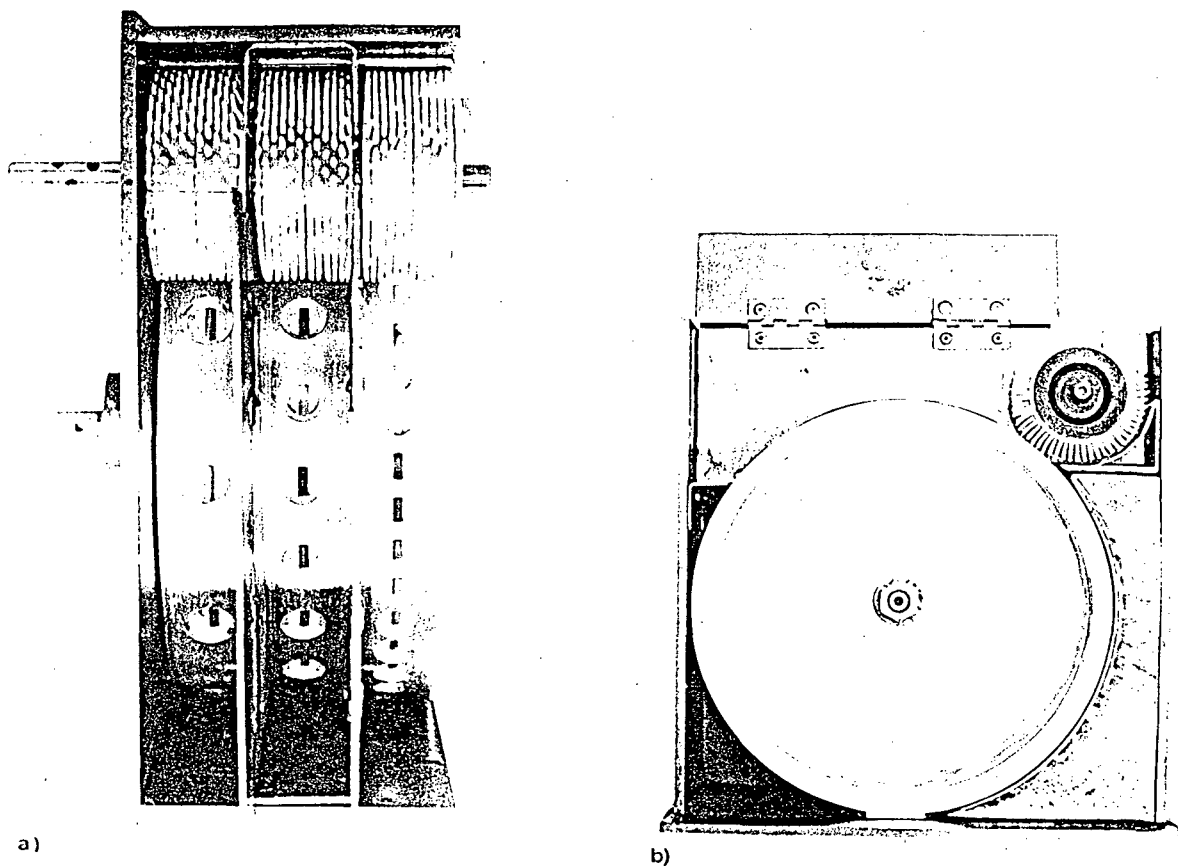


FIGURA 6.4 - Protótipo com escova raspadora e separador de sementes. a) vista superior; b) vista frontal.

O funcionamento das chapas defletoras de regulagem pode ser visto na FIGURA 6.5, onde se observa, também, sua forma de articulação. É mostrado, ainda, o dispositivo ejetor com os respectivos roletes de nylon, dispostos no interior das canaletas do tambor de sementes.

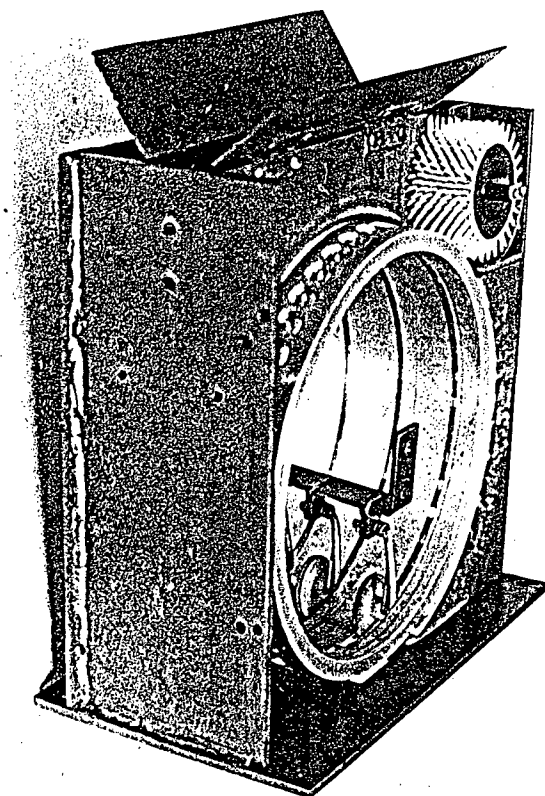


FIGURA 6.5 - Disposição das chapas defletoras de regulagem e do dispositivo ejetor.

Na FIGURA 6.6, por sua vez, tem-se duas vistas do protótipo montado, onde são mostradas todas as partes principais do conjunto, com exceção do reservatório de sementes, mostrado na FIGURA 6.8. Na vista frontal, FIGURA 6.6.a verifica-se a disposição do funil de descarga com o respectivo tubo condutor. Já na FIGURA 6.6 b, pode-se notar a disposição das rodas dentadas de acionamento, sendo a maior e a menor para acionamento da escova raspadora e a intermediária para acionamento do tambor de sementes. Além disso, observa-se, nessa figura, a presença de uma roda dentada esticadora, que não foi prevista no projeto mas, é necessária para o funcionamento adequado da transmissão de acionamento da escova raspadora.

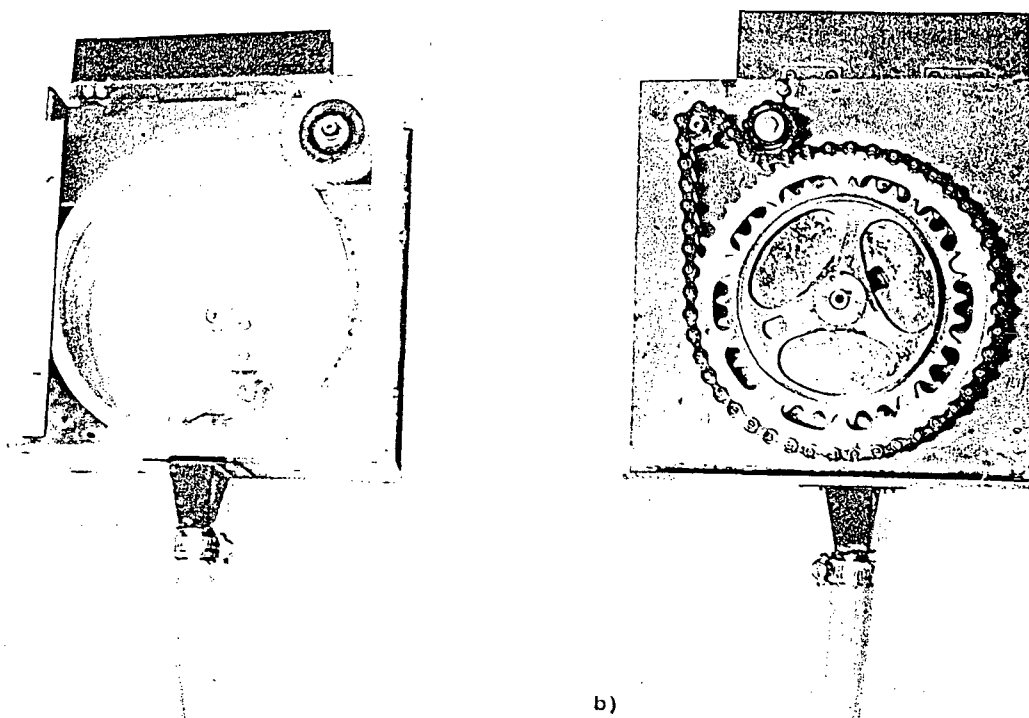


FIGURA 6.6 - mecanismo dosador com as principais partes. a) vista frontal; b) vista posterior.

Na FIGURA 6.7 pode-se visualizar melhor alguns dos elementos mostrados anteriormente.

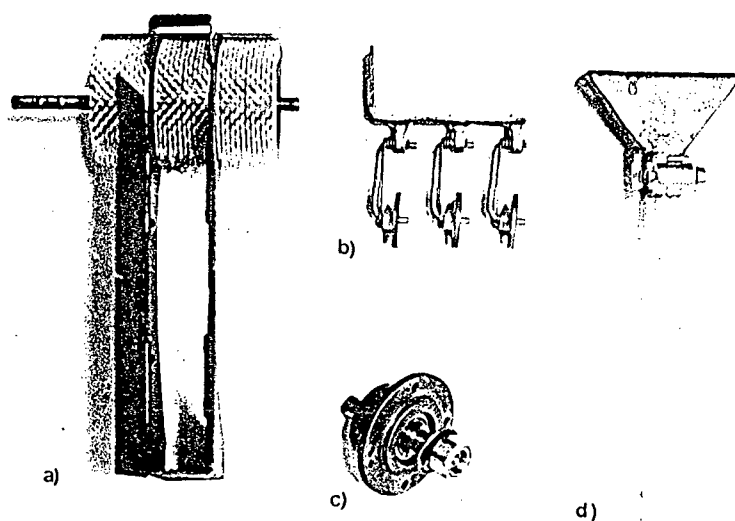
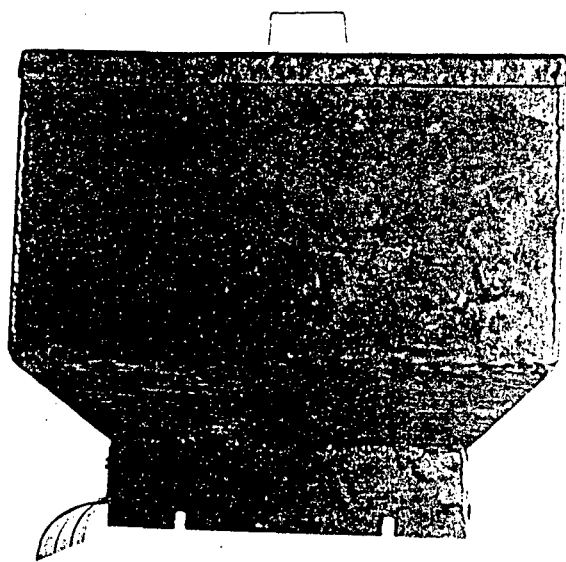
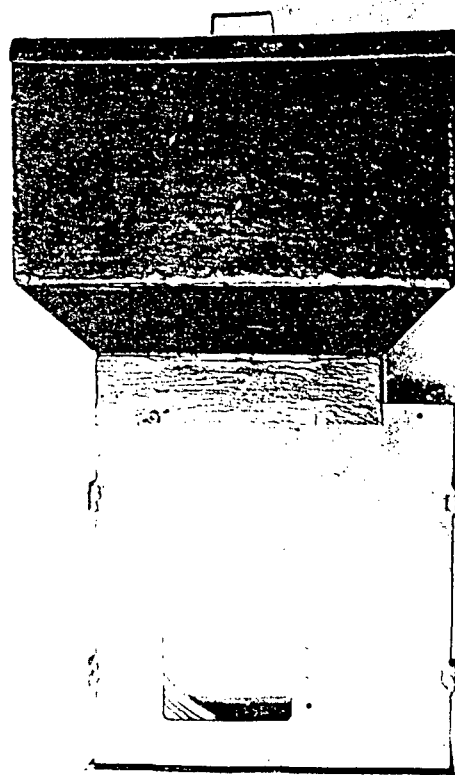


FIGURA 6.7 - Principais dispositivos do mecanismo dosador. a) conjunto raspador/separador; b) dispositivo ejetor; c) eixo de acionamento e flange de fixação e d) dispositivo condutor.

Finalmente, é mostrado, na FIGURA 6.8, o protótipo na sua forma final, montado com as partes restantes do conjunto. Na FIGURA 6.8 a, tem-se uma vista do reservatório de sementes, onde se destacam a tampa com o puxador e a proteção da escova raspadora. Na FIGURA 6.8 b, tem-se uma vista frontal do protótipo, com exceção do dispositivo condutor, com o reservatório de sementes montado sobre sua caixa. Verifica-se, também, a presença da tampa da caixa com a abertura para a montagem e desmontagem do dispositivo ejetor (posicionamento dos roletes nos respectivos canais do tambor de sementes).



a)



b)

FIGURA 6.8 - Reservatório de sementes e mecanismo dosador montado. a) vista frontal do reservatório; b) vista frontal do conjunto.

## CAPÍTULO VII

### FASE DE TESTES E REPROJETO

#### 7.1 - Testes Preliminares

Após a construção do protótipo, iniciaram-se os testes preliminares para verificar o princípio de funcionamento do mecanismo e comportamento geral dos dispositivos básicos. Esses testes foram realizados no Laboratório de Projeto do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, a partir dos quais fez-se uma análise qualitativa do desempenho do protótipo.

Montou-se, adequadamente, o protótipo em uma mesa de trabalho e adaptou-se ao eixo do tambor dosador uma manivela para o acionamento. Usou-se, inicialmente, um tambor dosador com três linhas de 6 orifícios cada, apresentando diâmetros de 10, 12 e 14 mm. Utilizaram-se sementes de milho (EMPASC-151 C P22L) por serem consideradas, devido a sua forma, as mais críticas do ponto de vista de captação.

O tambor foi acionado manualmente com, aproximadamente, uma volta por segundo o que equivale a uma velocidade periférica do tambor de 6 m/min.

Com base nesses procedimentos e parâmetros adotados, observou-se que os dispositivos concebidos, com exceção do dispositivo raspador, funcionaram adequadamente. Com relação ao raspador, as palhetas de borracha não retiravam as sementes duplas, (fato ocorrido principalmente no orifício com diâm. de 14 mm) ocasionando um travamento do tambor e, como consequência, a



quebra das sementes. Além disso, ocorreu um desgaste prematuro das arestas das palhetas raspadoras, conforme FIGURA 7.1.

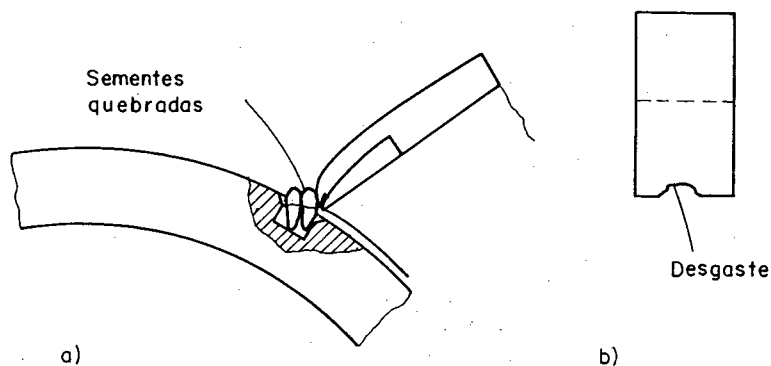


FIGURA 7.1 - Problema ocorrido com o raspador. a) quebra das sementes; b) desgaste da aresta do raspador.

Diante desse fato, verificou-se a necessidade de melhorar o dispositivo raspador para evitar o travamento do tambor e quebra das sementes. Além disso, foi necessário encontrar uma relação adequada entre o tamanho dos orifícios de captação e o tamanho das sementes, para evitar, ao máximo, falhas ou duplas captações, sendo que estas últimas influenciam no processo de raspagem.

## 7.2 - Fase de Reprojeto Inicial e Testes

Visando sanar as dificuldades de raspagem, verificadas nos testes preliminares, foram propostas e testadas alternativas para o dispositivo raspador, as quais estão esquematizadas na FIGURA 7.2.

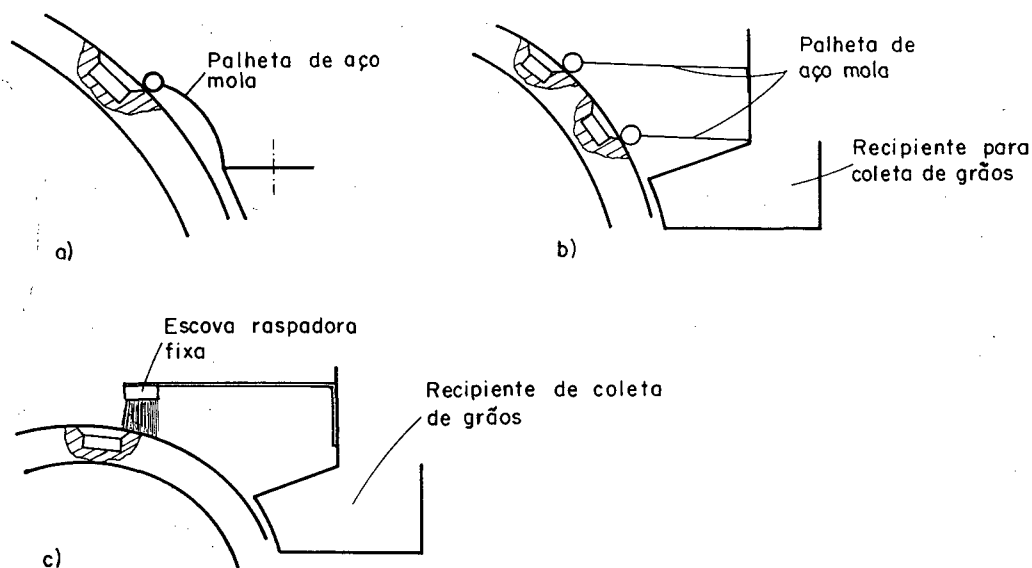


FIGURA 7.2 - Alternativas para o dispositivo raspador. (a) palheta flexível de aço mola; (b) paletas flexíveis de aço mola com dois estágios; (c) escova raspadora fixa.

Esses testes foram realizados com sementes de milho, feijão e soja e o mecanismo foi montado na bancada de testes mostrada no APÊNDICE A. Nesse teste não houve uma preocupação com o tipo específico de semente pois o objetivo era encontrar a melhor alternativa entre os raspadores propostos, através de uma análise comparativa entre os mesmos. Para facilitar as observações do processo de captação e raspagem das sementes, instalou-se, no lugar da tampa do mecanismo, uma tampa de acrílico que permitiu a visualização da parte interna do mecanismo.

A alternativa (a), foi proposta na forma de uma palheta de aço mola flexível forçada contra o tambor dosador. Procurou-se com isso, aumentar a força de raspagem e resistência ao desgaste do elemento raspador. Além disso, em casos onde era difícil a raspagem, a palheta poderia retrair aumentando a força de raspagem devido a ação da mola. Essa alternativa encontrou problemas nos casos de sementes duplas lateralmente dispostas no orifício e de forma a impedir sua retirada. Assim, a ponta da

palheta afastava-se com relação ao tambor, permitindo acesso de sementes abaixo dela, o que ocasionava um travamento do tambor, FIGURA 7.3, e quebra das mesmas.

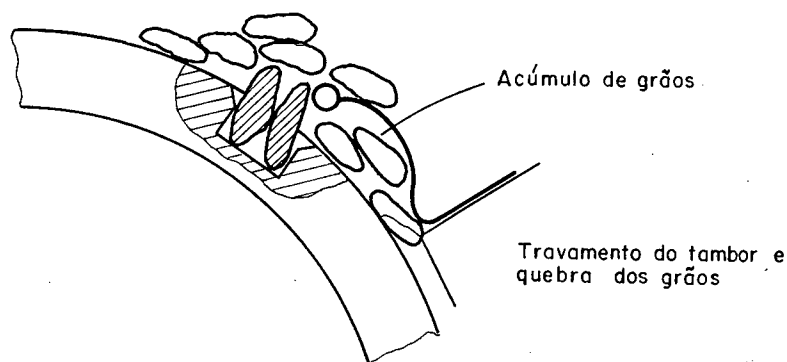


FIGURA 7.3 - Acúmulo de sementes ocorrido com o raspador tipo palheta de aço mola.

Na alternativa (b), foi proposta uma raspagem em dois estágios, utilizando-se, também, palhetas flexíveis de aço mola forçada contra o tambor. Procurou-se, com isso, aumentar as possibilidades de raspagem das sementes duplas não raspadas no primeiro estágio. Além disso, visava movimentar a semente dupla, não raspada no primeiro estágio, para que esta fosse facilmente raspada no segundo estágio. Propôs-se, também, uma abertura lateral com acesso a um reservatório, de forma que as sementes que passavam pelas palhetas, devido ao afastamento com relação ao tambor, eram acondicionadas e posteriormente recolocadas no reservatório principal. Após testada essa alternativa verificou-se a ocorrência dos mesmos problemas da alternativa anterior, e as sementes duplas eram cizalhadas na aresta da pista de deslizamento. O número de sementes que passavam pelas palhetas também era bastante grande, ocasionando um rápido enchimento do reservatório lateral, FIGURA 7.4.

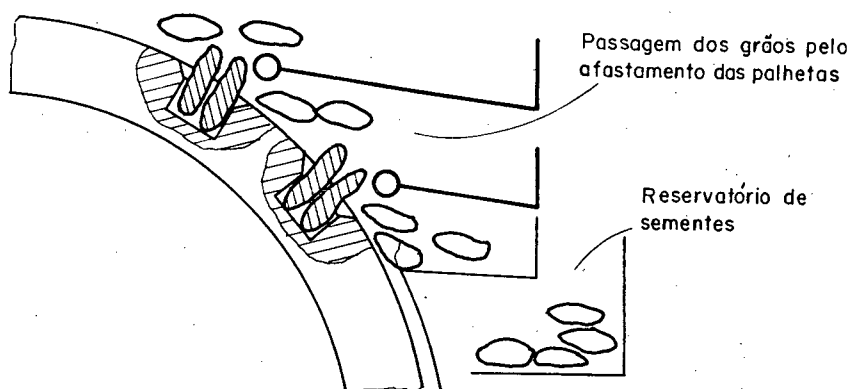


FIGURA 7.4 - Raspador de dois estágios.

Sem sucesso nas alternativas anteriores, partiu-se para o uso de um raspador do tipo escova fixa, alternativa (c), colocado, agora, na posição central superior externa do tambor, procurando-se, com isso, reduzir a área de captação, ou seja, o tempo de exposição dos orifícios com relação às sementes. Foi observado que, para baixas velocidade do tambor, a captação ocorria logo no início da exposição dos orifícios às sementes, de forma que o orifício percorria a maior parte do espaço já com uma semente, propiciando a captação de uma segunda. Colocou-se, também, um reservatório lateral para acondicionar as sementes que passavam pelas cerdas.

Após testada essa alternativa, verificou-se uma melhora no rendimento, pois diminui o número de travamentos do tambor dosador e a quantidade de sementes quebradas. Observou-se, também, que passava um número grande de sementes pela cerdas, principalmente pelo fato destas oferecerem menor resistência (maior flexibilidade).

Após uma série de testes realizados com as alternativas anteriormente descritas, foram feitas algumas observações importantes sobre o processo de captação e raspagem das sementes:

a) A semente posicionada lateralmente em relação ao orifício permitia a captação de uma segunda semente, FIGURA 7.5,

dificultando a raspagem.

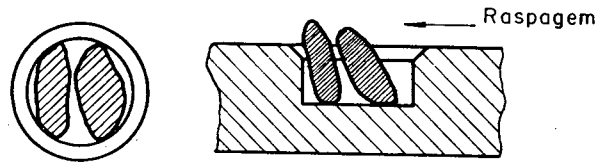


FIGURA 7.5 - Sementes lateralmente captadas.

b) A semente disposta adequadamente no orifício e de tamanho adequado com relação a este, facilitava a raspagem da semente dupla, FIGURA 7.6.

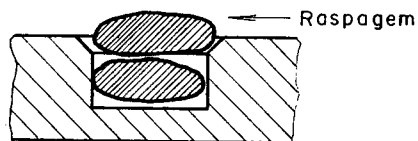


FIGURA 7.6 - Semente adequadamente disposta no orifício.

c) As sementes maiores que os orifícios não eram adequadamente captadas propiciando a sua raspagem e ocasionando, assim, uma falha, FIGURA 7.7, ou travamento do tambor dosador.

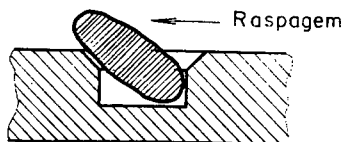


FIGURA 7.7 - Sementes maiores que os orifícios.

d) As sementes menores, quando duplamente captadas, dificultavam a raspagem da segunda semente pois, a parte exposta ao raspador era pequena não permitindo que este a retirasse, FIGURA 7.8.

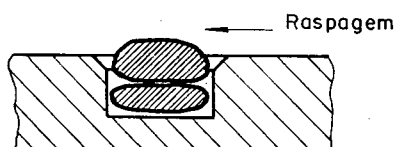


FIGURA 7.8 - Captação de sementes pequenas.

Todos esses casos foram mais frequentes com sementes de milho devido a sua forma ser mais irregular, quando comparada com a forma das sementes de feijão e soja.

Diante desses aspectos observados concluiu-se que o raspador deveria ser concebido de forma a apresentar uma ação positiva com relação às sementes, para facilitar a raspagem nos casos como (a) e (d).

Deveria-se procurar adequar, da melhor maneira possível, o tamanho dos orifícios com o tamanho das sementes pois, apesar dessas últimas serem, na maioria dos casos, classificadas por tamanhos, sempre havia a possibilidade de ocorrência de sementes fora das dimensões médias e a captação destas se dava de forma aleatória, ocasionando ora orifícios vazios, ora orifícios com duplas sementes.

No caso de captação dupla, em que a segunda semente não é raspada, deveria ser considerada a possibilidade de cisalhá-la num estágio posterior à raspagem, evitando uma deposição de duas sementes na linha semeada e, além disto, o travamento do tambor dosador.

### 7.3 - Segunda Fase de Reprojeto e Testes.

Com base nas conclusões obtidas nos testes anteriores, concebeu-se um raspador do tipo escova rotativa que apresenta em sua superfície uma série de cerdas de plástico. A escova gira com uma velocidade periférica duas vezes maior que a velocidade periférica do tambor dosador. Conforme AKYURT & TAUB [18], a velocidade periférica da escova raspadora deve ser quatro vezes maior a velocidade periférica do tambor dosador. Como a concepção do raspador tipo escova rotativa não havia sido prevista na fase inicial do projeto, foi necessário usar uma relação menor de velocidades. Isso em função das características geométricas do protótipo já construído. Além disso, logo abaixo do ponto de raspagem, encontra-se uma aresta de corte feita com chapa de aço, para cizalhar a semente não raspada pela escova, FIGURA 7.9.

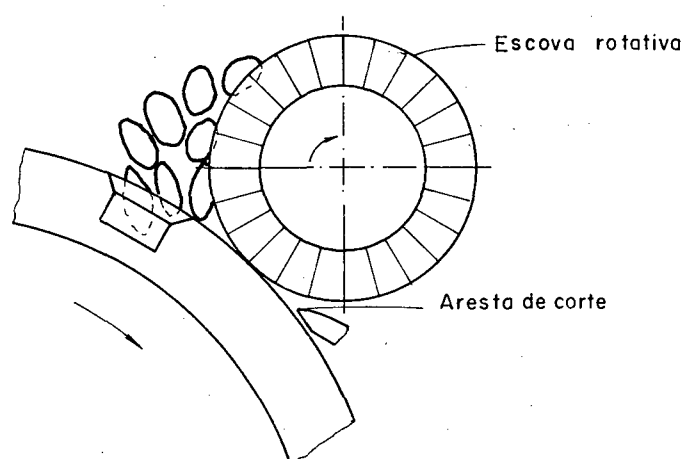


FIGURA 7.9 - Raspador do tipo escova rotativa e aresta de corte.

Com essa configuração, procurou-se aumentar a eficiência de raspagem, pela ação positiva da escova, e evitar uma segunda semente no orifício pelo cisalhamento da mesma na aresta de corte.

Além disso, visando adequar o tamanho dos orifícios com o tamanho das sementes, foram testados tamanhos e formas de orifícios diferentes para encontrar aqueles de melhor rendimento na captação.

Os diâmetros dos orifícios foram escolhidos considerando-se os tamanhos médios da maior dimensão das sementes. De acordo com KEPNER, BAINER & BARGER [23], as dimensões dos orifícios devem ser em torno de 10% maior que a

maior dimensão da semente a ser dosada. Como no caso em questão, a variação entre tamanhos de sementes eram bastante grandes, tomou-se como parâmetro para o dimensionamento dos orifícios, as médias obtidas na análise dimensional das sementes, conforme TABELA 3.3, página 44. Para a profundidade, levou-se em conta os tamanhos médios das espessuras das sementes (menor dimensão), considerando, portanto, que a semente deveria dispor-se de forma plana no orifício, FIGURA 7.10.

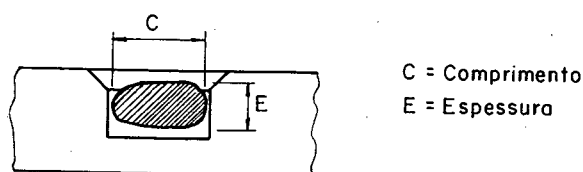


FIGURA 7.10 - Disposição ideal da semente no orifício.

Além disso, todos os orifícios apresentam um chanfro de  $45^\circ$  em sua borda superior, para facilitar o acesso da semente ao seu interior e evitar danos mecânicos nas bordas "vivas" dos orifícios.

Para as sementes de milho, testou-se, ainda, em função da dificuldade na sua captação, um orifício com superfície de entrada e saída, visando facilitar a captação e a raspagem da semente dupla, FIGURA 7.11.

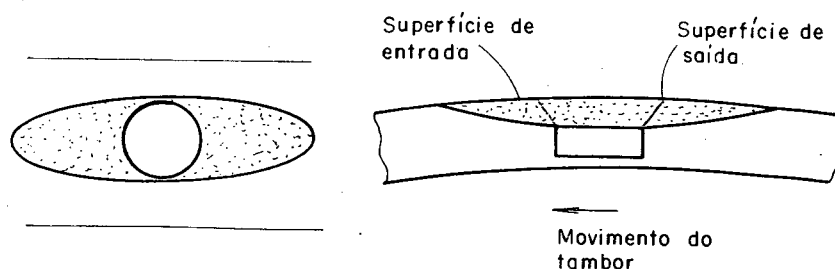


FIGURA 7.11 - Orifício com superfície de entrada e saída para o milho.

Nessa fase os ensaios foram realizados na bancada de testes e vários parâmetros foram avaliados. Foram realizados testes de distribuição longitudinal e danificação mecânica. Os parâmetros avaliados estão descritos na TABELA 7.1.



TABELA 7.1 - Parâmetros utilizado nos testes preliminares de distribuição longitudinal e danificação mecânica.

Semente	Variedade	Tamanho dos Orifícios (**) (mm)	Veloc. Peri férica do Tambor (***) (m/min)	Altura de queda das Sem. (***) (mm)
MILHO	EMPASC 151C P20L EMPASC 151C P22L EMPASC 151C P24	12 x 6	23,5 14,7	300 50
		13 x 6		
		13 x 7		
		14 x 6 (*)		
		14 x 8		
FEIJAO	CARIOCA - 80	9 x 6	23,5 14,7	300 50
		10 x 6		
		12 x 6		
SOJA	BRAGG	7 x 6	23,5 14,7	300 50
		8 x 6		
		9 x 6		

- (\*) - Orifício com superfície de entrada e saída.  
 (\*\*) - Os valores referem-se ao diâmetro x profundidade.  
 (\*\*\*) - Valores máximo e mínimo utilizados

OBS: na altura de queda de 50 mm não foi utilizado o tubo condutor e a sementes dosadas eram ejetadas diretamente sobre a correia.

Esses testes não seguiram, na sua totalidade, as recomendações do projeto de norma para ensaio de semeadora/adubadora de precisão, ABNT (D1). Foram adotadas algumas combinações, das possíveis, entre os parâmetros da TABELA 7.1, e realizada uma repetição para cada combinação. Após as observações e análise dos resultados, chegou-se as seguintes conclusões:

a) A escova raspadora funcionou adequadamente, evitando na maior parte dos casos, as sementes duplas. Além disso, a escova propiciava o retorno das sementes ou pedaços de sementes que se alojavam em suas cerdas, evitando acúmulos na região de raspagem;

b) A aresta de corte cumpriu adequadamente com sua

função, cisalhando a segunda semente não raspada pela escova. Esse fato foi observado, na linha semeada, pela disposição, em alguns casos, de uma semente inteira, bem próxima a uma semente cisalhada e

c) Os tamanhos de orifícios que melhor se adequaram às cultivares de sementes testadas foram: 13 x 6 mm para milho; 10 x 6 mm para feijão e 9 x 6 mm para soja. Com essas dimensões, encontram-se resultados de distribuição longitudinal, em média, de 85% para milho e feijão, ou seja, de cada 100 sementes depositadas 85 delas estavam dentro da faixa de espaçamentos recomendados, e 66% para soja. A danificação mecânica para esses casos situou-se, em média, na faixa de 2,0 - 2,7% para milho; 0,5 - 0,7% para feijão e 1,1 - 2,2% para soja. Para o milho, utilizando o orifício com superfície de entrada e saída obteve-se, com a cultivar EMPASC 151C-P22L, 83% para a distribuição longitudinal e 2,2 - 2,4% para a danificação mecânica. Como os resultados foram próximos aos obtidos com orifícios sem chanfros, abandonou-se esse tipo de solução por ser mais dispendiosa na fabricação.

É importante salientar que nos testes de distribuição longitudinal sem o tubo condutor (altura de queda de 50 mm.), obtiveram-se resultados em média de 90% para milho (EMPASC 151C-P22L); 84% para feijão (CARIOCA-80) e 93% para soja (BRAGG).

#### 7.4 - Testes de Campo

Para os testes de campo, o protótipo foi adaptado a uma máquina semeadora/adubadora de plantio direto, desenvolvida no laboratório de Projeto do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC [15]. O objetivo desse teste foi o de avaliar, qualitativamente, a adequabilidade do dosador à máquina e o comportamento geral deste sob condições reais de semeadura.

Esses testes foram realizados em um sítio que apresentava um solo avermelhado e levemente ondulado, localizado

no município de Santo Amaro da Imperatriz, próximo a Florianópolis SC. Após a montagem do protótipo na máquina e realização dos testes, chegou-se às seguintes conclusões:

a) O mecanismo adaptou-se bem à máquina em que foi utilizado, sendo fácil a sua fixação e ligação com a roda de acionamento da máquina;

b) Durante os testes, quando havia a necessidade de esgotamento do reservatório de sementes, verificou-se uma certa dificuldade pois, para essa operação, era necessário virar toda a máquina o que resultou cansativo e moroso e

c) Observou-se entupimento do tubo condutor por torrões de terra ocasionados pelo sulcador. Isso ocorreu porque o tubo condutor foi colocado muito próximo ao solo. Com isso, em alguns momentos ocorria acúmulo de sementes na linha, FIGURA 7.13.

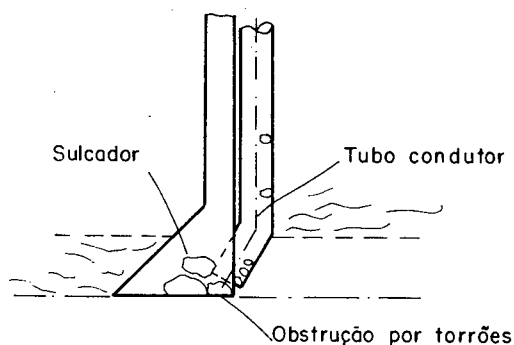


FIGURA 7.13 - Acúmulo de sementes devido ao entupimento do tubo condutor

#### 7.5 - Testes Finais e Avaliação Geral do Protótipo

Após os testes preliminares, visando avaliar quantitativamente o protótipo e ajustá-lo para se obter o melhor rendimento, realizou-se, de acordo com o projeto de Norma para Ensaio de Semadora/Adubadora de Precisão, ABNT [01], uma série de testes de distribuição longitudinal e danificação mecânica.

Esses testes envolveram a combinação de vários parâmetros que são listados na TABELA 7.2.

TABELA 7.2 - Parâmetros utilizados nos testes finais de distribuição longitudinal e danificação mecânica.

Semente	Cultivar	Velocidade de Acionamento da Máquina (km/h)	Dimensões dos orif. de captação	Altura de queda (mm)
S1 MILHO	S11-EMPASC151C-P20L S12-EMPASC151C-P22L S13-EMPASC151C-P24	V <sub>1</sub> = 2,5 V <sub>2</sub> = 3,2 V <sub>3</sub> = 4,0	Ø <sub>1</sub> = 13 x 6	H <sub>1</sub> = 300
S2 FEIJÃO	S21-CARIOCA - 80 S22-EMPASC - 201 S23-TURRIALBA - 4	V <sub>1</sub> = 2,5 V <sub>2</sub> = 3,2 V <sub>3</sub> = 4,0	Ø <sub>2</sub> = 10 x 6	H <sub>1</sub> = 300
S3 SOJA	S31-BRAGG S32-PARANÁ S33-CEP - 12	V <sub>1</sub> = 2,5 V <sub>2</sub> = 3,2 V <sub>3</sub> = 4,0	Ø <sub>3</sub> = 9 x 6	H <sub>1</sub> = 300

Com os parâmetros da TABELA 7.2, foram realizadas vinte e sete combinações e cada combinação foi testada com três repetições. As combinações foram feitas com o tipo de semente, velocidade de acionamento da máquina, dimensões dos orifícios de captação e altura de queda. Assim, a combinação S11V1Ø1H1 se refere à semente de milho, cultivar EMPASC 151C-P20L, semeada na velocidade de 2,5 km/h, em um orifício de captação de 13x6 mm a uma altura de queda de 300 mm em relação ao solo.

#### 7.5.1 - Testes de distribuição longitudinal

Nos testes de distribuição longitudinal, foram avaliados o número de sementes depositadas por metro linear e as distâncias entre as sementes na linha.

Nesses testes, utilizaram-se um maior número de combinações entre os parâmetros. Os orifícios seleccionados no

teste preliminar são, agora, avaliados com um maior número de cultivares e velocidades de acionamento da máquina. Quanto a altura de queda das sementes utilizou-se apenas aquela que efetivamente ocorrerá quando o mecanismo estiver montado na máquina para a qual foi previsto [15].

Os critérios para avaliação, de acordo com ABNT [01], estão representados na TABELA 7.3.

TABELA 7.3 - Critérios utilizados para a avaliação dos testes de distribuição longitudinal.

Semente	Nº nominal de sem./m (*)	Distância nominal entre sem.(d) (cm) (**)	Faixas de Classificação (cm) (***)	Sem./Determin./n. Corridas (****)
MILHO	6,7	14,9	DUPLOS: $0,0 \leq x < 7,4$ NORMAIS: $7,4 \leq x < 22,4$ FALHAS: $x \geq 22,4$	268/8
FEIJÃO	13,5	7,4	DUPLOS: $0,0 \leq x < 3,7$ NORMAIS: $3,7 \leq x < 11,1$ FALHAS: $x \geq 11,1$	270/4
SOJA	24,7	4,0	DUPLOS: $0,0 \leq x < 2,0$ NORMAIS: $2,0 \leq x < 6,0$ FALHAS: $x \geq 6,0$	247/2

(\*) valor obtido a partir do número de orifícios e da relação de transmissão entre o mecanismo e a roda acionadora (ver APÊNDICE B).

(\*\*) valor obtido a partir da divisão de 100 cm linear pelo número nominal de sementes por metro linear.

(\*\*\*) valores obtidos a partir da distância nominal entre sementes (d), onde, DUPLOS:  $0,0 \times d \leq X < 0,5 \times d$ ; NORMAIS:  $0,5 \times d \leq X < 1,5 \times d$ ; FALHAS:  $X \geq 1,5 \times d$ , onde X é a medida real da distância.

(\*\*\*\*) valores obtidos considerando-se o número nominal de sementes por metro linear, o número mínimo de sementes por determinação (250), (ver APÊNDICE A), o comprimento da correia e o número de corridas (voltas da correia). Assim, por exemplo,

para milho tem-se 6,7 sem/m, correia de 5,0 m e 8 corridas. Então,  $6,7 \times 5,0 \times 8 = 268$  sementes por determinação.

As medidas das distâncias entre sementes, sobre a correia, foram tomadas com uma escala graduada com precisão de 1.0 mm. Estas foram anotadas em tabelas apropriadas e as médias das repetições de cada combinação são apresentadas na TABELA 7.4.

#### 7.5.2 - Teste de danificação mecânica das sementes.

Nos testes de danificação mecânica, foi avaliado o número de sementes quebradas pelo mecanismo em cada determinação. Consideraram-se as mesmas combinações e número de repetições do ítem anterior. Neste caso, as amostras de cada repetição foram tomadas diretamente do funil de descarga do mecanismo e acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, para contagem do número de sementes quebradas. Foram considerados sementes quebradas todas as sementes que apresentavam rachaduras e aquelas em que faltava um pedaço. Além disso, a cada dois pedaços encontrados na amostra, contava-se como uma semente quebrada. Os resultados obtidos são mostrados na TABELA 7.4.

A partir das observações feitas nesses testes, e dos resultados apresentados na TABELA 7.4, chegou-se às seguintes conclusões:

a) A taxa de descarga, ou seja, o número de sementes por metro linear, apresentou-se, em média, dentro dos valores recomendados. Situou-se em 7,2 sem./m para milho; 14,2 sem./m para feijão e 24,2 sem./m para soja;

b) O índice de danificação mecânica apresentou valores bons, situando-se, em média, em 1,9% para milho; 3,2% para feijão e 3,3% para soja. Convém salientar que nesses valores de danificação encontram-se incluídas aquelas sementes que provavelmente foram cisalhadas pela aresta de corte, porém, não constituem uma falha na linha semeada, uma vez que são

acompanhadas de uma semente inteira. Essa afirmação é possível uma vez que, nos trabalhos de MOREIRA et alii [27] e COSTA et alii [14] a danificação mecânica obtida foi de 1,6 à 9,3% e de 4 à 5%, respectivamente.

c) De um modo geral, constatou-se um aumento do número de orifícios vazios à medida que houve um aumento na velocidade periférica do tambor e, por outro lado, um aumento do número de captações duplas à medida que essa velocidade diminuiu;

d) A percentagem de intervalos normais, que definem o desempenho do mecanismo dosador, em termos de distribuição longitudinal, apresentou valores, em média, de 86% para milho; 75% para feijão e 56% para soja. Sobre esse aspecto, convém salientar que, nos casos de feijão e soja, o razoável desempenho, se deve a prováveis desvios das sementes no interior do condutor, ora ocasionando falhas, ora ocasionando duplas. Isso foi deduzido porque a taxa de descarga ficou dentro dos valores previstos e o número de intervalos duplos e falhos ocorreram, na maior parte dos casos, em proporções semelhantes. Quando o mecanismo foi testado sem o tubo condutor os resultados de distribuição longitudinal foram em média de 90%. Isso permite confirmar a influência do condutor no desempenho do mecanismo.

Levando em conta outros trabalhos pode-se afirmar que os resultados obtidos foram bons. ANDERSON [03], testou mecanismos dosadores de precisão na dosagem de sementes de milho e soja obtendo, em média, 43% para milho e 23% para soja, na distribuição longitudinal. MOREIRA et alii [27] obteve, na dosagem de sementes de amendoim (variedade "tatu") distribuições variando de 10,6 à 44,8 sementes por metro linear, onde a recomendação normal era de 10 a 20 sementes por metro linear. E assim, com base nos resultados de outros trabalhos pode-se afirmar que o desempenho do mecanismo obtido, neste trabalho, para as condições testadas foi bom. É importante salientar que nas avaliações de sistemas de dosagem existem muitas combinações possíveis entre os parâmetros, o que tornam as condições de testes diferentes. Sendo assim, não se pode definir, com certeza, um índice ou valor para comparação.

e) Outro aspecto observado que, provavelmente influenciou na distribuição longitudinal foi a ejeção das

sementes. Devido a folga existente entre o tambor dosador e a pista de sementes e a posição de ação dos roletes ejetores, muitas das sementes eram lançadas no condutor, sem a ação dos roletes, enquanto outras sofriam essa ação, ocorrendo, assim, ou atrasos ou adiantamentos das sementes na queda, FIGURA 7.14 e

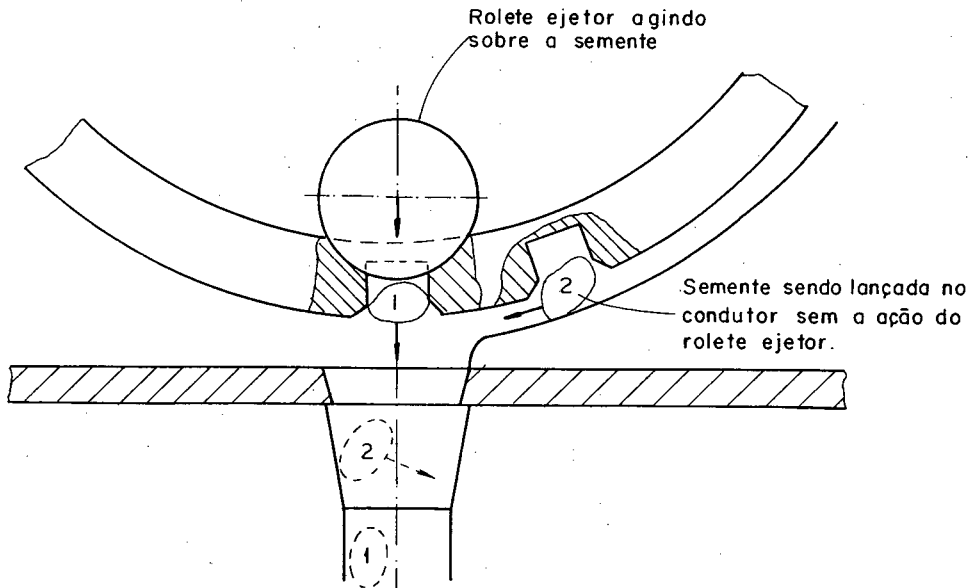


FIGURA 7.14 - Desvios das sementes devido a ejeção.

f) A escova raspadora funcionou adequadamente porém, apresentou desgaste com o funcionamento contínuo do mecanismo. Esse desgaste ocorreu, principalmente, nas laterais da escova onde, normalmente, ocorriam acúmulos de sementes ou pedaços de sementes que eram de difícil retorno para o mecanismo, de forma que proporcionavam um atrito constante com as cerdas da escova, FIGURA 7.15. Quanto à operacionalidade desse dispositivo encontrou-se dificuldades, devido a sua forma construtiva, na montagem e desmontagem para limpeza ou manutenção. Neste caso, havia a necessidade de desmontar a tampa, a roda dentada de acionamento da escova, e o separador de sementes.

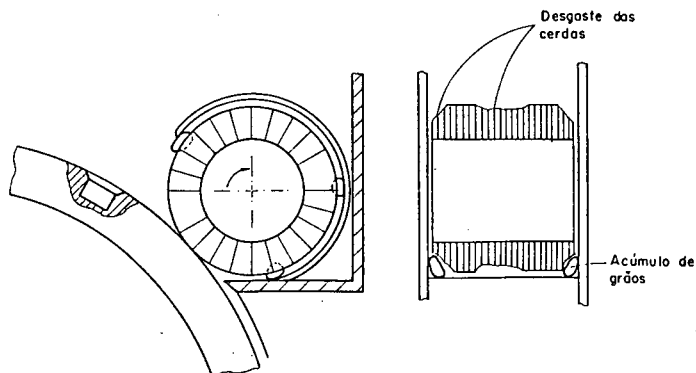


FIGURA 7.15 - Desgaste da escova raspadora.



Tab. 7.4 - Resultados obtidos nos testes de distribuição longitudinal e Danificação mecânica.

Semente	Combinação	Duplas %	Normais %	Falhas %	Sem./m	Danific. Mecânica %
M I L H O	S11V1	17,06	81,80	1,13	8,10	1,6
	S11V2	18,20	80,10	1,70	8,07	1,5
	S11V3	16,36	81,56	2,06	7,88	2,5
	S12V1	5,63	92,23	2,13	7,08	2,8
	S12V2	7,20	87,86	4,93	6,94	1,4
	S12V3	5,53	85,93	8,53	6,47	1,8
	S13V1	5,20	91,33	3,46	6,94	1,8
	S13V2	5,90	87,80	6,30	6,76	1,7
	S13V3	4,76	85,66	9,56	6,45	2,0
F E I J Ã O	S21V1	8,26	83,76	7,96	13,58	1,8
	S21V2	10,50	78,06	11,43	13,60	2,1
	S21V3	12,93	73,90	13,26	13,28	2,2
	S22V1	16,30	76,70	7,00	14,96	3,3
	S22V2	16,66	72,83	10,50	14,63	3,5
	S22V3	15,96	72,76	11,13	14,28	3,7
	S23V1	16,96	76,24	6,79	15,00	3,8
	S23V2	16,57	71,98	11,44	14,28	4,2
	S23V3	15,25	73,44	11,17	14,15	4,0
S O J A	S31V1	24,18	52,30	23,51	24,66	3,7
	S31V2	24,65	51,10	24,24	24,20	3,5
	S31V3	27,00	48,00	25,00	23,20	3,8
	S32V1	15,40	69,20	16,06	24,90	4,2
	S32V2	21,13	56,00	22,90	24,73	3,2
	S32V3	24,73	51,60	23,60	24,26	3,1
	S33V1	17,60	64,03	18,36	24,40	1,9
	S33V2	21,53	57,60	21,13	24,23	2,5
	S33V3	23,06	51,70	25,73	22,96	3,4

## 7.6 - Comparação dos requisitos de projeto com os resultados obtidos.

A verificação do atendimento dos principais requisitos de projeto, conforme especificados no capítulo I, são considerados a seguir:

a) Dosar sementes de milho, feijão e soja. O protótipo foi desenvolvido e dimensionado para dosar esses três tipos de sementes. A relação de transmissão e o número de orifícios de captação foram calculados de acordo com os espaçamentos recomendados para essas culturas;

b) Apresentar adequado número de sementes por metro linear. Os resultados mostram que, para as três culturas em estudo, o número de sementes por metro linear, ou a taxa de descarga, apresentou-se dentro dos valores recomendados, conforme TABELA 7.3. Com isso, o protótipo encontra-se adequadamente dimensionado no que se refere ao número de orifícios do tambor dosador, tamanho dos orifícios e relação de transmissão;

c) Apresentar regularidade de distribuição das sementes. Esse requisito foi bem atendido para as sementes de milho e, satisfatoriamente, para feijão e soja. Esperava-se obter resultados contrários porém, foi observada uma grande influência na condução das sementes e, nesse aspecto, as sementes, de soja e feijão se mostraram, nessa ordem, mais sensíveis a essa função. Os rebotes no interior do condutor foram mais pronunciados com as sementes de soja e feijão ocasionando, dessa forma, um maior desvio de suas posições na linha semeada;

d) Apresentar baixo índice de danificação mecânica. Apesar de não se ter um índice recomendado que sirva como parâmetro de comparação deste requisito, pôde-se, com os resultados obtidos, verificar que a danificação mecânica apresentou valores baixos. Os valores obtidos encontram-se, em média, abaixo ou próximo dos valores de outros trabalhos, conforme item 7.5.2;

e) Ser de fácil regulagem. A partir da concepção proposta, onde se usou apenas um tambor dosador, pode-se

verificar a facilidade de regulagem do protótipo uma vez que não há necessidade de troca desse elemento quando se muda o tipo de semente a ser dosada.

f) Ser simples; compacto e robusto. Devido a problemas encontrados com o dispositivo raspador, o requisito de simplicidade ficou um pouco prejudicado pois, com a alternativa proposta para essa função, introduziram-se vários outros elementos não inicialmente previstos. Isso proporcionou um maior número de peças fabricadas e montadas. Com as dimensões finais apresentadas pelo protótipo e a sua forma construtiva pode-se dizer que o mesmo é compacto. Uma redução maior de suas medidas dependerá de um estudo para reduzir as medidas do tambor dosador. Porém, deve-se levar em conta, para satisfazer esse requisito, as velocidades periféricas recomendadas e o número de orifícios para satisfazer os parâmetros de projeto. A estrutura do mecanismo, na forma em que foi proposta, apresentou robustez suficiente, o que foi comprovado nos testes de laboratório e de campo realizados;

g) Ser de fácil acionamento. Com o tambor dosador na forma proposta, ou seja, de eixo horizontal, o acionamento ficou simples. É feito diretamente através de uma roda dentada e corrente de rolos;

h) Ser adaptável a máquinas com tração animal. No dimensionamento do tambor dosador, foram consideradas as velocidades de trabalho das máquinas semeadoras à tração animal portanto, o protótipo encontra-se apto a ser usado nesses tipos de máquinas e

i) Ser de baixo custo. Não foi feita uma análise detalhada do custo do protótipo.

## CAPÍTULO VIII

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

#### 8.1 - Conclusões

A partir dos resultados obtidos nesse trabalho chegou-se as seguintes conclusões:

1 - Há dificuldade em se dosar sementes com o uso de dosadores mecânicos;

2 - A distribuição longitudinal das sementes teve grande influência do tubo condutor de sementes;

3 - A danificação mecânica está diretamente relacionada com o processo de captação das sementes;

4 - O mecanismo foi desenvolvido para o uso de sementes que possuem uniformidade em suas dimensões;

5 - O trabalho proporcionou um estudo aprofundado dos vários aspectos que envolvem a dosagem de precisão de sementes;

6 - O protótipo atendeu satisfatoriamente aos requisitos e objetivos inicialmente propostos.

## 8.2 - Recomendações para melhoramento do protótipo

Com o objetivo de se aprimorar o desenvolvimento desse protótipo, no que se refere à inconvenientes surgidos durante a sua fabricação e testes, sugere-se que sejam realizados os seguintes trabalhos:

a) Com relação à distribuição longitudinal das sementes, deve-se conceber e testar novas formas e materiais para o condutor de sementes procurando-se, com isso, minimizar seu efeito na dispersão das sementes na linha semeada. Além disso, deve-se colocar o mecanismo dosador, na máquina em que for montado, o mais próximo possível do solo;

b) Reprojetar o dispositivo raspador visando simplificar sua concepção para facilitar a montagem e manutenção de suas partes. Além disso, pesquisar novos materiais para as cerdas da escova, visando aumentar sua resistência ao desgaste;

c) Reestudar a posição de ação dos roletes ejetores a fim de evitar sua influência na distribuição das sementes;

d) Propor e testar novas formas e dimensões para os orifícios de captação, procurando-se, com isso, reduzir ainda mais a danificação das sementes, e aumentar o número de cultivares de sementes a serem dosadas;

e) Propor uma alternativa de regulagem entre o mecanismo dosador e a roda de acionamento da máquina para possibilitar a dosagem das sementes dentro de uma maior faixa de espaçamentos;

f) De um modo geral, reprojetar o sistema procurando-se reduzir o número de elementos, através de peças ou subconjuntos fundidos e/ou injetados;

g) Avaliar quantitativamente o protótipo sob condições reais de semeadura, para verificar os efeitos destas sobre seu desempenho.

h) Aplicar testes estatísticos sobre os resultados da TABELA 7.4, para se obter um parâmetro comparativo teórico;

i) Fazer uma comparação mais detalhada deste dispositivo com outros encontrados no mercado, sob as mesmas condições de teste, para se verificar o grau de precisão em relação ao mercado;

j) Para um bom funcionamento do mecanismo é necessário o uso de sementes que passaram por algum sistema de classificação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Semeadora de precisão - ensaio de laboratório. Método de Ensaio/Projeto de Norma 12:02.06.004. 1989
- [02] - AKYURT, M. & TAUB, A.. Mechanical Factors Influencing Precision Planting of Sugar Beet Seed. Transaction of the ASAE, pg. 793 - 796, 1966.
- [03] - ANDERSON, C. A. Ensaio de máquinas semeadeiras adubadeiras de precisão conforme projeto de norma ABNT 12:02.06.004. Pelotas: UFPel, 198\_.
- [04] - AUTRY, J. O. & SCHROEDER, E. W.. Design factor for hill-drop planters. Agricultural Engineering, v.37, n.8, p.525-531, ago. 1953.
- [05] - BACK, N.. Metodologia de projeto de produtos industriais. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1983.
- [06] - BALDAN IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS. Manual de instruções - plantadeira de precisão PP F/A. Matão - SP, s.d.
- [07] - BARMINGTON, R. D.. The relation of seed, cell size, and speed to beet planter to beet planter performance. Agricultural Engineering, p.530-532, 1948.

- [08] - BERNACKI, H.; HAMAN, J.; KANAFOJSKI, Cz.. Agricultural machines, theory and construction. Polônia: Varsóvia, 1972. v.1/c.
- [09] - BERNARD P. F. & BYRON P. S.. Aperfeiçoamento em semeadoras. BR N. PI 219211. 22 maio 1970.
- [10] - BUTIERRES, E..Análise da uniformidade de espaçamento e danificação mecânica na distribuição de sementes de soja [Glycine max (L.) Merrill]. Santa Maria: UFSM, 1980. /Dissertação de Mestrado/.
- [11] - CANAVATE, J. O.. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Madrid: Mundi-Prensa, 1984.
- [12] - CASÃO Jr.. Estudo e caracterização de semeadoras adubadoras à tração animal no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1986, São Paulo, Anais... São Paulo:1986.
- [13] - COLOMBINO, A. A. et alii. Máquinas para implantacion de cultivo: atlas. Argentina: Departamento de Impresiones de Ayudas Didáticas, 1985.
- [14] - COSTA, J. A. de Souza et alii. Efeito da velocidade de deslocamento sobre características operacionais de semeadoras. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1984. (Boletim Técnico, 97).
- [15] - DELLAGIUSTINA, DIONISIO, Desenvolvimento do protótipo de uma semeadora adubadora de plantio direto a tração animal, Florianópolis: UFSC, 1990. /Dissertação de Mestrado/
- [16] - ELVIO C. CAVALLO S. R. L. Dispositivo semeador de grãos em geral. BR N. PI 8406328. 07 dez. 1984.
- [17] - EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema de produção para o milho. Florianópolis: 1983.



- [18] - EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema de produção para feijão. Florianópolis: 1976.
- [19] - EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema de produção para soja. Florianópolis: 1977. (Boletim, 95).
- [20] - FRUTAL, G. J. & ALLEN, R. L. Development of a high-speed planter. Agricultural Engineering, p. 215-216, abr. 1951.
- [21] - JACOBS, D. C. & HARREL, R. W. Agricultural power and machinery, São Paulo: Mc Graw Hill, 1963.
- [22] - JUSTINO DE MORAES IRMÃOS S/A. Dispositivo para distribuição de amendoim. Int. A01 G 7/16. BR n. PI 8002213. 08 abr. 1980.
- [23] - KEPNER, R. A., BAINER, R., BARGER, E. L. Principles of farm machinery. s.l.:The Avi Publishing Company, 1977.
- [24] - KURACHI, S. A. et alii. Código de avaliação de semeadoras e/ou adubadoras. Campinas: IAC, 1986 (Documentos IAC, 03).
- [25] - MASSEY FERGUSON PREKINS. Catálogo técnico-plantadeira adubadeira MF 401. Canoas - RS, s.d.
- [26] - MEDEIROS, J. B. de, VIANA, A. C. Época, espaçamento e densidade de plantio para a cultura do milho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.6. n.72, p.32-35, dez. 1980.
- [27] - MOREIRA, C. A. et alii. Mecanismos dosadores - distribuidores de sementes. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1978. (Circular, 90).
- [28] - REINHAR BECKER. Apparatus for planting individual seed in predetermined locations. BR N. PI 3913503. 21 out. 1975.

- [29] - ROTH, L. D., POTERFIELD, J. G. Some basic performance characteristics of a horizontal plate seed metering device. Transaction of the ASAE, p. 105-107, 1960.
- [30] - TOLEDO, F. F. D., JULIO, M. F. Manual das sementes: tecnologia da produção. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224p.
- [31] - WILKINSON, R. H., BRAUNBECK, D. A. Elementos de maquinaria agrícola. Roma:FAO, 1977.

## APÊNDICE A

### BANCADA DE TESTE

#### A.1 - Introdução

O objetivo deste apêndice é mostrar os aspectos principais do desenvolvimento da bancada de testes e sua necessidade para avaliar o desempenho do protótipo em laboratório.

Sua construção facilitou sobre maneira a avaliação do protótipo, dado que os testes puderam ser executados independentemente das condições de tempo e de disponibilidade de uma máquina semeadora. Por outro lado, o estudo de aspectos que sofrem influência de efeitos dinâmicos, que ocorrem no uso normal de uma máquina, ficaram prejudicados.

As bancadas de testes para mecanismos dosadores constituem-se, normalmente, de uma correia plana disposta sobre polias que, ao serem acionadas, provocam movimento da correia simulando o movimento da máquina no solo. Neste caso, o mecanismo (máquina) fica parado e o solo (correia) é que se movimenta [24].

Interligando-se o acionamento da correia com o acionamento do mecanismo e utilizando-se relações de transmissões apropriadas, pode-se simular a dosagem das sementes sobre o solo, e, assim, avaliar os vários parâmetros que influenciam nesse processo.

## A.2 - Requisitos de projeto e desenvolvimento da bancada.

Como foi salientado, o objetivo do desenvolvimento de uma bancada de teste é testar o protótipo do dosador em laboratório e avaliá-lo sob determinadas condições, verificando seu desempenho. Para isso, é necessário que sejam considerados os seguintes parâmetros em seu desenvolvimento:

- velocidades exigidas;
- alturas disponíveis;
- dimensões existentes;
- regulagens necessárias.

O mecanismo desenvolvido foi previsto para máquinas de tração animal, cujas velocidades de deslocamento situam-se na faixa de 2,5 a 4,0 Km/h [01].

De acordo com as normas para ensaio de semeadoras/adubadoras de precisão [01], deveriam ser previstas regulagens para a altura de queda das sementes. Como não se dispunha de dados específicos a respeito deste parâmetro, baseou-se nas alturas de quedas adotadas nos mecanismos dosadores mais utilizados em máquinas semeadoras convencionais, cujos valores foram estimados em torno de 50 a 500 mm.

Para se definir as dimensões da correia transportadora, e conseqüentemente da bancada, deveria ser levado em conta o número de medidas a serem efetuadas (análise da distribuição longitudinal) e o espaço disponível para a montagem da bancada.

De acordo com a norma de ensaio, para os testes de distribuição longitudinal, deveriam ser utilizadas, no mínimo, 250 sementes. Com esse dado, e levando em conta o espaçamento médio recomendado para as sementes de milho (maior espaçamento entre os tipos de sementes considerados) de, aproximadamente, 150 mm, a correia deveria ter, no mínimo, 37.5 m de comprimento. Como

esse valor não seria recomendado, devido ao espaço físico disponível no laboratório, desenvolveu-se uma correia com um comprimento menor e adotou-se um número de "corridas" [01] maior para cada ensaio, a fim de atingir o número mínimo de sementes recomendado. A bancada proposta apresenta uma correia com um comprimento total de 5.5 m, sendo o comprimento útil para teste de 5.0 m. Desse modo, necessitou-se realizar 8 corridas para milho, 4 para o feijão e 2 para a soja.

### A.3 - Descrição da solução desenvolvida.

Com base nos requisitos de projeto e na bibliografia consultada, desenvolveu-se a bancada de testes, apresentada na FIGURA A.1, que será descrita a seguir.

A bancada apresenta uma estrutura principal (2), fabricada com perfis "U", onde estão dispostos os demais elementos do conjunto. Na parte esquerda, fixada à estrutura principal, encontra-se uma estrutura de apoio (3) onde é montado o dispositivo dosador (4). Essa estrutura de apoio é fabricada em ferro cantoneira e ferro chato.

A correia transportadora (1) é montada sobre duas polias de madeira, que estão apoiadas na estrutura principal através de mancais de deslizamento. Para o acionamento do sistema, encontra-se, na parte inferior esquerda do conjunto, um variador contínuo de velocidades (5) que, através de rodas dentadas de bicicleta e correntes de rolos, transmite o movimento, simultaneamente, para a correia e para o mecanismo dosador. Dessa forma, tem-se um sincronismo entre o movimento da correia e do dosador, simulando, assim, o movimento da máquina semeadora no solo.

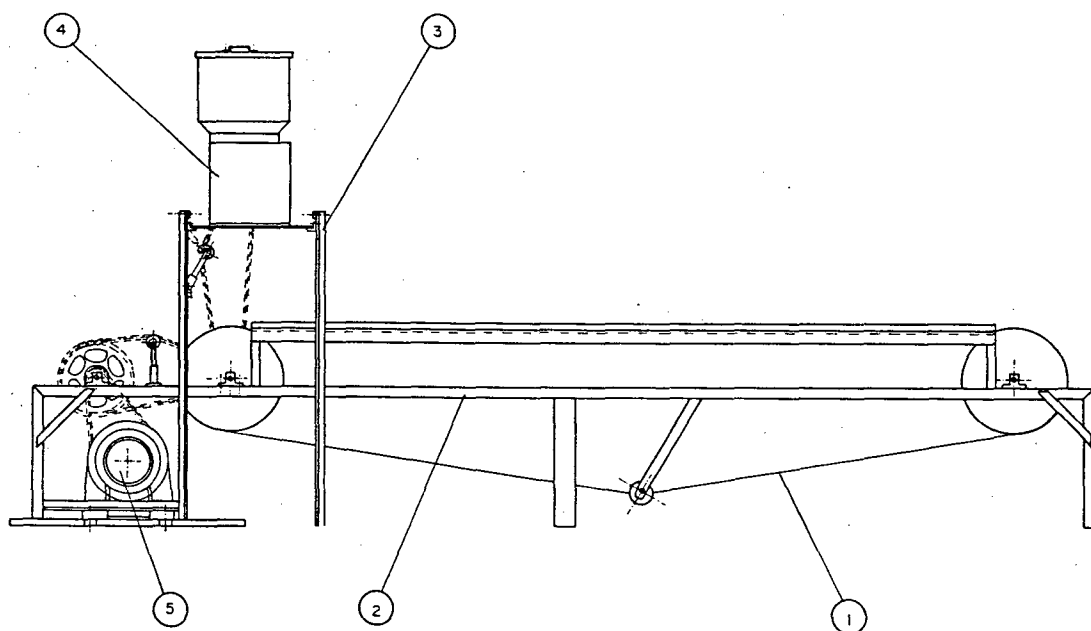
As FIGURAS A.2 e A.3, apresentam um detalhamento maior das estruturas principal e de apoio, além do sistema de

acionamento e correia transportadora.

#### A.4 - Conclusões e recomendações.

Após concluída a construção do protótipo e da bancada de teste, iniciou-se a fase de testes do protótipo, ver CAPÍTULO 7. Quanto à bancada, verificou-se que atendeu satisfatoriamente aos propósitos a que se destinou. Além disso, constituiu-se numa estrutura simples, de fácil manuseio e acionamento.

Durante os testes, foi observado um inconveniente, relativo à altura da bancada. Ela ficou baixa, de modo que era necessário fazer as medidas sentado ou em pé, com a coluna curvada. Isto aumentou o tempo de leitura dos dados, além de ocasionar um desconforto muito grande para quem realiza as medidas. Recomenda-se, portanto, alterar o projeto para uma altura ergonomicamente adequada.



- 1 - Correia transportadora
- 2 - Estrutura principal
- 3 - Estrutura de apoio
- 4 - Mecanismo dosador
- 5 - Variador contínuo de velocidades

FIGURA A.1 - Bancada de teste

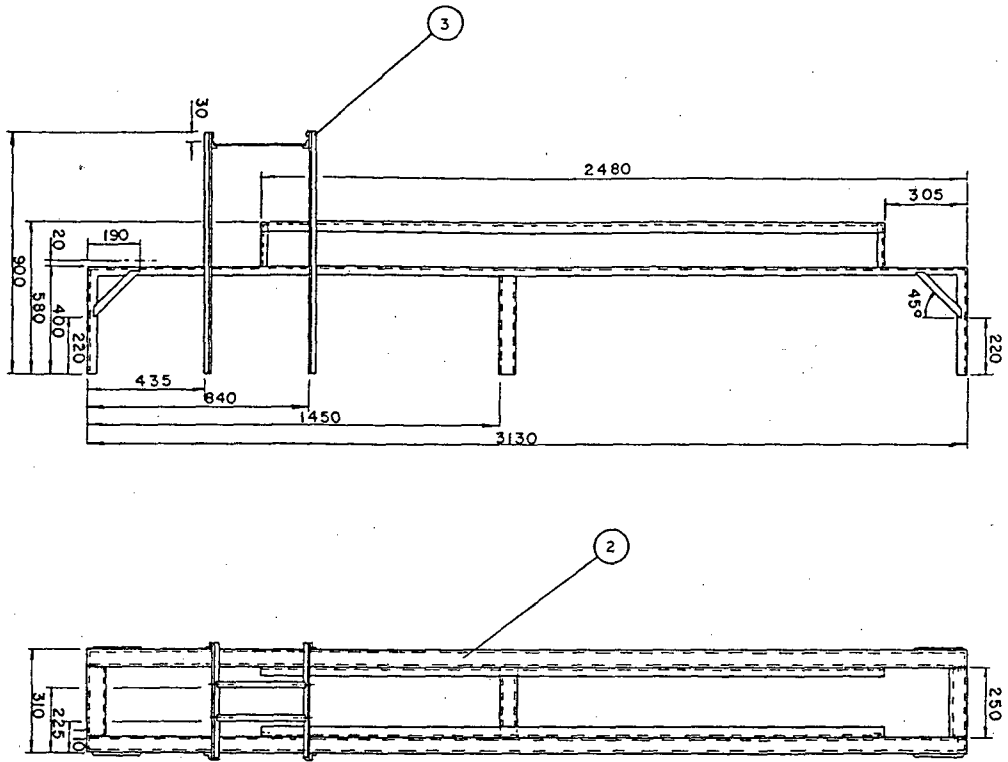


FIGURA A.2 - Estrutura da bancada (principal e secundária).

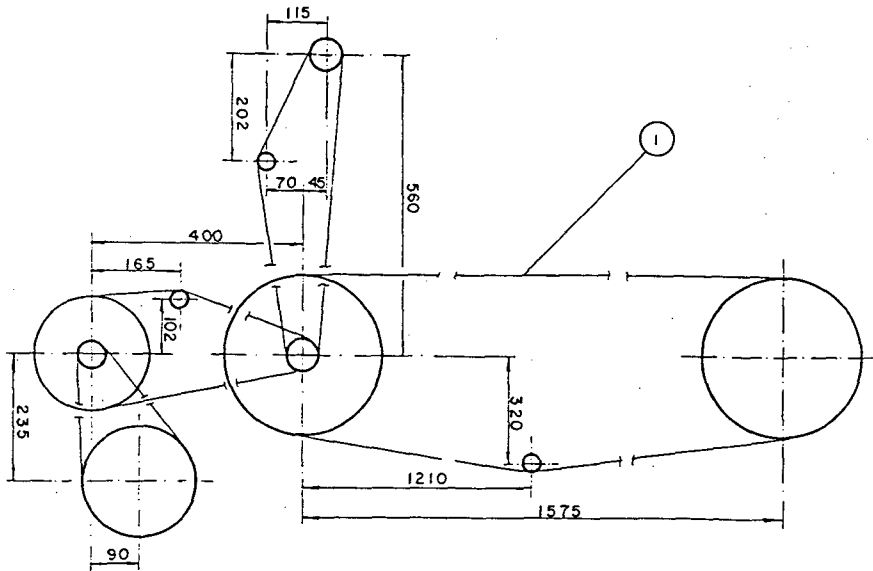


FIGURA A.3 - Sistema de acionamento e correia transportadora.



## APÊNDICE B

## MODELO MATEMÁTICO E CÁLCULO DO TAMBOR DOSADOR

O objetivo deste apêndice é mostrar uma modelagem matemática, simplificada, do mecanismo dosador selecionado, a partir da qual foi possível relacionar algumas variáveis importantes para o dimensionamento do tambor de sementes.

Considerou-se, inicialmente, o mecanismo representado na FIGURA B.1 abaixo.

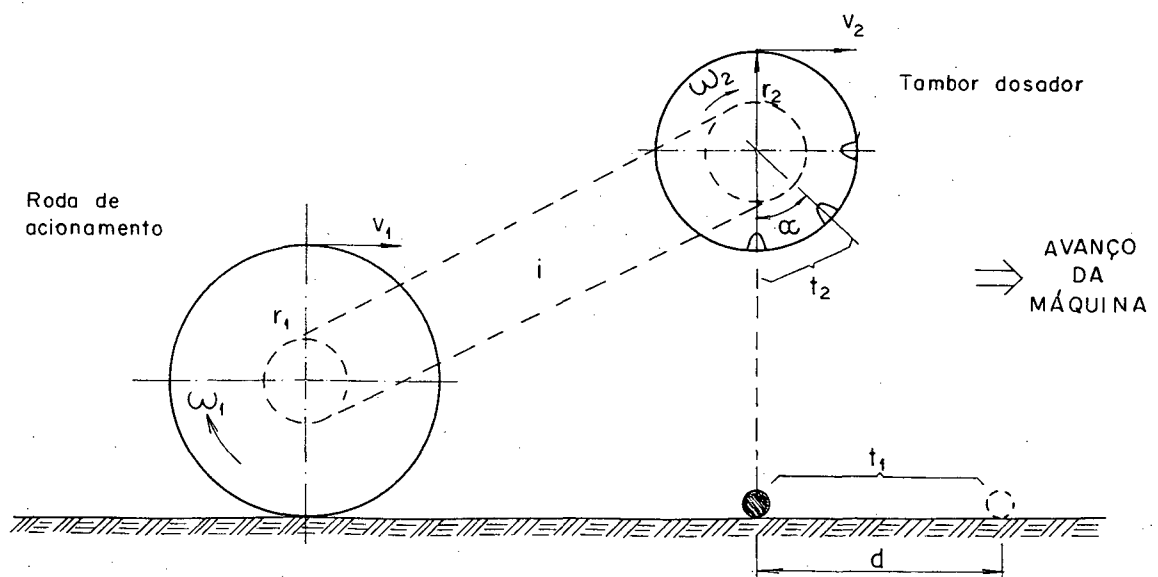


FIGURA B.1 - Funcionamento do sistema de dosagem.

De acordo com a FIGURA B.1, tem-se os seguintes parâmetros:

$v_1$  = velocidade periférica da roda de acionamento da máquina (m/s).

$w_1$  = velocidade angular da roda de acionamento da máquina (rad/s).

$r_1$  = raio da roda de acionamento da máquina (m).

$i$  = relação de transmissão entre a roda de acionamento de máquina e o tambor de sementes.

$v_2$  = velocidade periférica do tambor de sementes (m/s).

$w_2$  = velocidade angular do tambor de sementes (rad/s).

$r_2$  = raio do tambor de sementes (m).

$\alpha$  = ângulo entre os alvéolos do tambor de sementes (rad).

$t_1$  = tempo de deposição entre sucessivas sementes no solo (s).

$t_2$  = tempo para o alvéolo percorrer o ângulo  $\alpha$  (s).

$d$  = distância entre sementes recomendada (m).

Como pode ser observado, o tempo  $t_1$ , entre o posicionamento de duas sementes no solo, corresponde ao tempo  $t_2$ , que o orifício leva para percorrer o ângulo " $\alpha$ ".

Assim,

$$t_1 = t_2$$

b.1

Para simplificar o modelo, desconsiderou-se os efeitos de patinamento da roda de acionamento da máquina, rebote das sementes no solo e a captação de múltiplas sementes. A partir destas considerações, pode-se chegar a uma equação para o mecanismo dosador, como segue:

$$t_1 = \frac{d}{v_1} \quad \text{b.2}$$

$d$  = distância entre sementes (m)

$$d = \frac{1\text{m}}{\text{NSM}} \quad \text{b.3}$$

NSM = número de sementes por metro

$$t_2 = \frac{\alpha}{\omega_2} \quad \text{b.4}$$

$\alpha$  = ângulo entre os orifícios (rad)

$$\alpha = \frac{2\pi}{N} \quad \text{b.5}$$

$N$  = número de orifícios

Portanto, de b.1, b.2, b.3, b.4, tem-se:

$$\frac{1}{\text{NSM} \cdot v_1} = \frac{2\pi}{N \cdot \omega_2} \quad \text{b.6}$$

Sabendo que,

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad \text{b.7}$$

$$v_1 = \omega_1 \cdot r_1 \quad \text{b.8}$$

$D = 2 \cdot r_1$  b.9 , e substituindo em b.6 , tem-se:

$$NSM = \frac{N}{\pi \cdot D \cdot z} \quad \text{b.10}$$

A partir das equações b.6 e b.10, e dos estudos feitos no capítulo III, pode-se determinar o número de orifícios para cada tipo de cultura a ser dosada pelo tambor dosador, e a relação de transmissão necessária para dosar as sementes dentro dos padrões recomendados, como segue:

Entre os parâmetros conhecidos tem-se:

- velocidade de avanço da máquina:  $v_1 = 41,7$  a  $66,7$  m/min
- diâmetro da roda de acionamento:  $D = 0,3$  m
- número de sementes por metro recomendado:

milho:  $NSM = 6 - 7$  sem./m  
 feijão:  $NSM = 12 - 15$  sem./m  
 soja:  $NSM = 23 - 25$  sem./m

- velocidade periférica do tambor:  $v_2 = 12 - 24$  m/min (ver CAPÍTULO 3).

Com esses dados, encontrou-se, inicialmente, o número de orifícios do tambor para cada tipo de cultura. Para os cálculos, adotou-se um tambor dosador com diâmetro  $d_2 = 200$  mm e o valor médio para o número de sementes por metro linear (NSM) recomendado.

Então,

- $NSM = 6,5$  sem./m (milho)
- $NSM = 13,5$  sem./m (feijão)
- $NSM = 24,0$  sem./m (soja).

Utilizando a equação b.6 e considerando os valores máximos para as velocidades  $v_1$  e  $v_2$ , tem-se,

- $N = 11,35$  orifícios para milho ( $N = 12$ , adotado);
- $N = 23,57$  orifícios para feijão ( $N = 24$ , adotado);
- $N = 41,90$  orifícios para soja ( $N = 44$ , adotado).

Com esses valores, e utilizando a equação b.10, calculou-se a relação de transmissão ( $\dot{z}$ ). O valor encontrado foi  $\dot{z} = 1,8889$ , utilizaram-se rodas dentadas de 34 dentes para o tambor dosador e 18 dentes para a roda de acionamento.

Com essa relação de transmissão e o número de orifícios adotados para cada cultura, recalculou-se o número de sementes por metro linear teórico que o mecanismo deveria dosar. Sendo assim, tem-se,

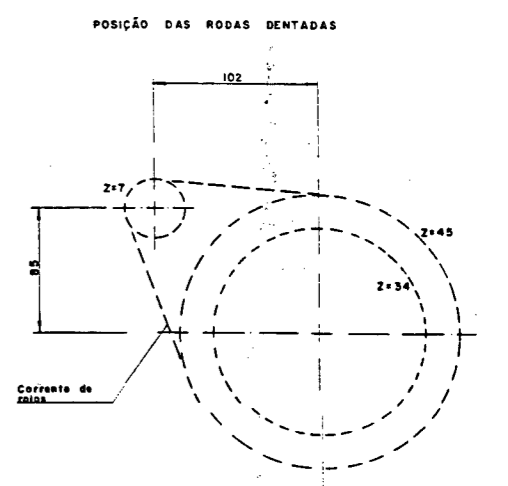
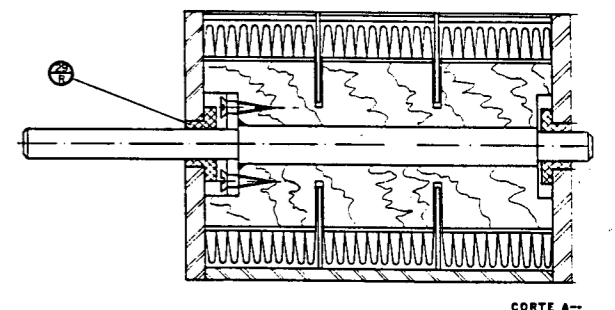
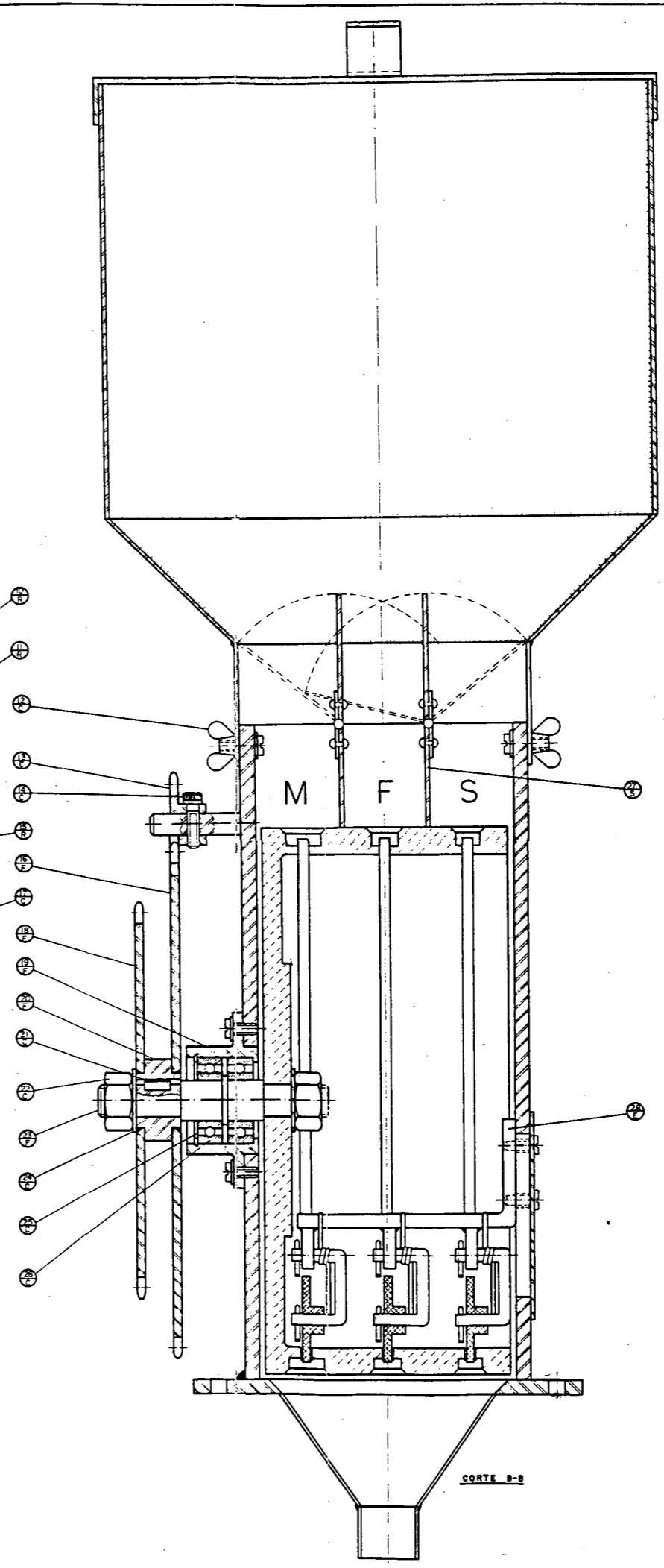
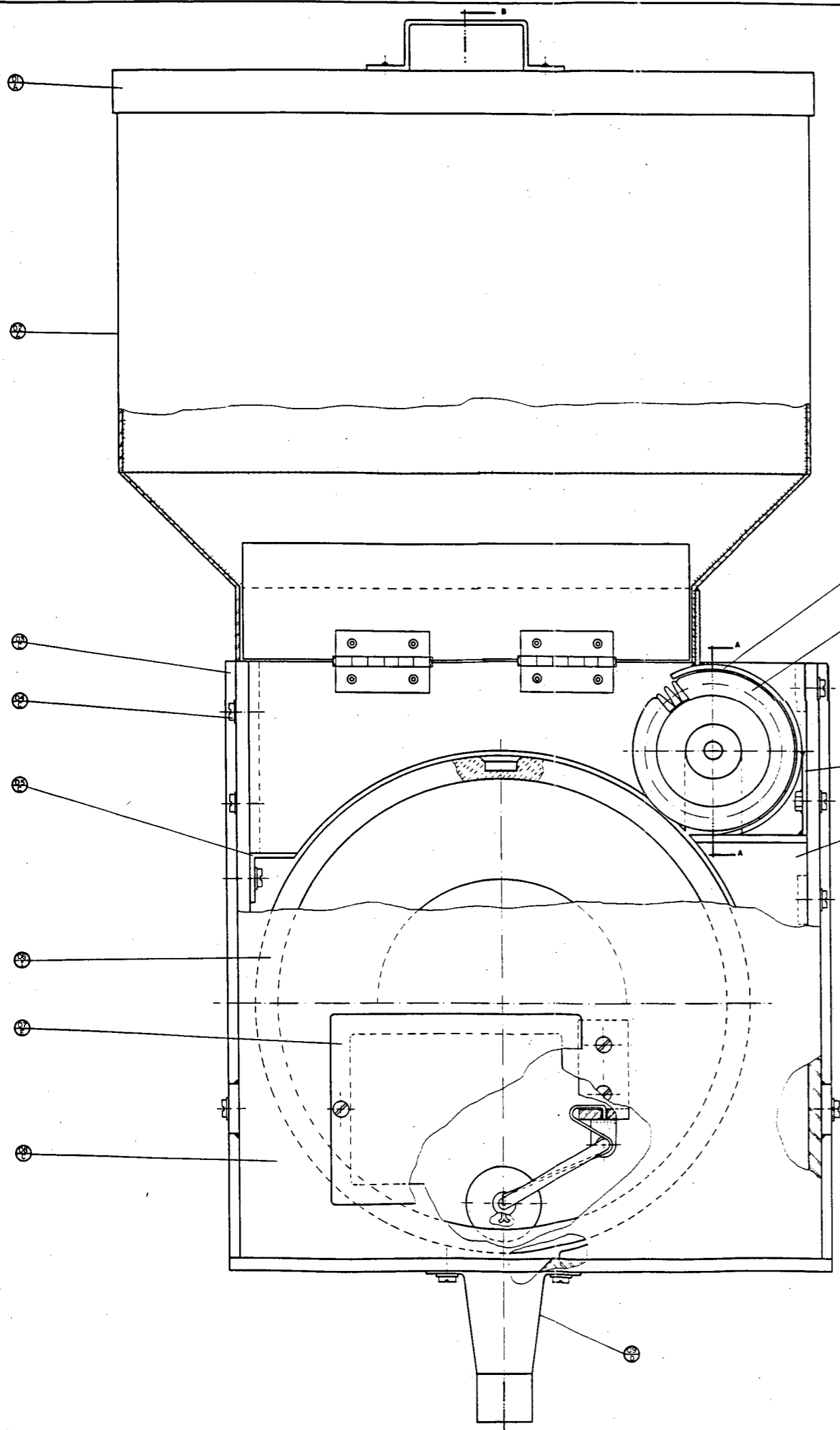
NSM = 6,7 sem./m para milho;

NSM = 13,5 sem./m para feijão;

NSM = 24,7 sem./m para soja.

Como se observa, esses valores encontram-se dentro da faixa de valores do número de sementes por metro linear recomendado.

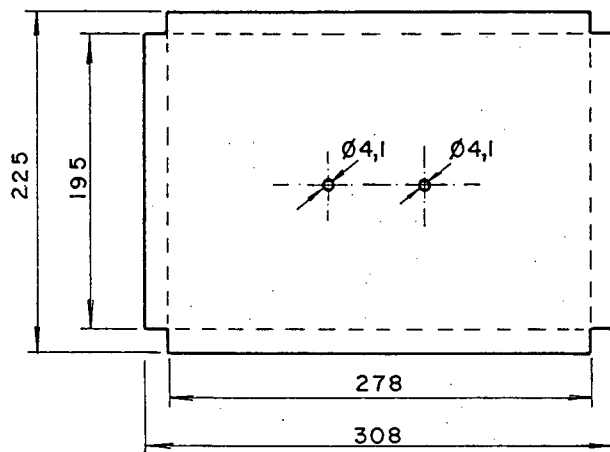
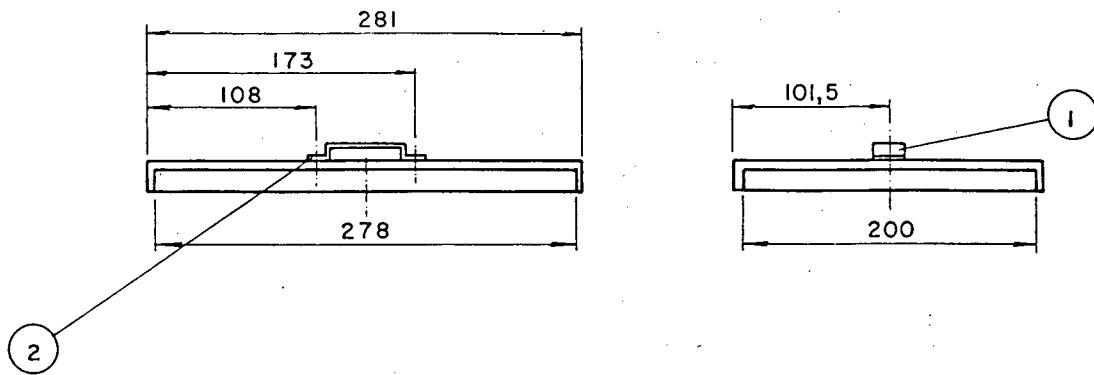
ANEXO 1 - DESENHOS DO PROTÓTIPO



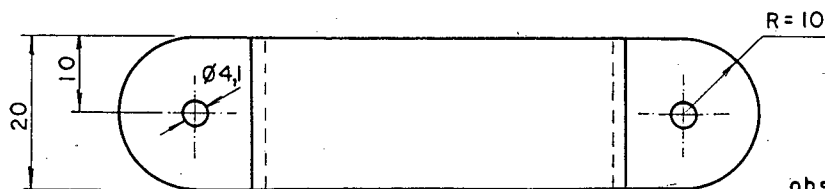
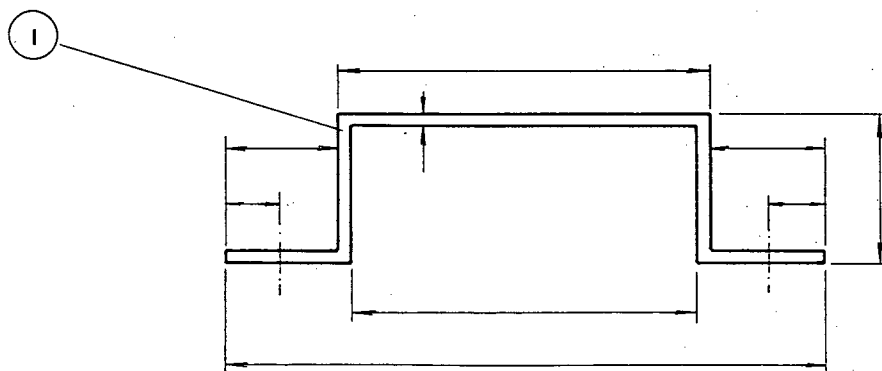
OBS. REGIÕES DE INDIVIDUALIZAÇÃO  
 M - MILHO  
 F - FEIJÃO  
 S - SOJA

PEÇA Nº	DENOMINAÇÃO	QUANT	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
29 R	Buchas do eixo da escova	02	Nylon	Ver Des. 29 R.1
28 E	Ejetor	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 28 E.1
27 S	Separador de sementes	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 27 C.1
26 C	Revestimento SKF tipo 6201-2RS1	02	Aço	SKF 6201-2RS1
25 C	Anel elástico / furos marca SERGERcod 002032	01	Aço Mo15	Ø x 34,4mm x 1,2mm
24 C	Arruela de Pressão	02	Aço	
23 F	Eixo do tambor	01	Aço ABNT 1045	Ver Des. 23 F.1
22 C	Porca sextavada M4 cf DIN 315	02	Aço	M12 x 1,75
21 C	Chaveta tipo A - P-PB-122	01	Aço	4 x 4 x 10mm
20 F	Cubo das rodas dentadas	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 20 F.1
19 F	Flange	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 19 F.1
18 F	Roda dentada de acion. do tambor	01	Aço	Z = 34 dentes
17 C	Plata de deslocamento das sementes	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 17 C.1
16 F	Roda dentada Motora da Escova	01	Aço	Z = 45 dentes
15 R	Base da Escova	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 15 R.1
14 C	Parafuso de cob. cilíndrica / sext. interno	01	Aço ABNT 1045	M 4 x 0,7 P-PB-165
13 C	Roda dentada movida da Escova	01	Aço ABNT 1020	Z = 7 dentes
12 C	Porca Borboleta M4 cf DIN 315	04	Látex	
11 R	Escova Raspadora	01		Ver Des. 11 R.1
10 R	Proteção da escova	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 10 R.1
09 D	Funil de descarga	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 09 D.1
08 C	Tampa do dosador	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 08 C.1
07 E	Tampa de proteção do ejetor	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 07 E.1
06 I	Tambor dosador	01	Alumínio	Ver Des. 06 I.1
05 C	Anteparo de sementes	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 05 C.1
04 C	Parafusos de cabeça cilíndrica / fenda	24	Aço	M 4 x 0,7 cf P-PB-166
03 C	Estrut. do Dosador	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 03 C.1
02 A	Reservatório de sementes	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 02 A.1
01 A	Tampa do Reservatório	01	Aço ABNT 1020	Ver Des. 01 A.1

PEÇA Nº	DENOMINAÇÃO	QUANT	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
<b>UFSC</b> <b>ENGENHARIA MECANICA</b> <b>LABORATÓRIO DE PROJETO</b>				
<b>LP</b>	<b>DOSADOR DE SEMENTES</b>	DATA 25/07/90 ESCALA APROVADO	NOME Roberto DATA 25/07/90 UNIDADE	DES. Nº 00 SUBST. POR EM SUBS. DE UNIDADE mm 1/1



Obs: Tapa planificada  
e = 1,5mm

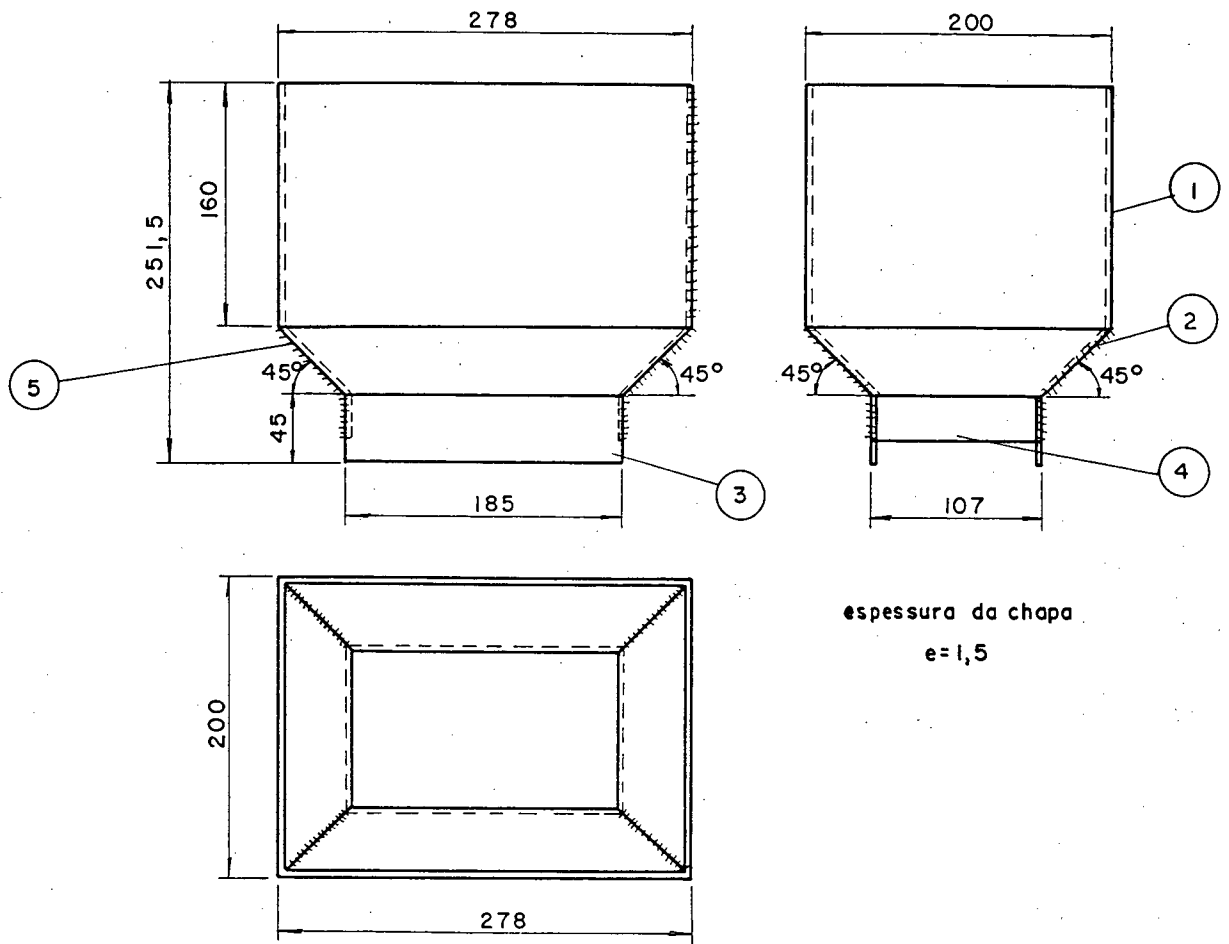


obs: escala 1:1

2	Rebite Tipo 'POP'	02	Alumínio	$\varnothing 4,0$
1	Puxador da Tapa	01	Aço ABNT1020	
01.A	Tapa do Reservatório	01	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

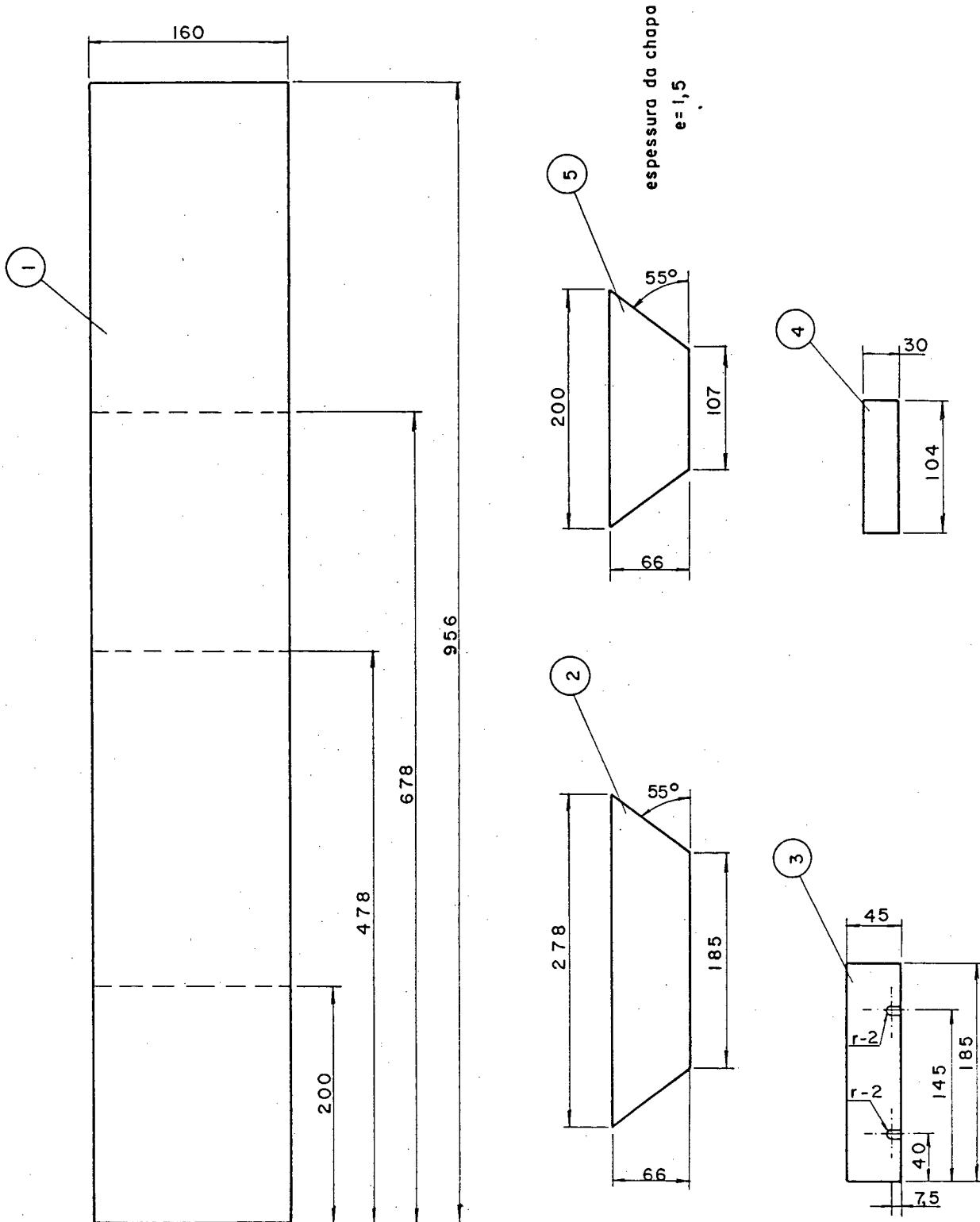
<b>UFSC</b>  <b>LP</b>	<b>ENGENHARIA MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE PROJETO</b>  <b>DOSADOR DE SEMENTES</b>	NDME	André	DES N°	01.A.1
		DATA	15/03/89	SUBS.PDR	
		VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:5	APROV.	





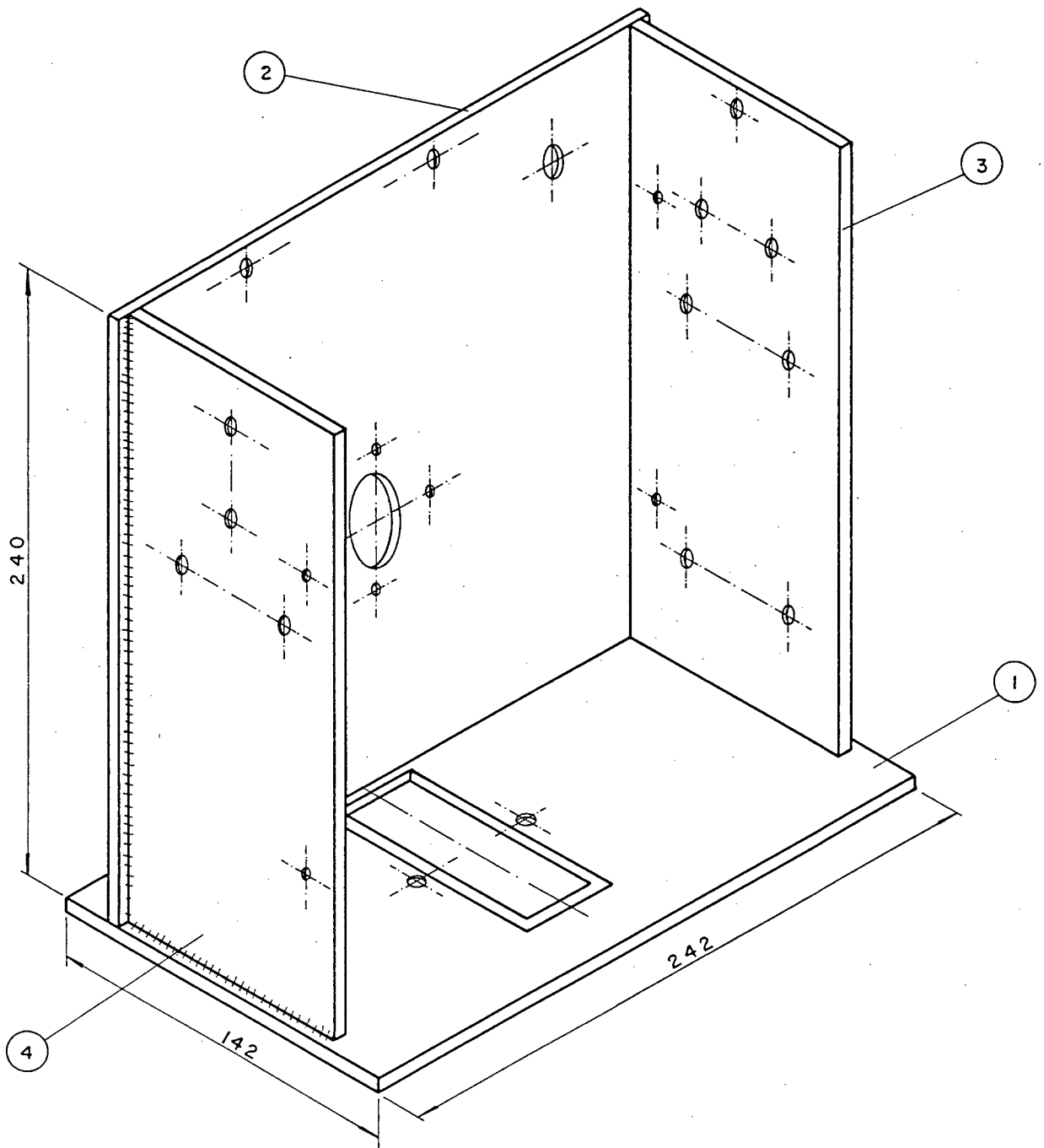
espessura da chapa  
e=1,5

0.2.A	Reservatório de Semaentes	01	Aço ABNT1020	Ver Des.02.C.1.1	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	02.A.1
		DATA	22/02/88	SUBS.PDR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	22/02/88	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:5	APROV.	



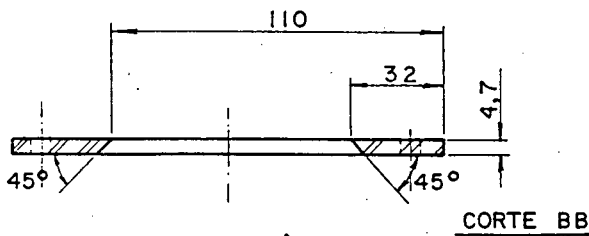
5	Chapa do Trônco ( lado menor )	02	Aço ABNT1020	
4	Chapa de Encosto	02	Aço ABNT1020	
3	Chapa de Encaixe	02	Aço ABNT1020	
2	Chapa do Trônco ( lado maior )	02	Aço ABNT1020	
1	Chapa Superior ( planificada )	01	Aço ABNT1020	

PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
<b>UFSC</b> <b>LP</b>	<b>ENGENHARIA MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE PROJETO</b>  <b>DOSADOR DE SEMENTES</b>	NOME	André	DES N° 02.A.1.1
		DATA	23/01/89	SUBS.PDR
		VISTO		EM SUBS.DE
		DATA	10/05/89	UNIDADE mm
	ESCALA	1:5	APROV.	

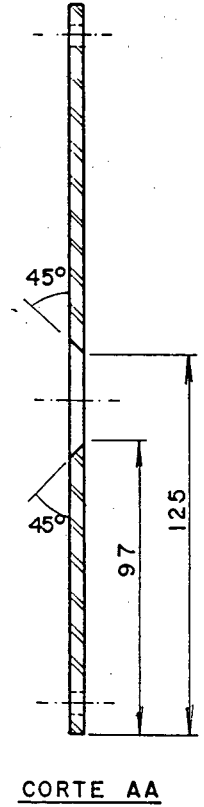
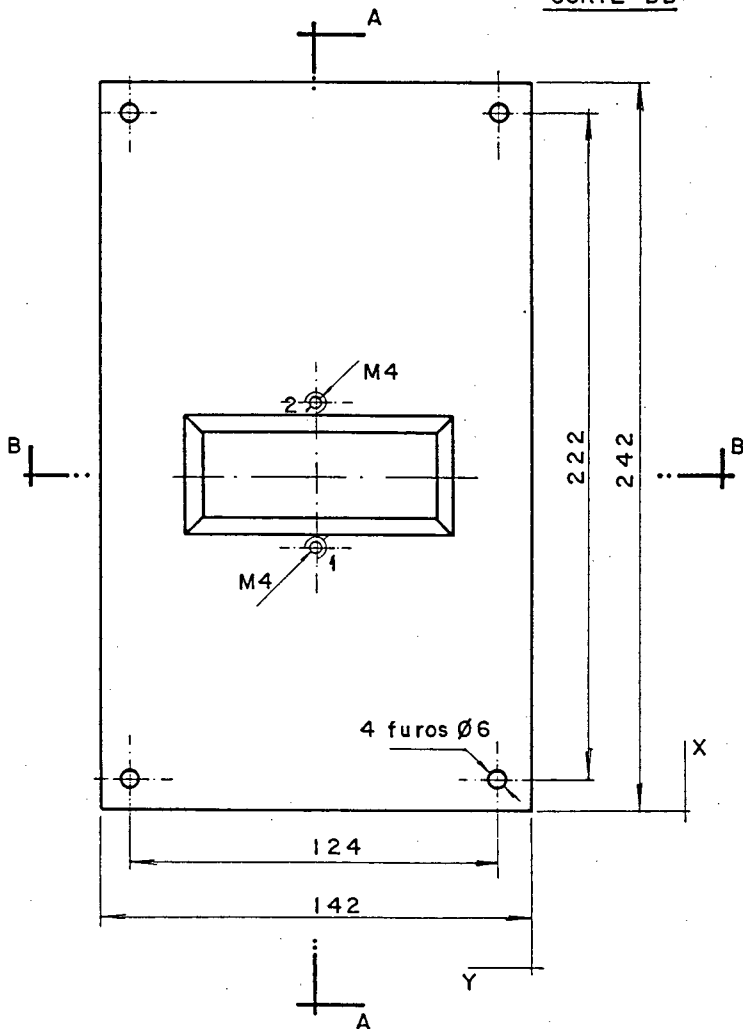


4	Lateral Esquerda	01	Aço ABNT1020	
3	Lateral Direita	01	Aço ABNT1020	Ver Des.03.C.1.3
2	Chapa Posterior	01	Aço ABNT1020	Ver Des.03.C.1.2
1	Base	01	Aço ABNT1020	Ver Des.03.C.1.1
03.C	Estrutura do Dosador	01	Aço ABNT1020	

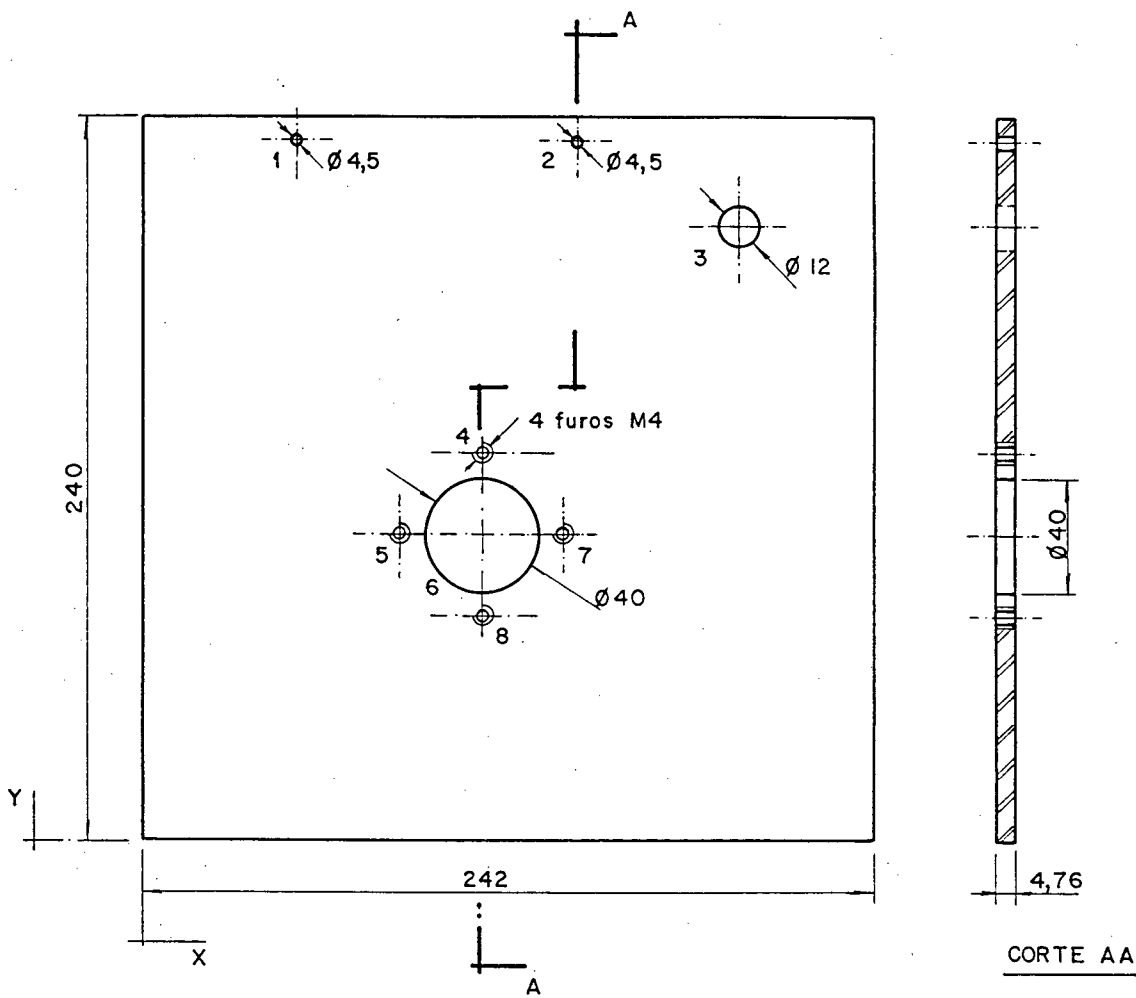
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	Renato	DES N°	03.C.1
		DATA	04/05/89	SUBS.PDR	
Lp	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	04/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:2,5	APROV.	



Furo	X	Y
1	88	71
2	134	71

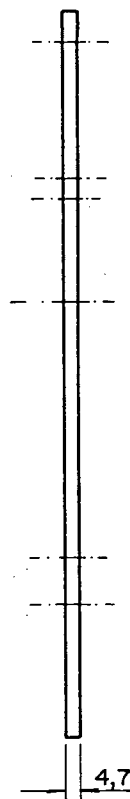
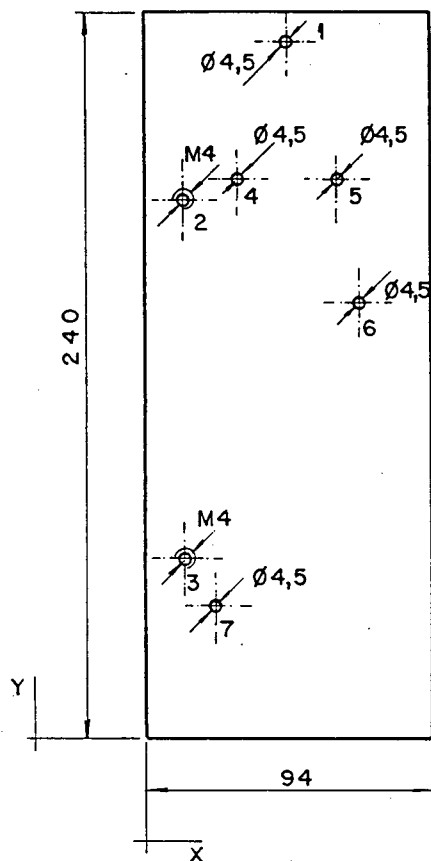


1	Base	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	03.C.1.1
		DATA	04/05/89	SUBS.PDR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:2,5	APROV.	


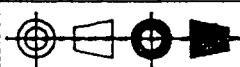



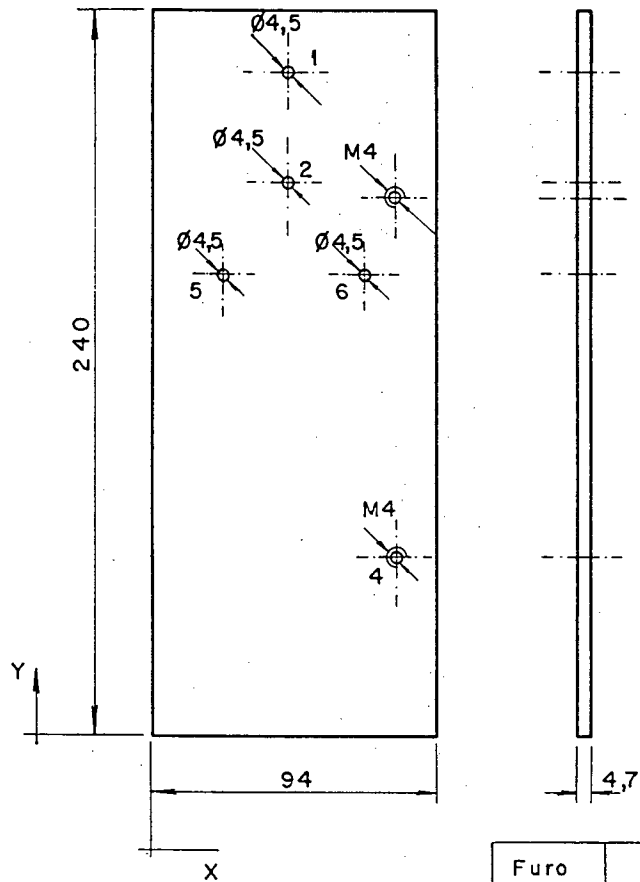
Furo	1	2	3	4	5	6	7	8
X	40,0	145,0	196	111	84,5	111	137,5	111
Y	232,5	232,5	204	128,5	102	102	102	75,5

2	Chapa Posterior	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	Renato	DES N°	03.C.1.2
		DATA	22/02/88	SUBS.POR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	22/02/88	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:2,5	APROV.	



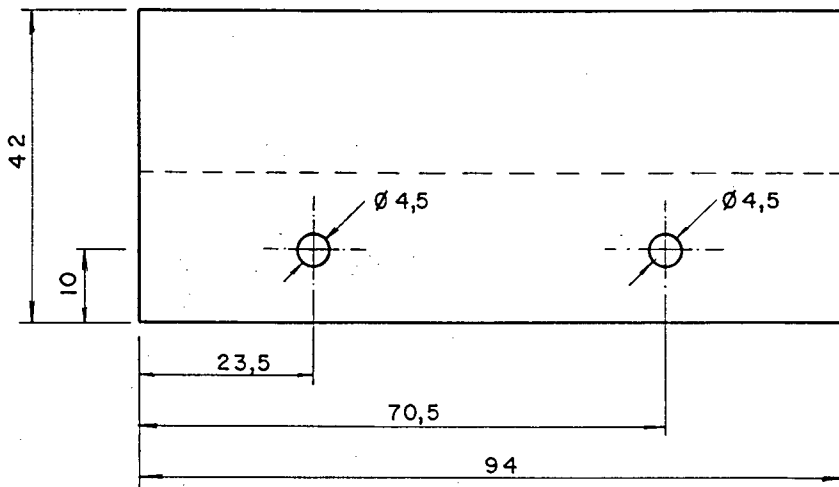
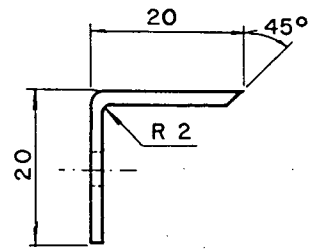
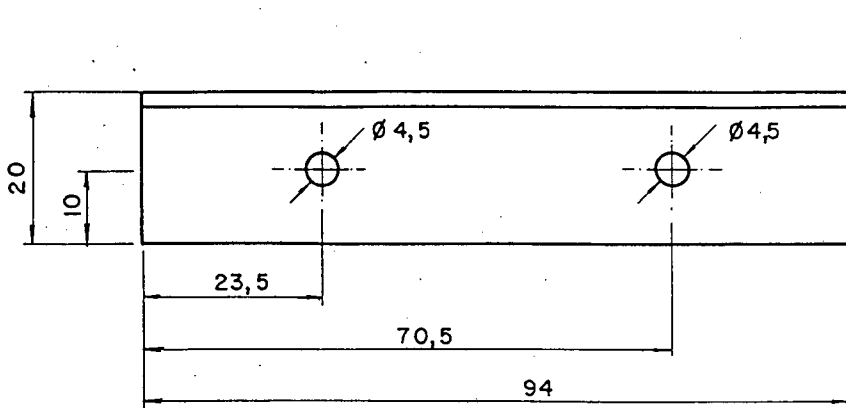
Furo	X	Y
1	47	230
2	12,5	178
3	12,5	60
4	31	184
5	63	184
6	70,5	144
7	23,5	44

3	Lateral Direita	01	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
	<b>ENGENHARIA MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE PROJETO</b>	NOME André DES N° 03.C.1.3	DATA 10/05/89	SUBS.PDR
		VISTO		EM SUBS.DE
		DATA 10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA 1:2,5	APROV.	
	DOSADOR DE SEMENTES			



Furo	X	Y
1	47	220
2	47	183
3	81,5	178
4	81,5	60
5	23,5	153
6	70,5	153

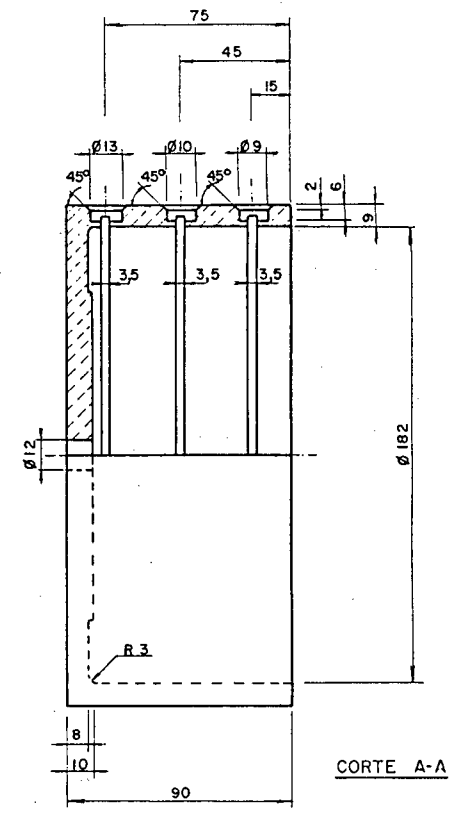
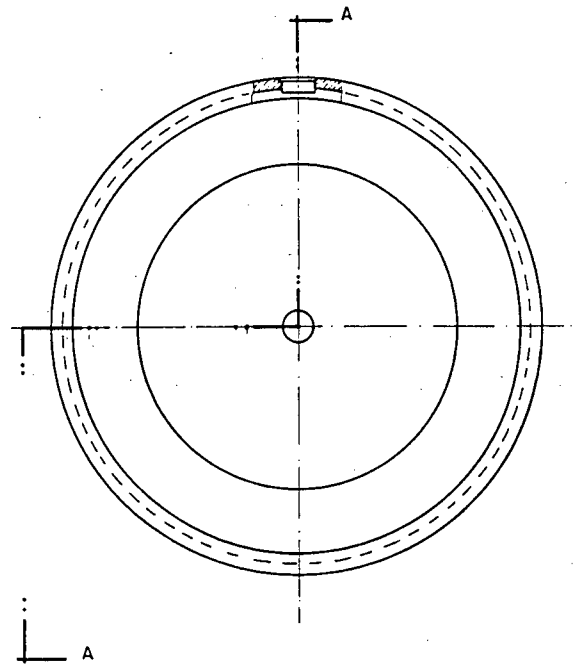
4	Lateral Esquerda	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	03.C.1.4
		DATA	10/05/89	SUBS.PDR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:2,5	APROV.	



obs: peça planificada  
e = 2,0

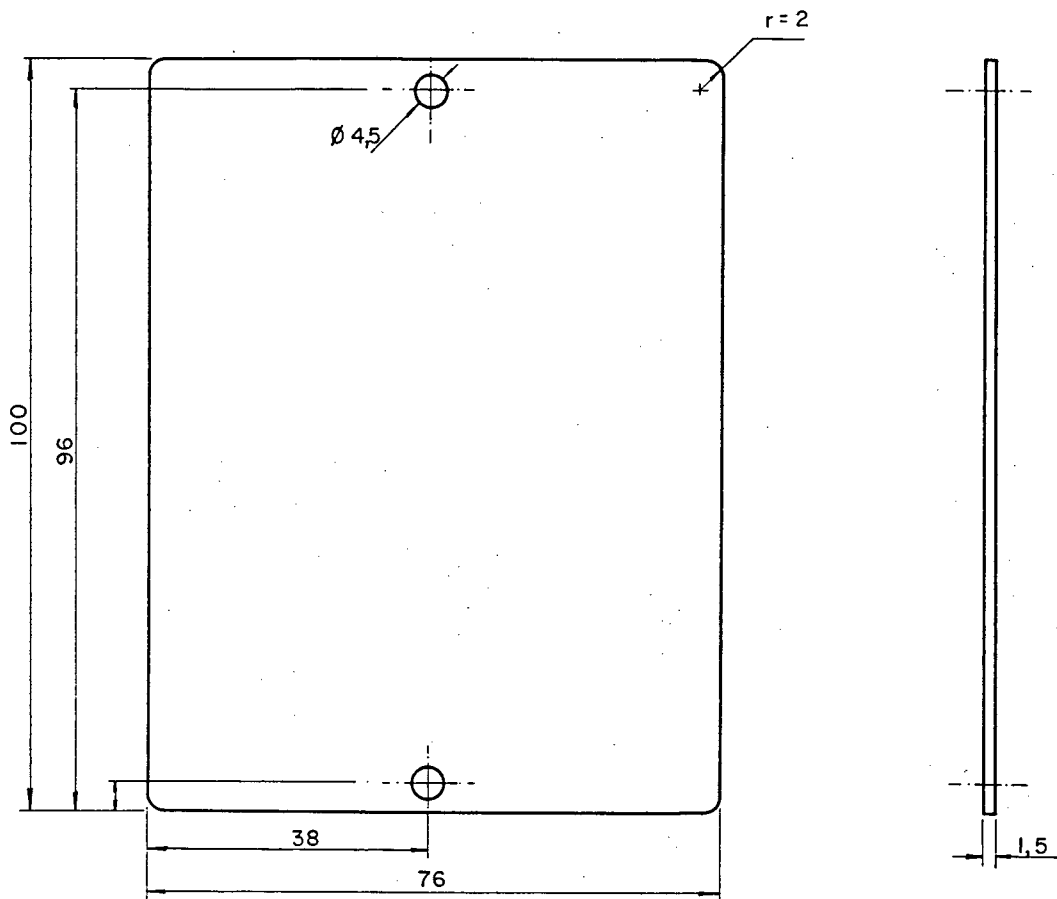
05.C.	Anteparo de Sementes	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	05.C.1
		DATA	17/03/89	SUBS.POR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:1	APROV.	





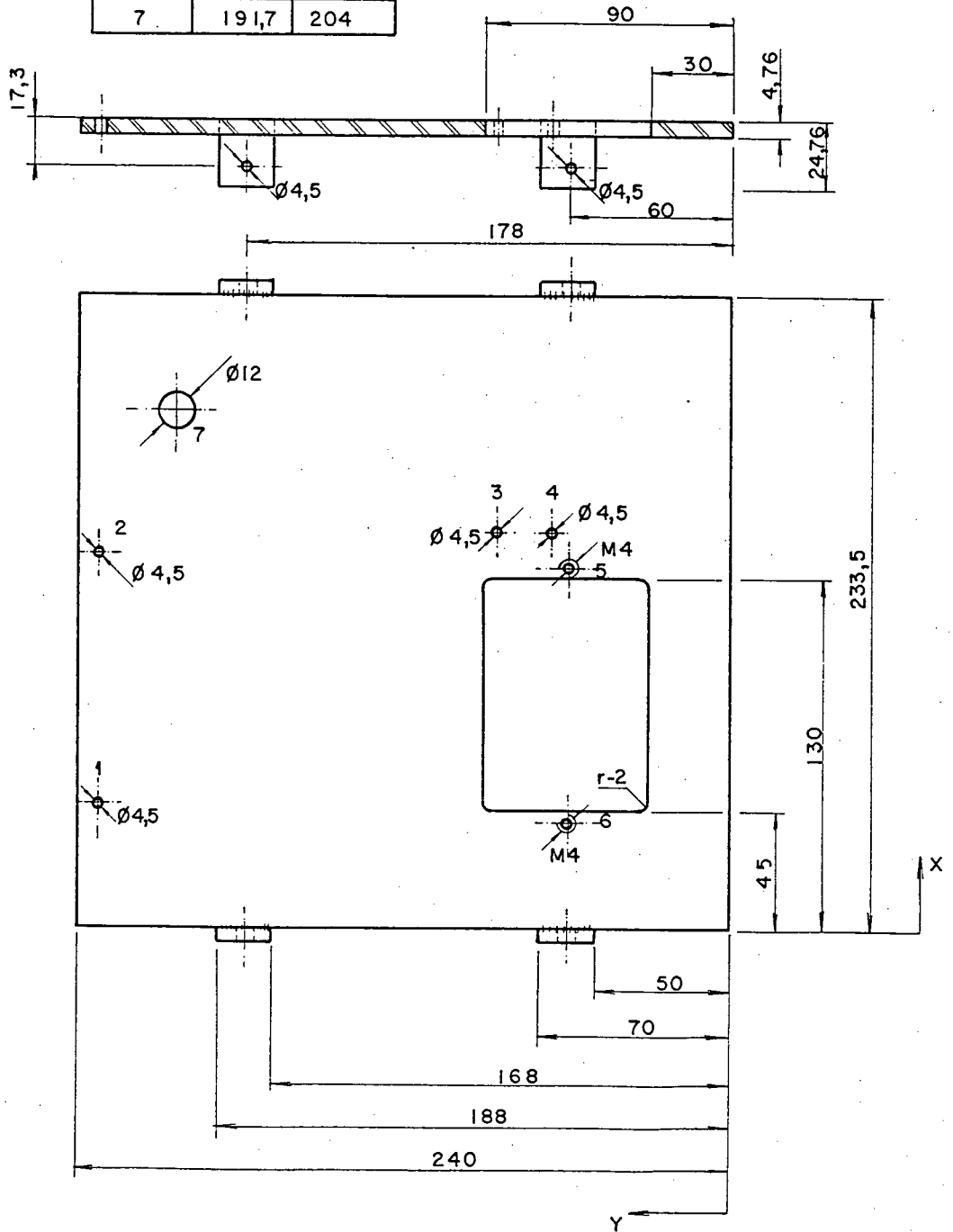
Ø orifício (mm)	Nº de orifícios
13	12
10	24
9	44

06.C	Tanbor Dosador	01	Alumínio		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
	ENGENHARIA MECANICA	NOME	Gustavo	DES N°	06.J.1
	LABORATORIO DE PROJETO	DATA	13/04/88	SUBS.POR	
		VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	19/04/88	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:2	APROV.	
	DOSADOR DE SEMENTES				

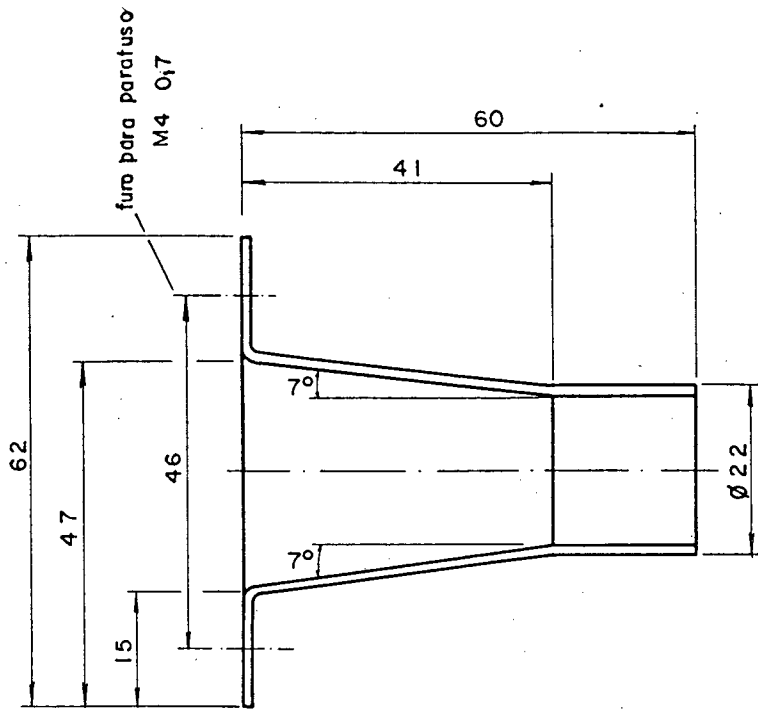


07.E	Tampa de Protecao do Ejetor	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	07.E.1
		BATA	02/05/89	SUBS.PDR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	02/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:1	APROV.	

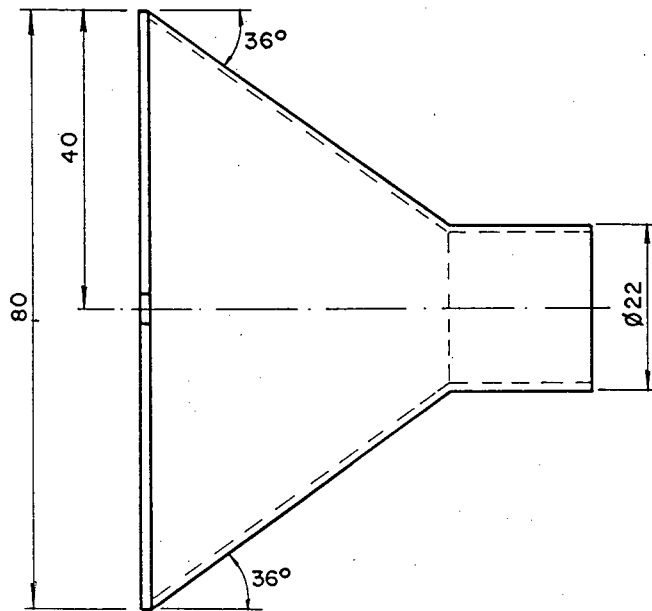
Furo	X	Y
1	45	232,5
2	145	232,5
3	147	86
4	147	66
5	134	60
6	41	60
7	191,7	204



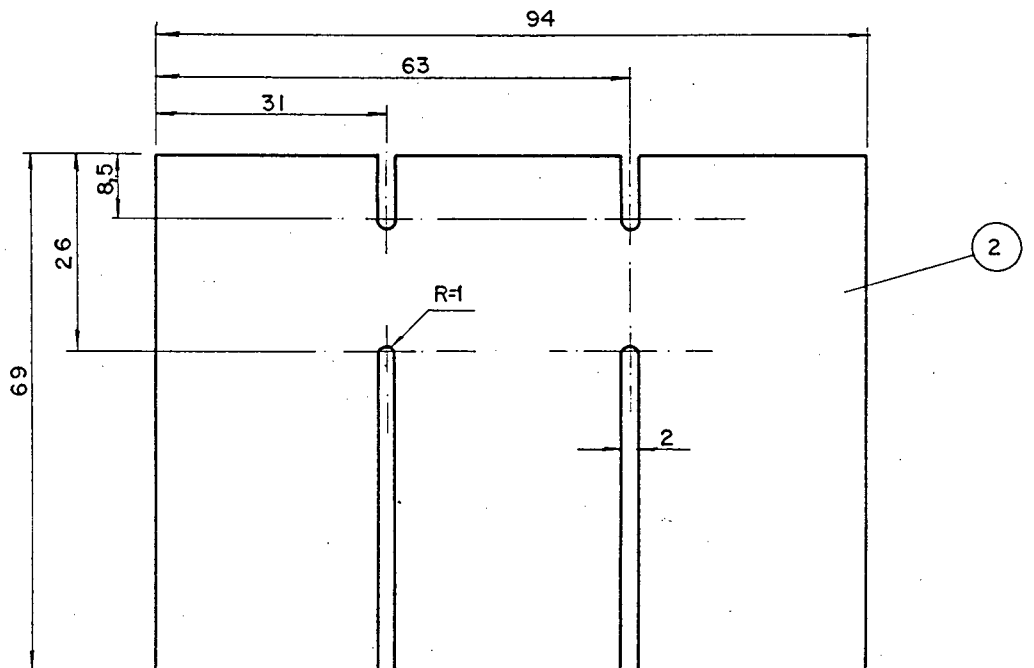
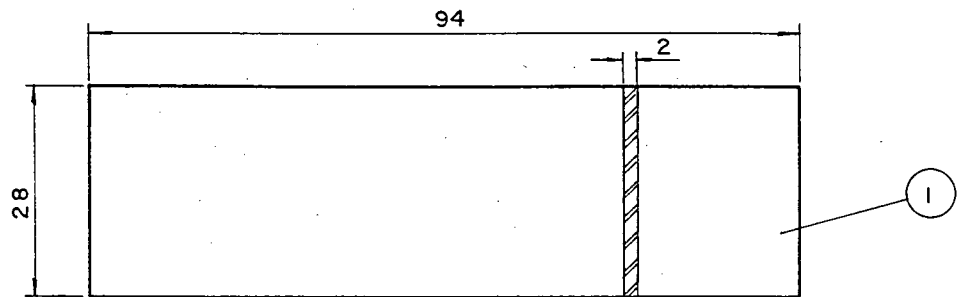
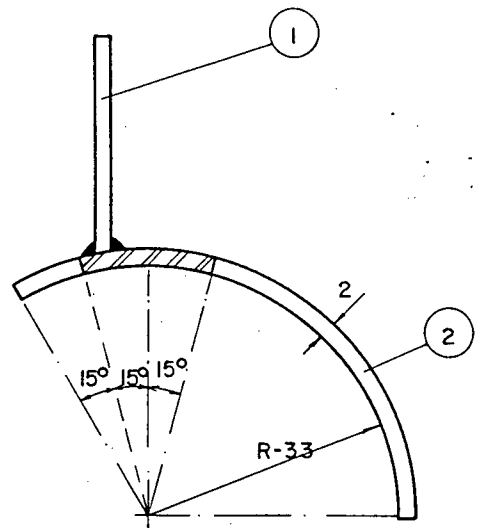
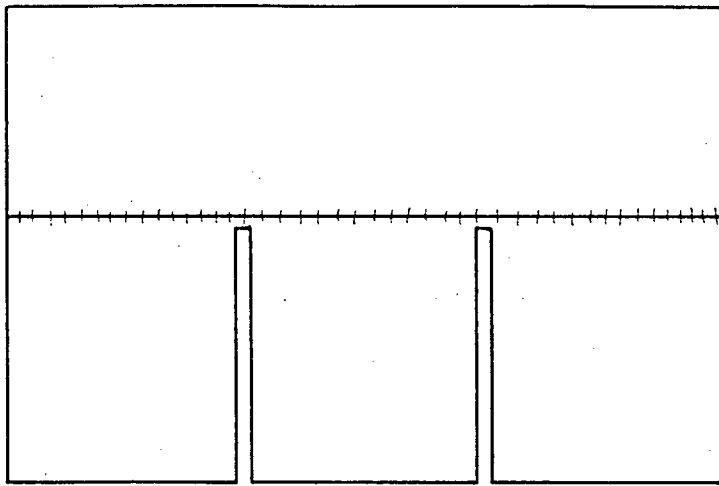
08.C	Tampa do Dosador	01	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
<b>UFSC</b> <b>LP</b>	<b>ENGENHARIA MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE PROJETO</b>  <b>DOSADOR DE SEMENTES</b>	<b>NOME</b> André	<b>DES N°</b> 08.C.1	
		<b>DATA</b> 22/02/88	<b>SUBS.POR</b>	
		<b>VISTO</b>	<b>EM SUBS.DE</b>	
		<b>DATA</b> 10/05/89	<b>UNIDADE</b> mm	
		<b>ESCALA</b> 1:25	<b>APROV.</b>	



espessura da chapa e=1,2



09.D	Funil de Descarga	01	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N° 09.D.1
		DATA	24/01/89	SUBS.POR
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE
		DATA	10/05/89	UNIDADE mm
		ESCALA	APROV.	
		14		



2	Superfície Curvada da Proteção	01	Aço ABNT1020	
1	Chapa de Fixação da Proteção	01	Aço ABNT1020	
10.R	Proteção da Escova	01	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

UFSC

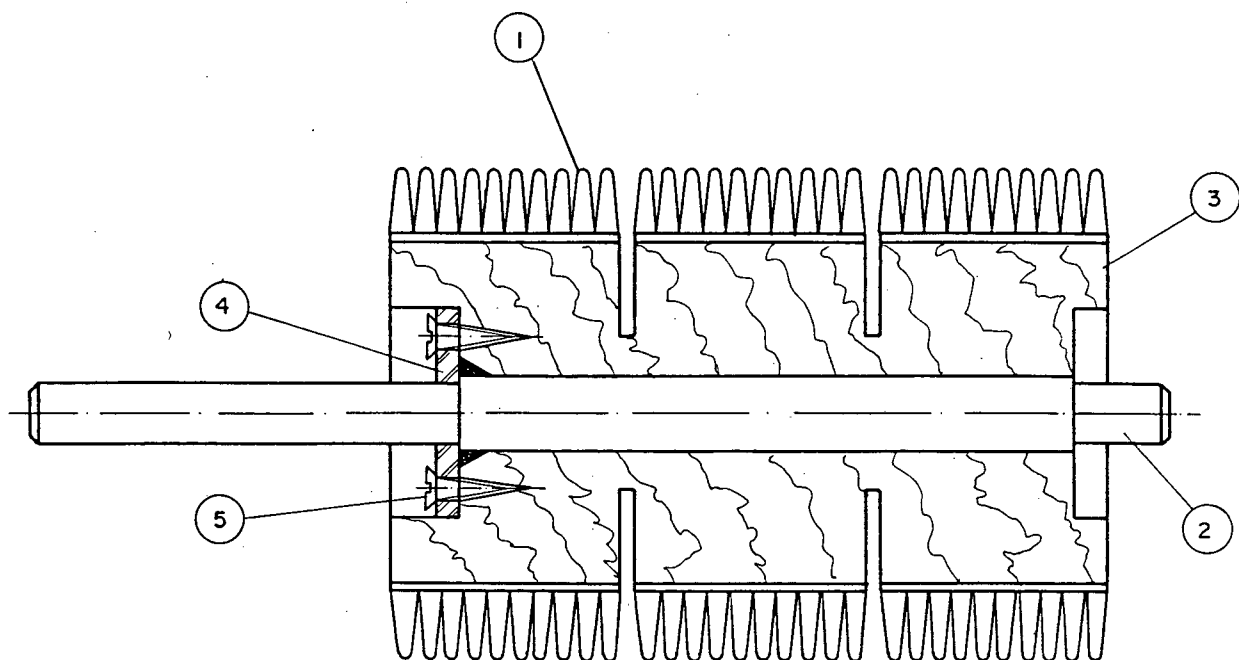
ENGENHARIA MECANICA  
LABORATORIO DE PROJETO

NOME	André	DES N°	10.R.1
DATA	10/05/89	SUBS.POR	
VISTO		EM SUBS.DE	
DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
ESCALA	APROV.		
1:1			

LP

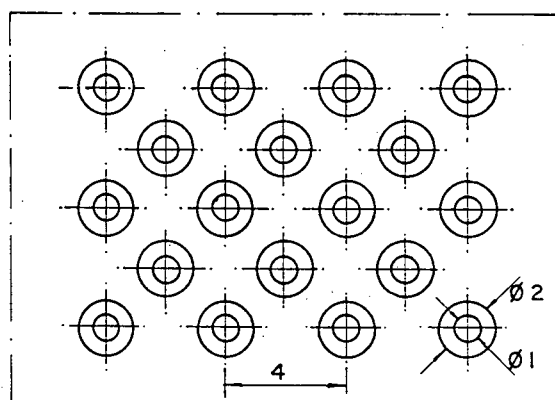
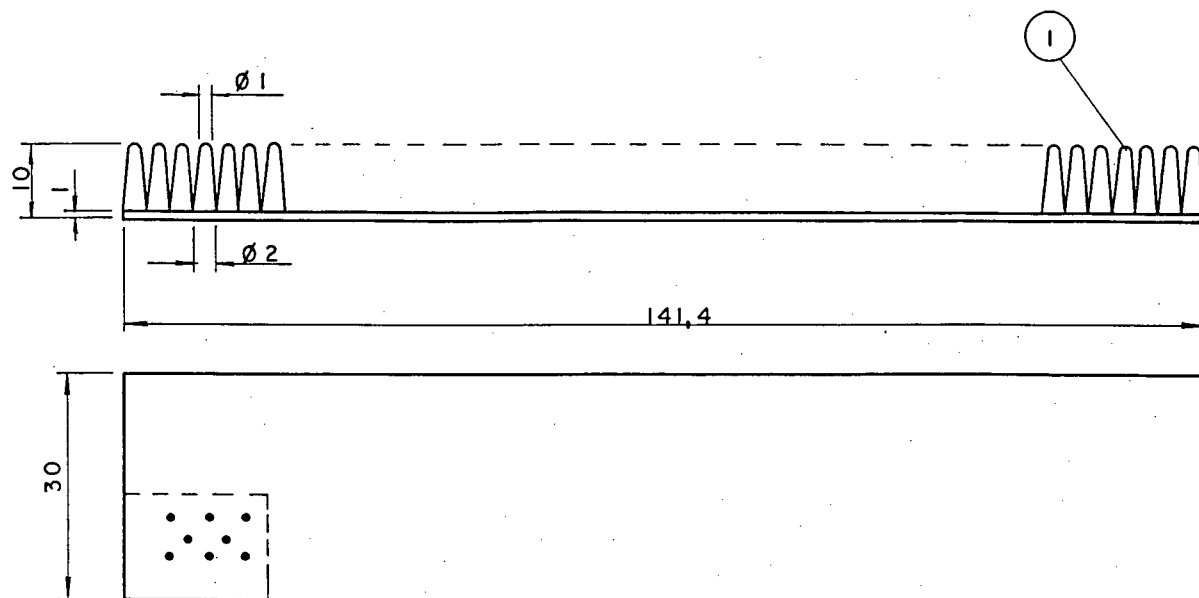
DOSADOR DE SEMENTES





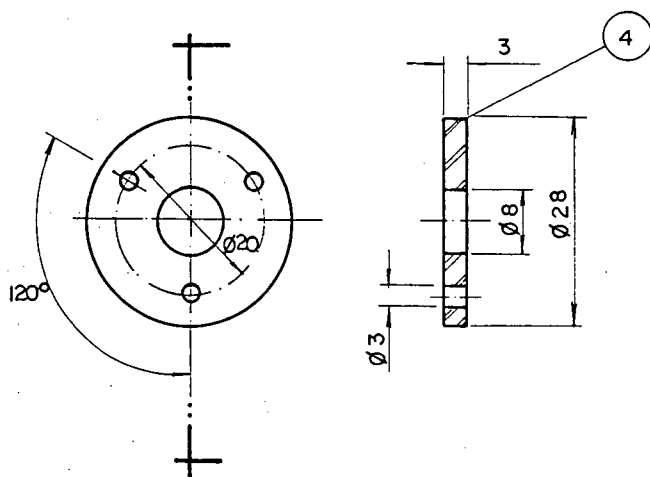
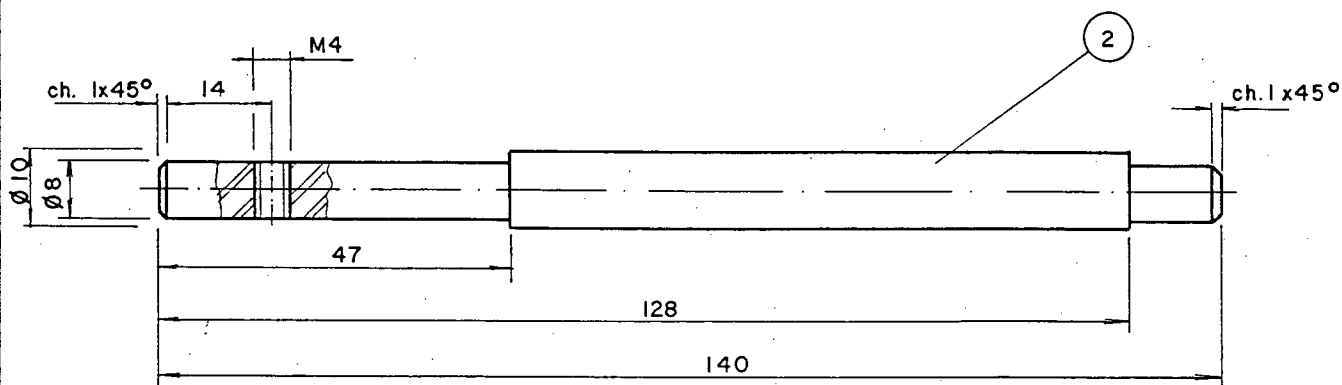
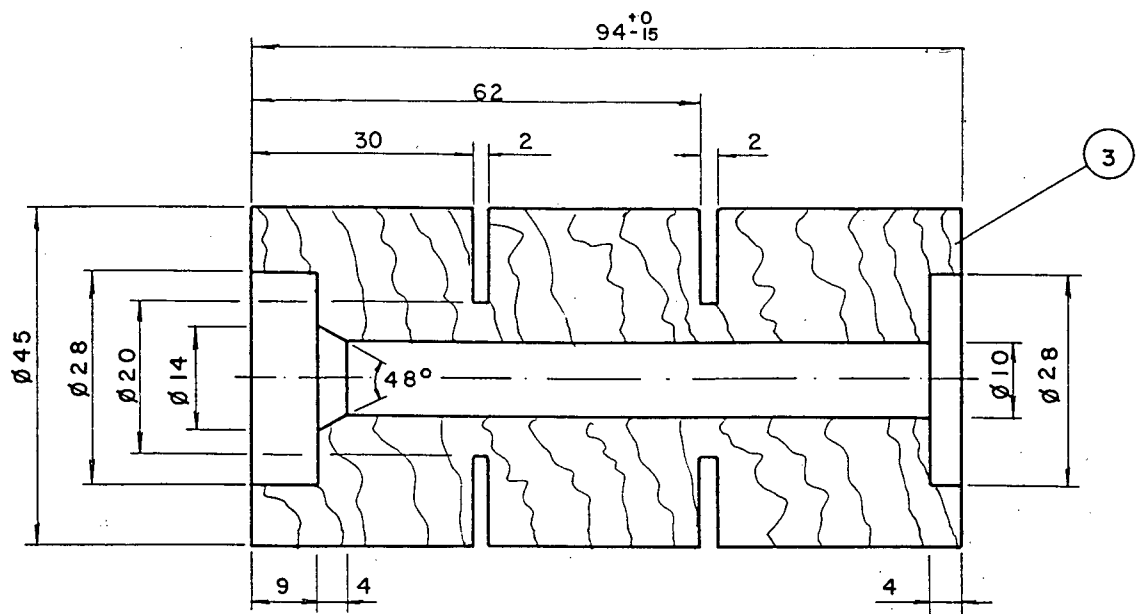
5	Parafuso Cab.Chata c/ Rosca Soberba	03		
4	Disco de Fixação	01	Aço ABNT1020	Ver Des.11.R.1.2
3	Rolete Base	01	Madeira	Ver Des.11.R.1.2
2	Eixo	01	Aço ABNT1020	Ver Des.11.R.1.2
1	Cerdas da Escova	03	Plástico	Ver Des.11.R.1.1
11.R	Escova Raspadora	01		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	11.R.1
		DATA	28/03/89	SUBS.POR	
	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:1	APROV.	



obs: escala 5:1

1	Cerdas da Escova	03	Plástico		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	11.R.11
		DATA	21/03/89	SUBS.POR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	21/03/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:1	APROV.	



4	Disco de Fixação	01	Aço ABNT1020	
3	Rolete Base	01	Madeira	
2	Eixo	01	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

UFSC

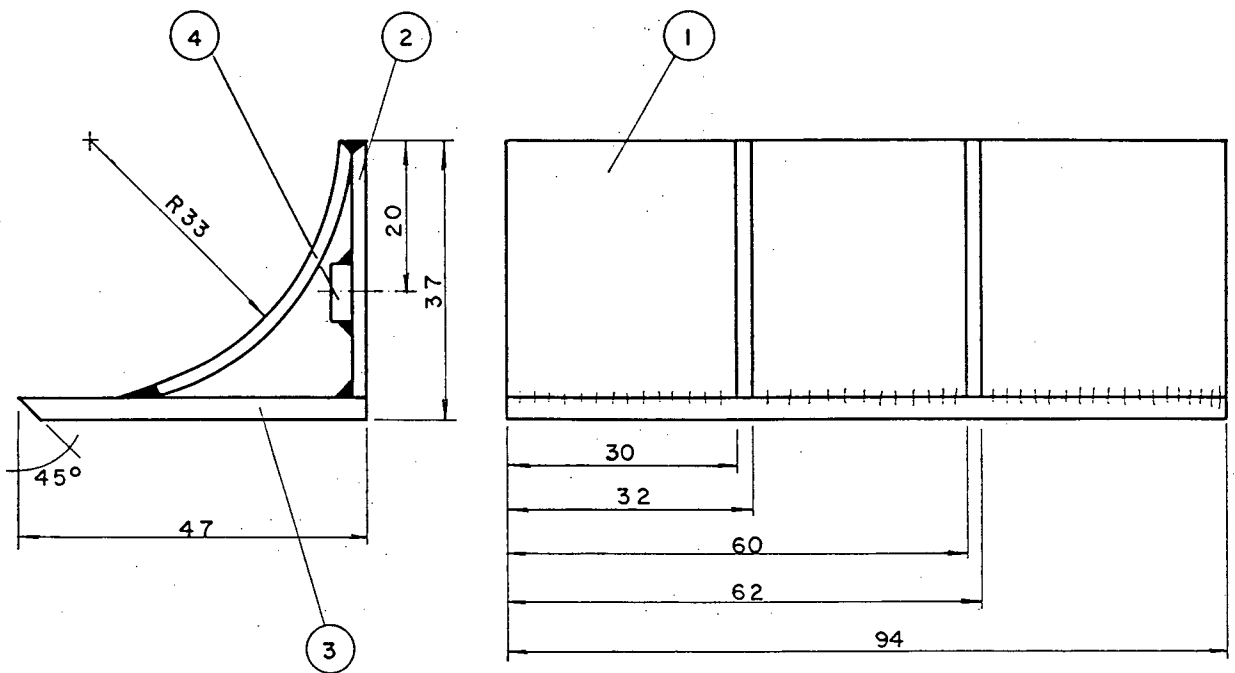
ENGENHARIA MECANICA  
LABORATORIO DE PROJETO

NOME	André	DES N°	11.R.1.2
DATA	21/03/89	SUBS.POR	
VISTO		EM SUBS.DE	
DATA	21/03/89	UNIDADE	mm
ESCALA	APROV.		
11			

LP

DOSADOR DE SEMENTES





4	Porca de Fixação da Base	02		M4 X 0,7
3	Chapa Inferior	01	Aço ABNT1020	Ver Des.15.C.1.1
2	Chapa Lateral	01	Aço ABNT1020	Ver Des.15.C.1.1
1	Chapa de Deslizamento	03	Aço ABNT1020	Ver Des.15.C.1.1
15.R	Base da Escova	01	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

UFSC

ENGENHARIA MECANICA  
LABORATORIO DE PROJETO

NOME André DES N° 15.R.1

DATA 10/05/89 SUBS.PDR

VISTO EM SUBS.DE

DATA 10/05/89 UNIDADE mm

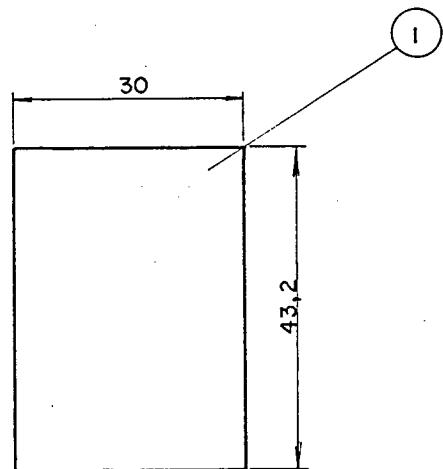
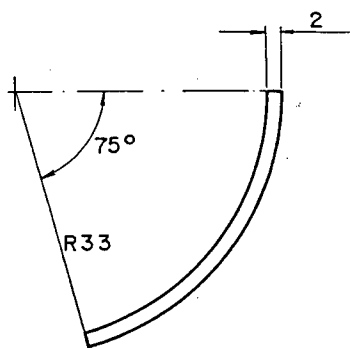
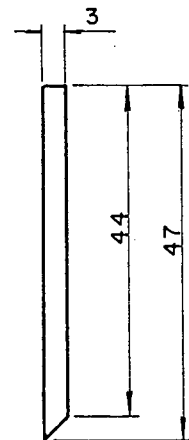
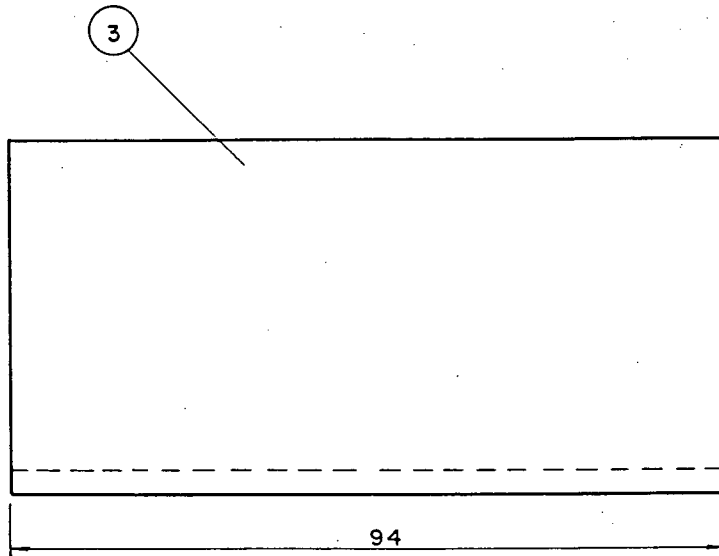
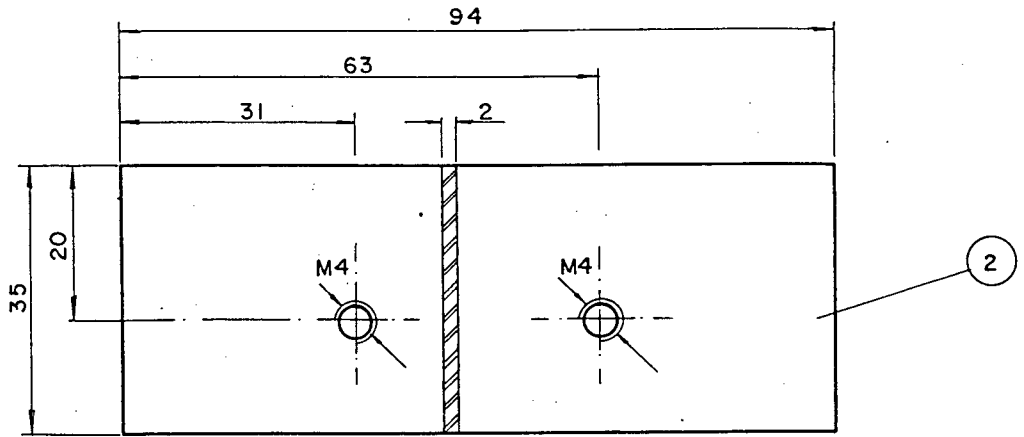
ESCALA 1:1 APROV.

1:1

**LP**

DOSADOR DE SEMENTES





3	Chapa Inferior	01	Aço ABNT1020	
2	Chapa Lateral	01	Aço ABNT1020	
1	Chapa de Deslizamento	03	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

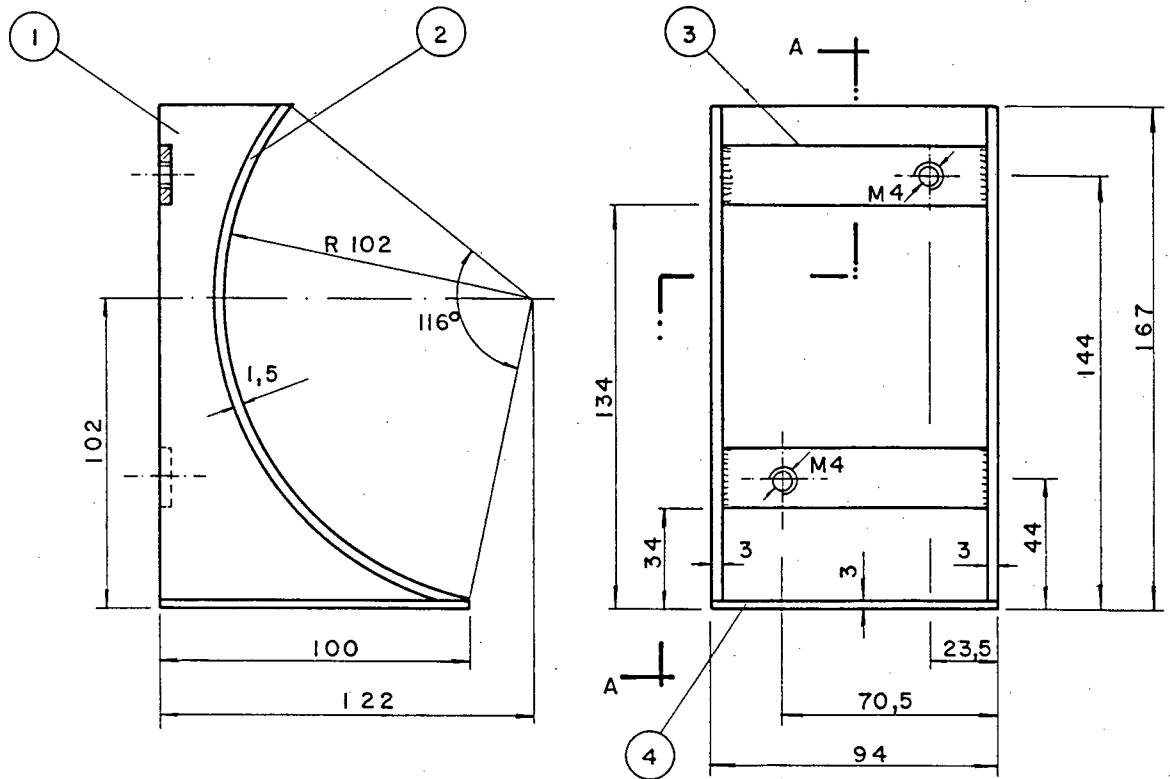
UFSC

ENGENHARIA MECANICA  
LABORATORIO DE PROJETO

NOME	André	DES N°	15.R.1.1
DATA	10/05/89	SUBS.POR	
VISTO		EM SUBS.DE	
DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
ESCALA	APROV.		
	1:1		

**LP**

DOSADOR DE SEMENTES



4	Base da Pista	01	Aço ABNT1020	Ver Des.17.C.1.1
3	Chapas de Fixação	02	Aço ABNT1020	Ver Des.17.C.1.1
2	Chapa de Deslizamento	01	Aço ABNT1020	Ver Des.17.C.1.1
1	Chapa Lateral	02	Aço ABNT1020	Ver Des.17.C.1.1
17.C	Pista de Deslizamento	01	Aço ABNT1020	Ver Des.17.C.1.1
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

UFSC

ENGENHARIA MECANICA  
LABORATORIO DE PROJETO

NOME Renato DES N° 17.C.1

DATA 25/01/89 SUBS.PDR

VISTO EM SUBS.DE

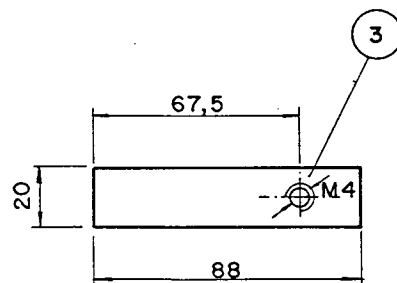
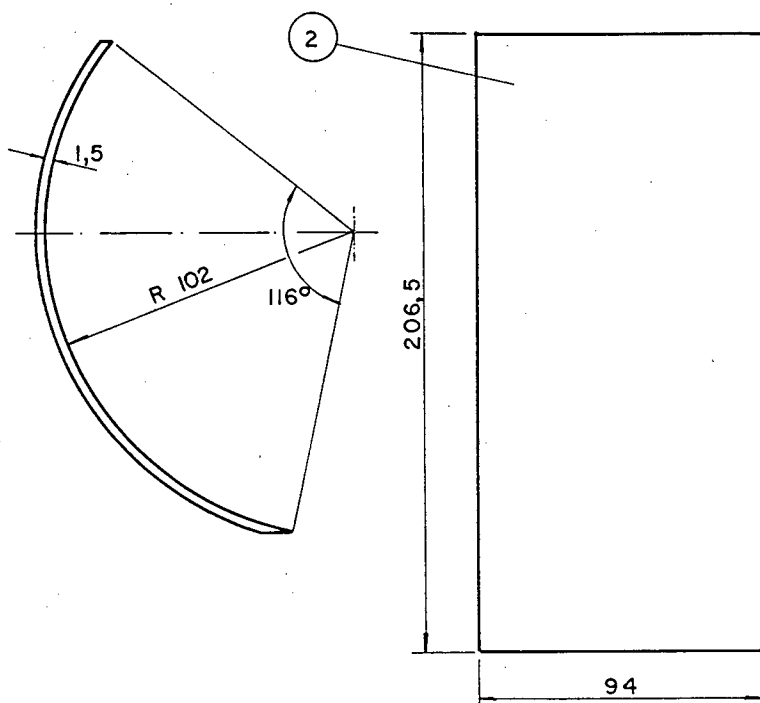
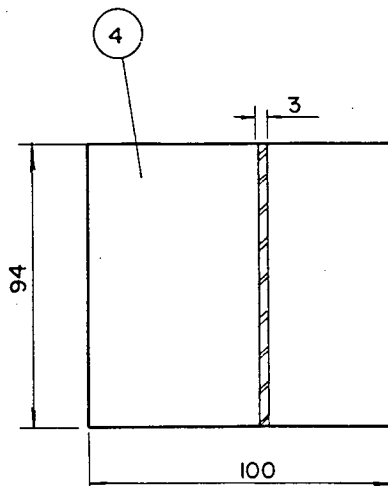
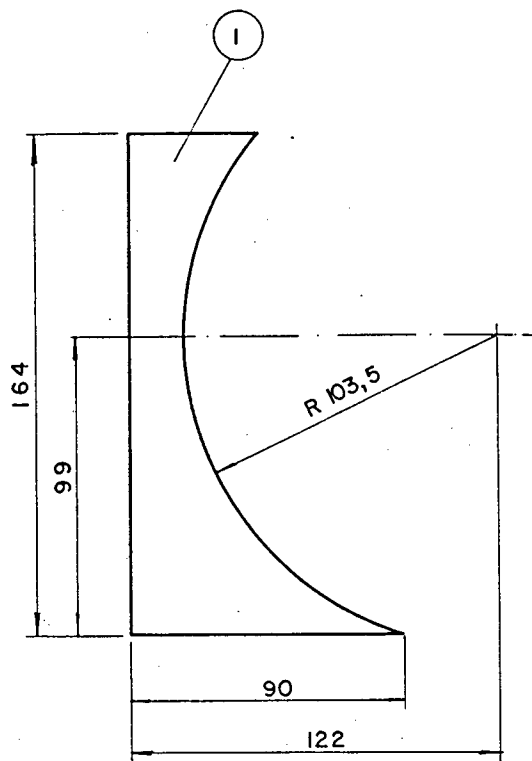
DATA 10/05/89 UNIDADE MM

ESCALA 1:2,5  
APROV.



**LP**

DOSADOR DE SEMENTES



PEÇA	DENOMINACAO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
4	Base da Pista	01	Aço ABNT1020	Espessura = 3
3	Chapas de Fixação	02	Aço ABNT1020	Espessura = 3
2	Chapa de Deslizamento	01	Aço ABNT1020	Espessura = 1,5
1	Chapa Lateral	02	Aço ABNT1020	Espessura = 3

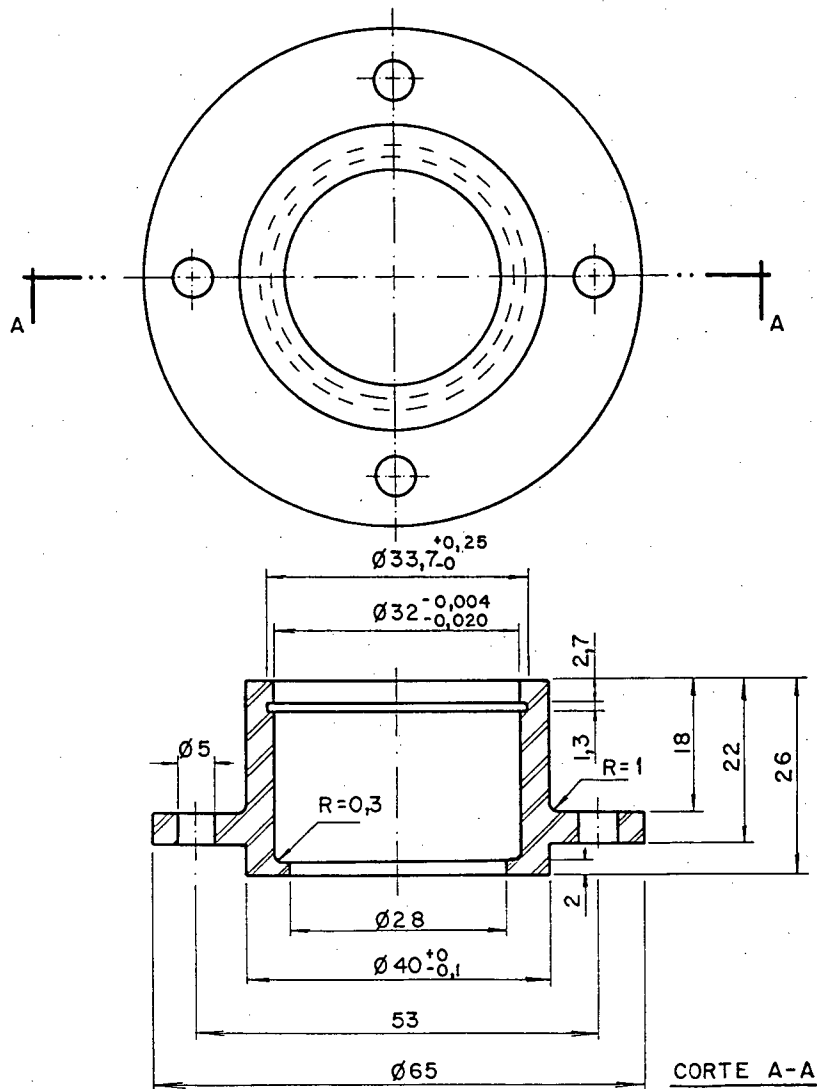
UFSC

ENGENHARIA MECANICA  
LABORATORIO DE PROJETO

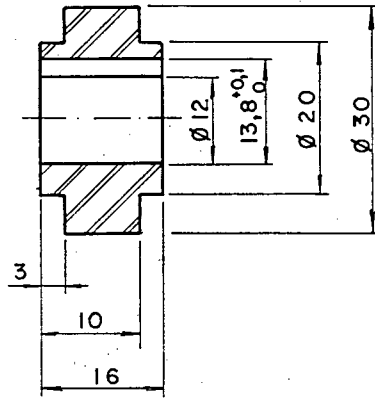
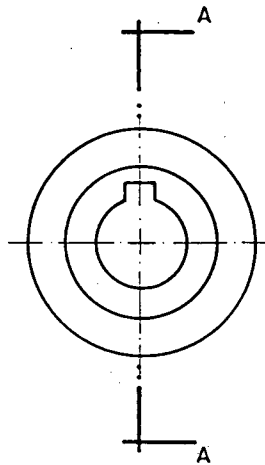
NOME	Renato	DES N°	17.C.1.1
DATA	25/01/89	SUBS.POR	
VISTO		EM SUBS.DE	
DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
ESCALA	1:2,5	APROV.	

**LP**

DOSADOR DE SEMENTES

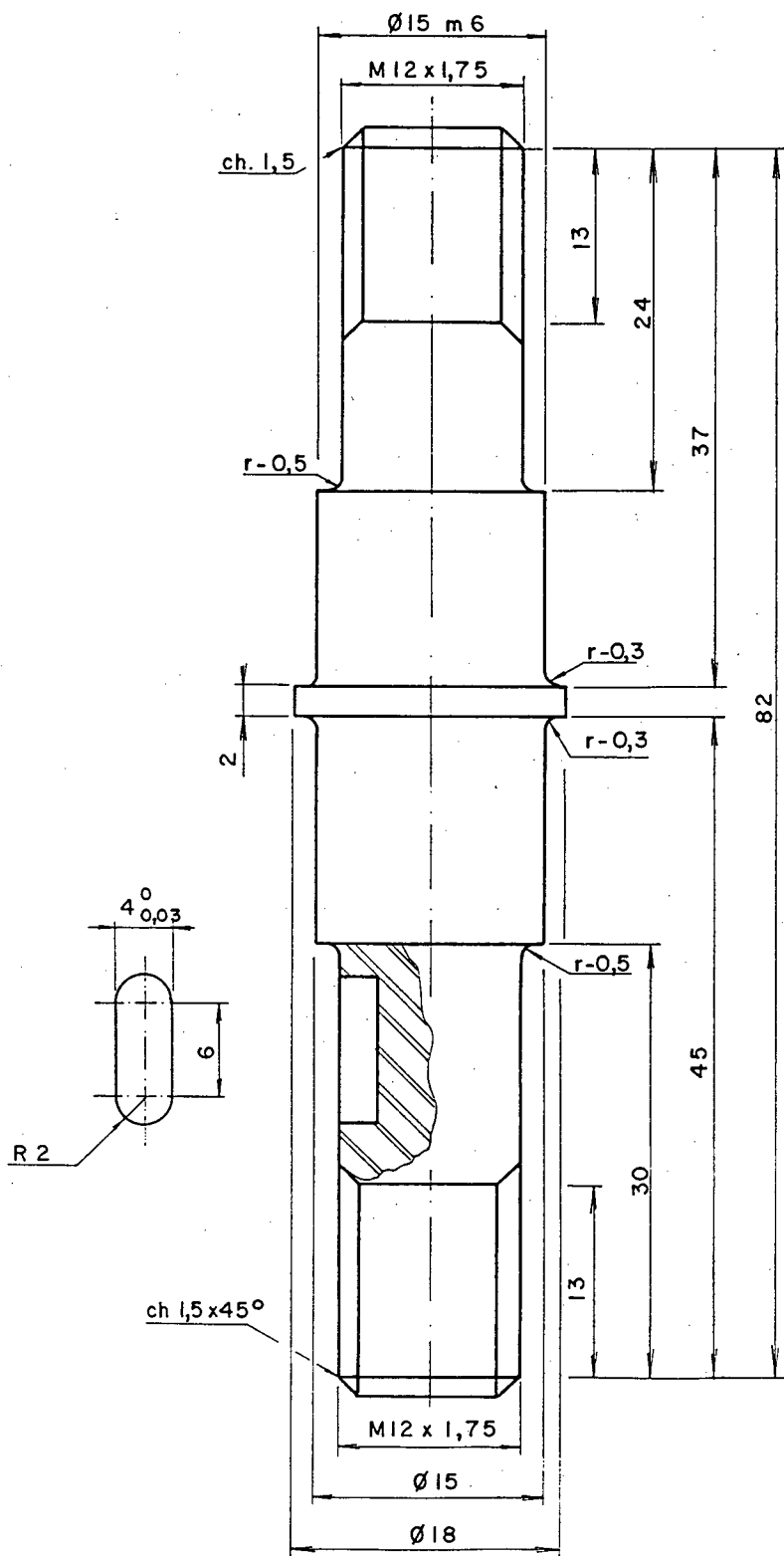


19.F	Flange	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	Renato	DES N°	19.F.1
		DATA	10/05/89	SUBS.PDR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:1	APROV.	

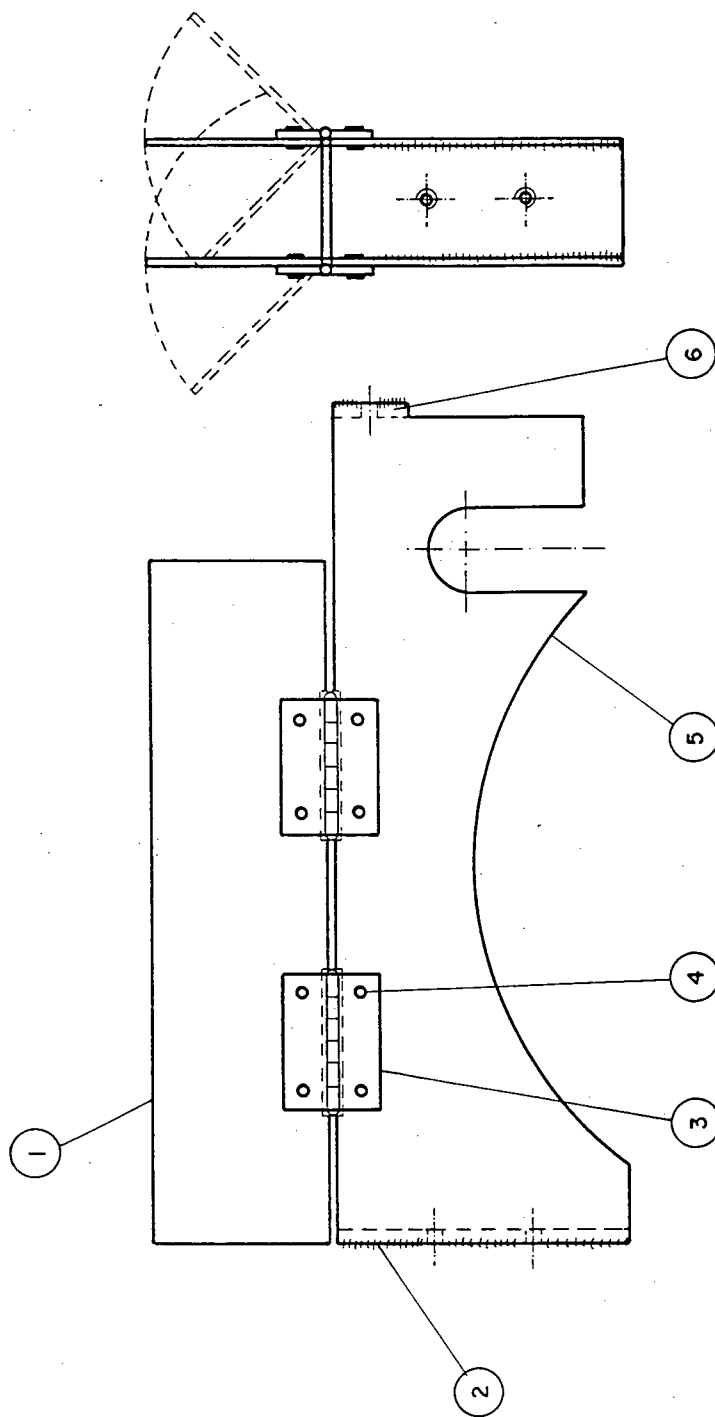


CORTE A-A

20.F	Cubo das Rodas Dentadas	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	20.F.1
		DATA	10/05/89	SUBS.POR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		
		1:1			



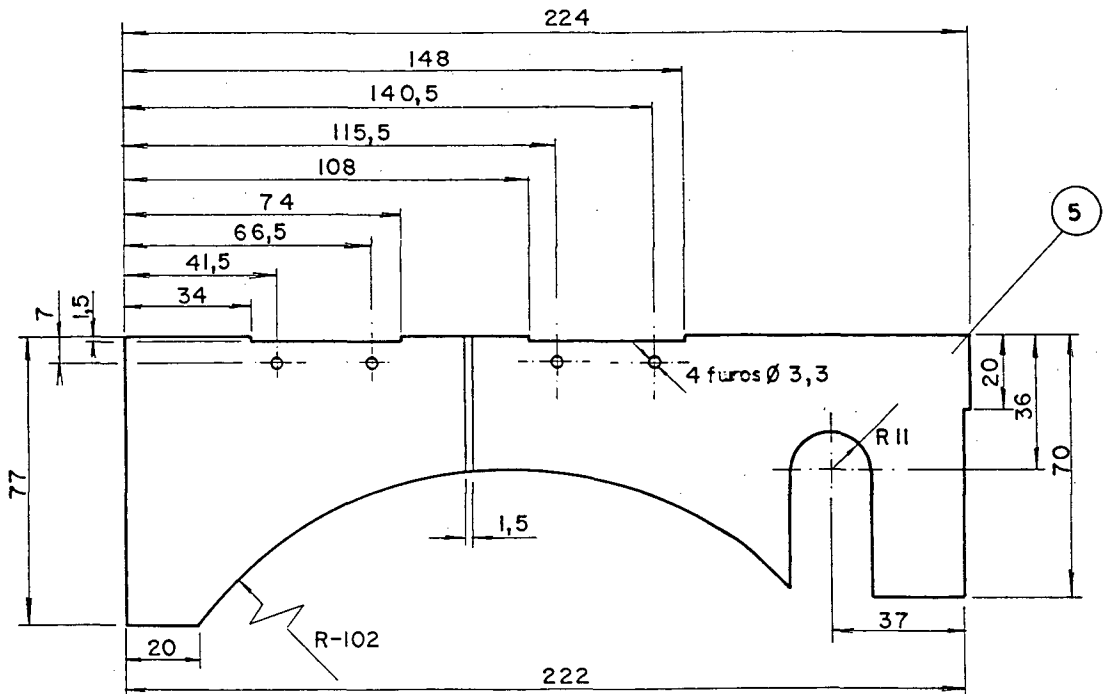
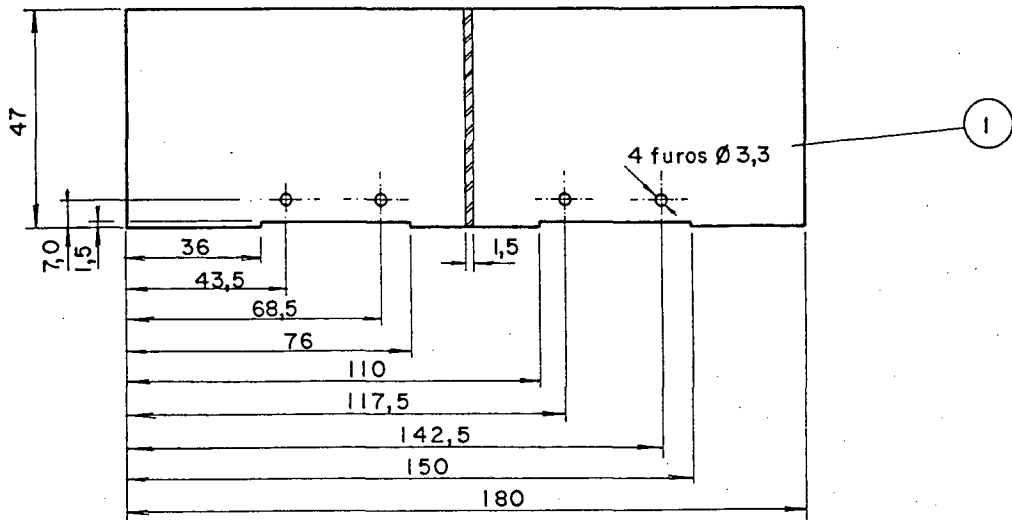
23.F	Eixo do Tambor	01	Aço ABNT1045		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
<b>UFSC</b> ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	DOSADOR DE SEMENTES	NOME	Gustavo	DES N°	23.F.1
		DATA	15/06/88	SUBS.POR	
		VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	15/06/88	UNIDADE	mm
<b>LP</b>		ESCALA	APROV.		
		2:1			



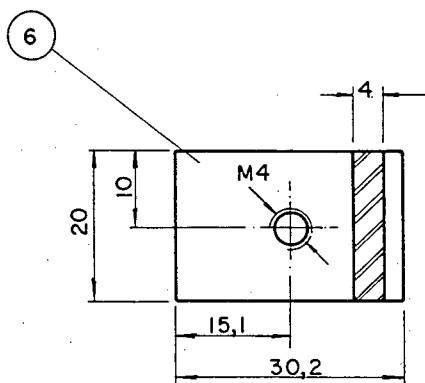
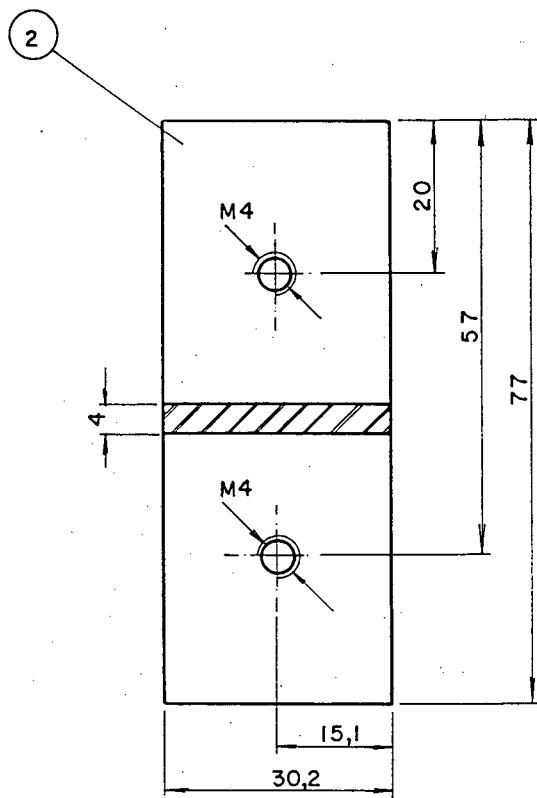
6	Chapa de Fixação Direita	01	Aço ABNT1020	Ver Des.27.S.1.2
5	Laterais do Separador	02	Aço ABNT1020	Ver Des.27.S.1.1
4	Rebites Tipo 'POP'	16	Alumínio	$\phi = 4$
3	Dobradiça	04		
2	Chapa de Fixação Esquerda	01	Aço ABNT1020	Ver Des.27.S.1.2
1	Chapas de Regulagem	02	Aço ABNT1020	Ver Des.27.S.1.1
27.S	Separador de Sementes	01	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	Renato	DES N°	27.S.1
		DATA	30/03/89	SUBS.POR.	
Lp	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	30/03/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	12	APROV.	

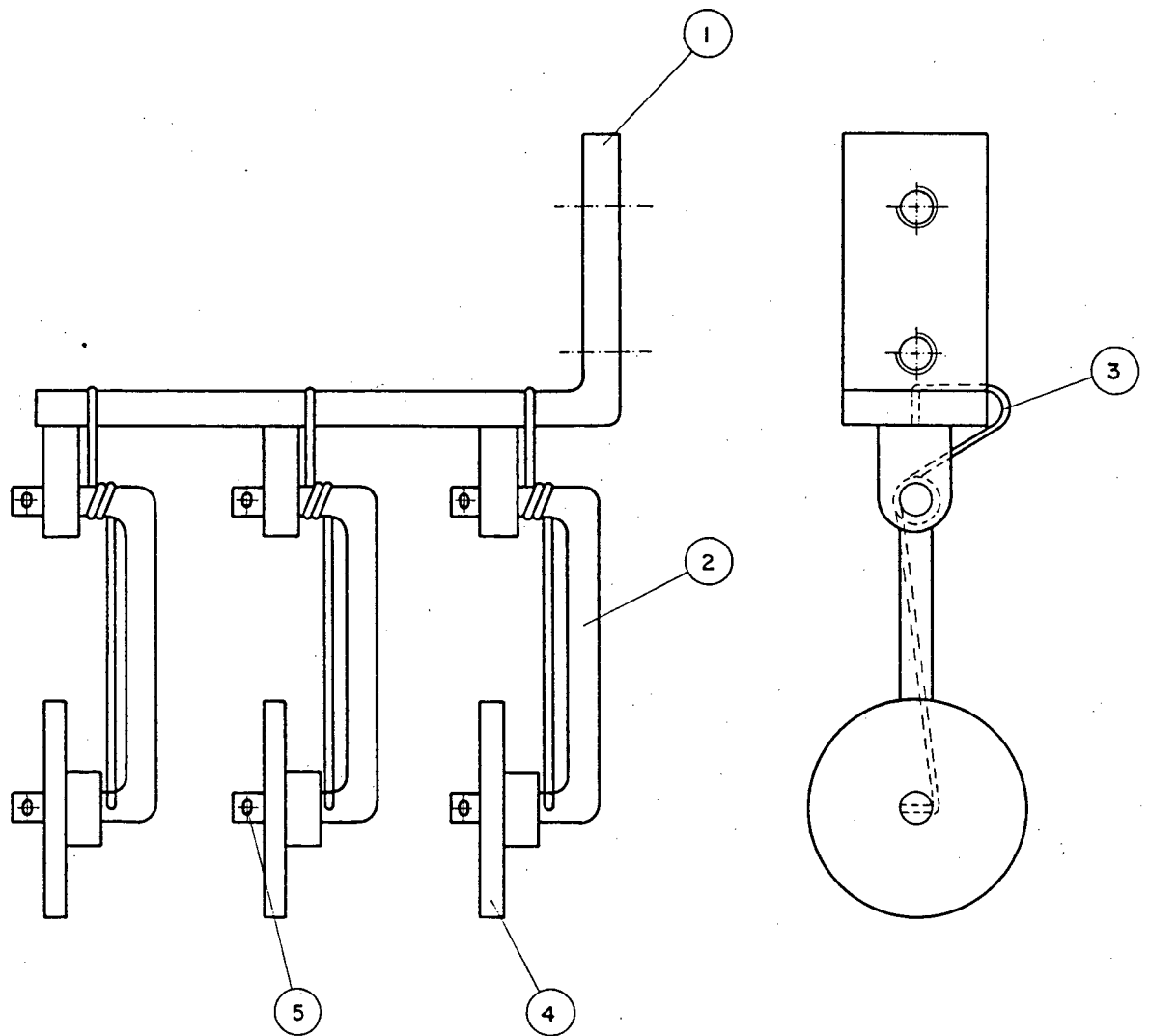




5	Laterais do Separador	02	Aço ABNT1020		
1	Chapas de Regulagem	02	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	27.S.1.1
		DATA	10/05/89	SUBS.PDR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:2	APROV.	



6	Chapa de Fixação Direita	01	Aço ABNT1020		
2	Chapa de Fixação Esquerda	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINACAO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	27.S.12
		DATA	10/05/89	SUBS.POR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	1:1	APROV.	



5	Contra - Pinos	06	Aço	$\phi = 1,2$
4	Rolete Ejetor	03	Nylon	Ver Des.28.E.1.3
3	Mola de Torção	03	Aço Mola	Ver Des.28.E.1.2
2	Braço do Rolete Ejetor	03	Aço	Ver Des.28.E.1.1
1	Suporte de Fixação do Ejetor	01	Aço ABNT1020	Ver Des.28.E.1.1
28.E	Ejetor	01	Aço ABNT1020	
PEÇA	DENOMINACAO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO

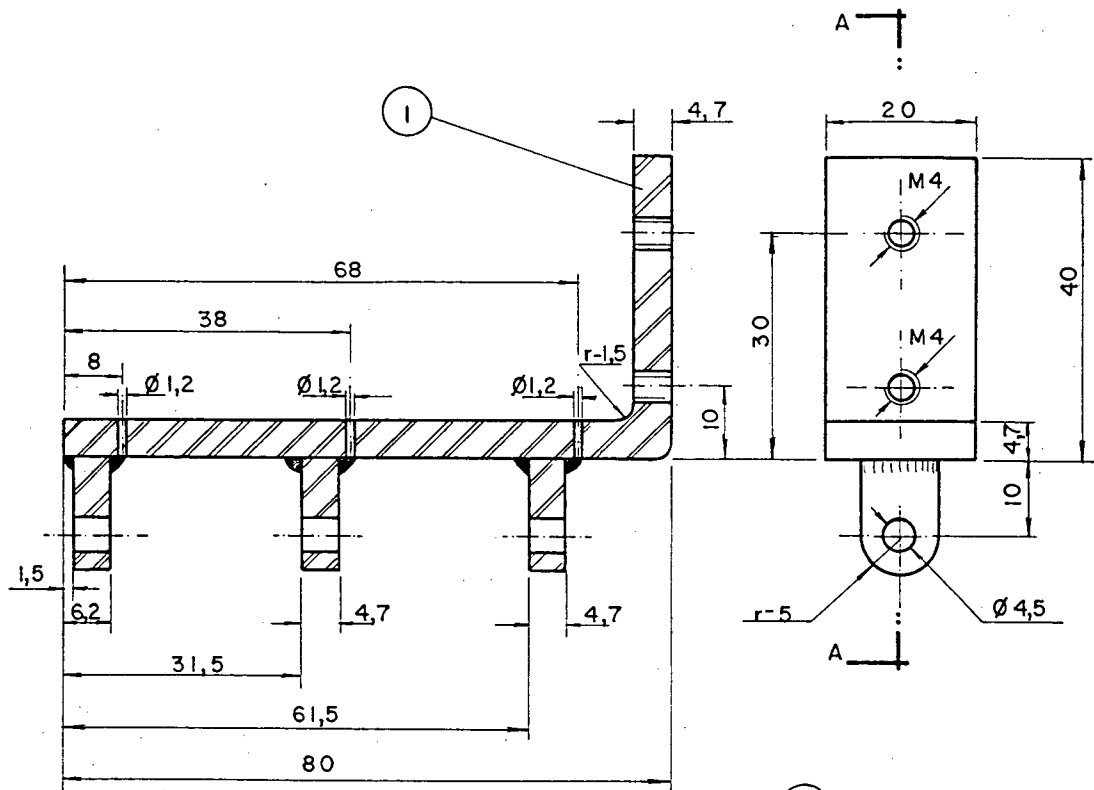
UFSC

ENGENHARIA MECANICA  
LABORATORIO DE PROJETO

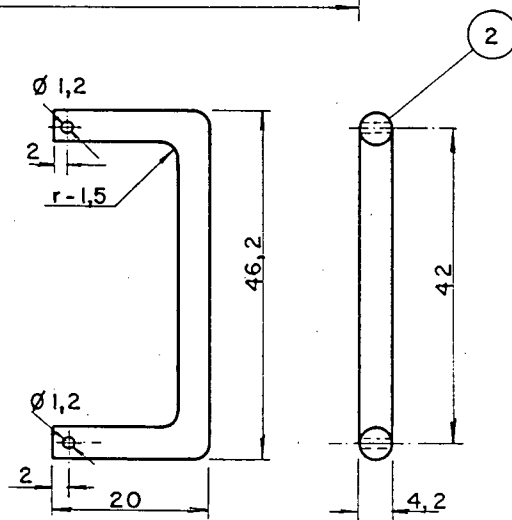
NOME	André	DES N°	28.E.1
DATA	10/05/89	SUBS.POR	
VISTO		EM SUBS.DE	
DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
ESCALA	APROV.		
1:1			

**LP**

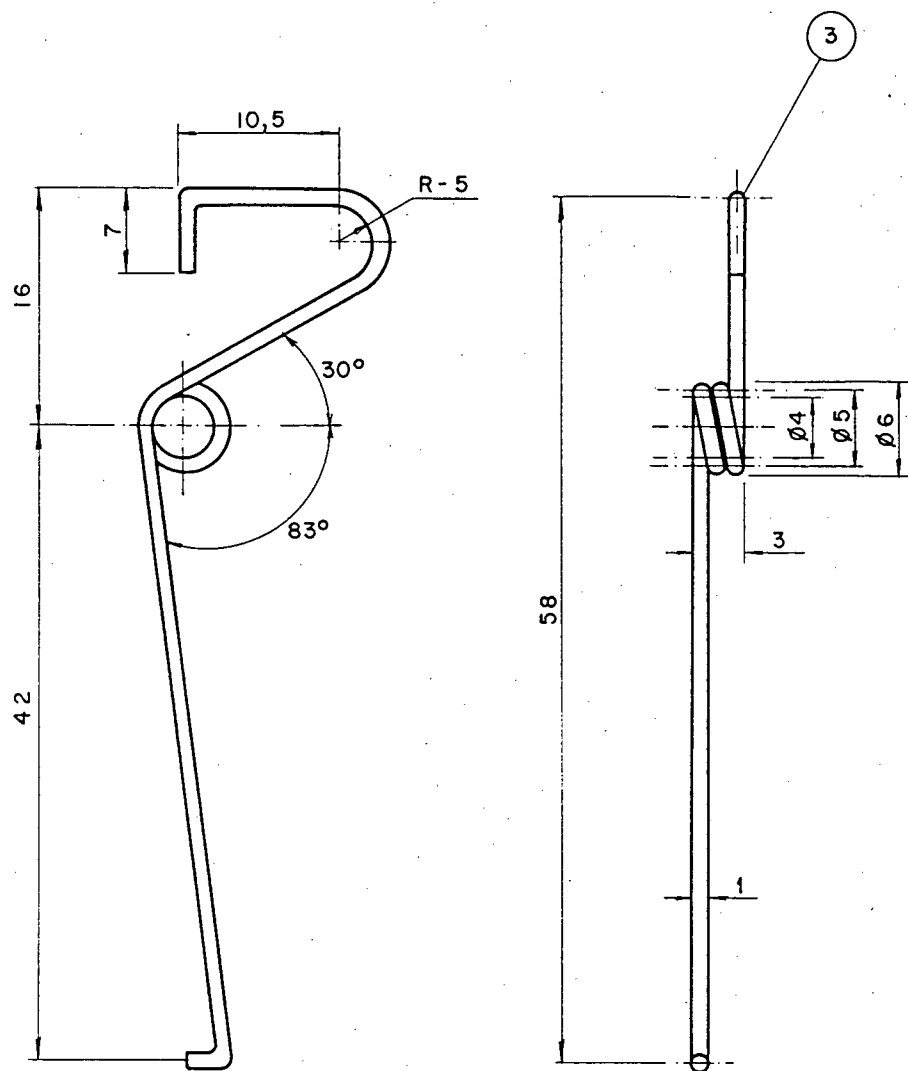
DOSADOR DE SEMENTES



CORTE A-A

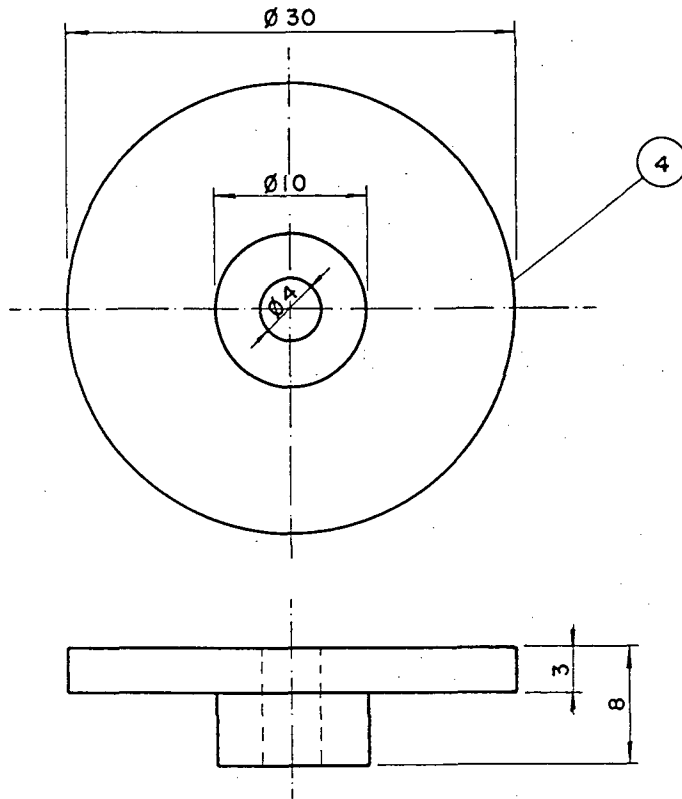


2	Braço do Rolete	03	Aço		
1	Suporte de Fixação do Ejetor	01	Aço ABNT1020		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	Renato	DES N°	28.E.1.1
		DATA	10/05/89	SUBS.POR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		
		1:1			



n = 2 espiras

3	Mola de Torção	03	Aço Mola	Ø Fio = 1,0	
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	André	DES N°	28.E.1.2
		DATA	10/05/89	SUBS.POR	
LP	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	10/05/89	UNIDADE	mm
		ESCALA	APROV.		
		1:1			



4	Rolete Ejetor	03	Nylon		
PEÇA	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UFSC	ENGENHARIA MECANICA LABORATORIO DE PROJETO	NOME	Renato	DES N°	28.E.1.3
		DATA	21/03/88	SUBS.PDR	
Lp	DOSADOR DE SEMENTES	VISTO		EM SUBS.DE	
		DATA	21/03/88	UNIDADE	mm
		ESCALA	2:1	APROV.	