

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE UMA PLANTADORA  
DE MUDAS DE CEBOLA

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

GILSON JOÃO DOS SANTOS


FLORIANÓPOLIS, NOVEMBRO 1987.

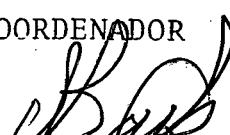
DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE UMA PLANTADORA  
DE MUDAS DE CEBOLA


GILSON JOÃO DOS SANTOS

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


ESPECIALIDADE ENGENHARIA DO PRODUTO E APROVADA EM SUA FORMA FINAL  
PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

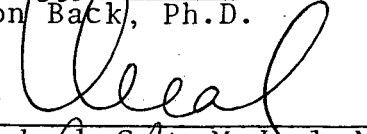
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Ricardo M. Barcia, Ph.D.  
COORDENADOR

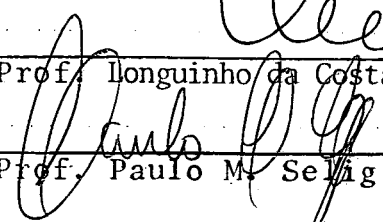
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Nelson Back, Ph.D.  
ORIENTADOR

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Longuinho da Costa M. Leal, Msc.  
CO-ORIENTADOR

APRESENTADA PERANTE A BANCA EXAMINADORA COMPOSTA DOS PROFESSORES:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Nelson Back, Ph.D.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Longuinho da Costa M. Leal, Msc.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Paulo M. Selig, Msc.

Dedico à meus pais e irmãos.

## AGRADECIMENTOS

- Ao prof. Nelson Back pela orientação e colaboração prestada;
- Ao prof. Longuinho da Costa M. Leal pelas sugestões, auxílio e constante incentivo;
- Aos companheiros do Laboratório de Produto e Departamento de Engenharia de Produção pelo auxílio prestado;
- Ao Eng. Biase Faraco Neto e Cesar pela auxílio na fabricação do protótipo;
- A CAPES pelo apoio financeiro;
- A EMPASC pelo apoio nos testes de campo;
- Ao amigo Edmilson Neves Silva pelas sugestões e constante incentivo;
- Ao FINEP pelo apoio financeiro concedido para execução do projeto;
- À UFSC, por tornar possível a realização deste trabalho.



## SUMÁRIO

RESUMO .....	viii
<sup>ANS</sup> BASTRACT .....	ix
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO II - ANÁLISE DE CONCEPÇÃO DE PLANTADORAS .....	5
2.1 - Introdução .....	5
2.2 - Plantadoras de Alimentação Manual .....	6
2.2.1 - Plantadora de Mudanças de Fumo - Tipo Souza Cruz .....	6
2.2.2 - Plantadora de Mudanças com Alimenta- ção por Gravidade .....	8
2.2.3 - Plantadora de Mudanças com Alimenta- ção no Sulco .....	10
2.2.4 - Plantadora de Mudanças Tipo Auto- matriz de Braços Radiais .....	12
2.2.5 - Plantadora de Mudanças Tipo Duplo Dis- co Flexível .....	13
2.3 - Plantadoras de Alimentação Automática .....	15
2.3.1 - Plantadora de Mudanças com Alimenta- ção por Fitas .....	15
2.3.2 - Plantadora de Mudanças com Alimenta- ção por Bobinas .....	18
CAPÍTULO III - PRINCIPAIS PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM O PROJETO DE MÁQUINAS PLANTADORAS .....	21
3.1 - Introdução .....	21
3.2 - Descrição dos Parâmetros .....	21
3.2.1 - Características do Solo .....	22

3.2.2 - Características da Muda .....	25
3.2.3 - Profundidade de Plantio .....	26
3.2.4 - Alimentação da Máquina .....	27
3.2.5 - Plantio .....	28
3.2.6 - Compactação e Aterramento das Mudas .....	28
<b>CAPÍTULO IV - DESENVOLVIMENTO DE CONCEPÇÃO E MODELAGEM .....</b>	<b>29</b>
4.1 - Introdução .....	29
4.2 - Concepção de Mecanismos de Alimentação Automática .....	29
4.2.1 - Alimentação por Bobinas ou Pacotes de Mudas .....	30
4.2.2 - Alimentação por Correias .....	35
4.2.3 - Alimentação por Placas Verticais .....	37
4.3 - Concepção de Mecanismos de Alimentação Manual .....	39
<b>CAPÍTULO V - DESCRIÇÃO DA CONCEPÇÃO DA PLANTADORA DE MUDAS DE CEBOLA .....</b>	<b>46</b>
5.1 - Introdução .....	46
5.2 - Descrição Geral da Concepção .....	46
<b>CAPÍTULO VI - PROJETO PRELIMINAR, PROJETO DETALHADO E CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO .....</b>	<b>53</b>
6.1 - Projeto Preliminar .....	53
6.2 - Projeto Detalhado .....	66
6.3 - Construção e Montagem do Protótipo .....	76
<b>CAPÍTULO VII - FASE DE TESTES E REPROJETO .....</b>	<b>89</b>
7.1 - Primeira Fase de Testes .....	89
7.2 - Fase de Reprojeto .....	92
7.3 - Segunda Série de Testes .....	96

CAPÍTULO VIII - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	101
8.1 - Introdução .....	101
8.2 - Comparação dos Requisitos de Projeto com os Resultados Obtidos .....	101
8.3 - Recomendações para Melhoramento no Pro- tótipo .....	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	106

## RESUMO

O presente trabalho trata do desenvolvimento, construção e teste do protótipo de uma máquina plantadora de mudas de cebola.

Na fase inicial do trabalho foi efetuado um levantamento bibliográfico com o objetivo de identificar e analisar diferentes concepções de máquinas plantadoras e seus respectivos parâmetros com a finalidade de formar base para o dimensionamento e projeto de uma plantadora de mudas de cebola. Com base neste estudo e, ainda, com o auxílio de pessoas ligadas ao setor e contatos com agricultores, foi desenvolvida uma concepção de plantadora de mudas, na qual procurou-se obter uma solução que aglomerasse as funções de adubar e plantar mudas, e ser de fácil manutenção e fabricação e baixo custo.

No trabalho, além do desenvolvimento da concepção tem-se, também, descritas a fase de modelagem, projeto preliminar, detalhado, a construção e montagem do protótipo e os testes de desempenho realizados.

## ABSTRACT

The present paper deals with the development, construction, and testing of a prototype of an onion seedling planter.

A bibliographic research has been done during the first stages of this project. Its goal was to identify and analyze the existing concepts of planters and their respective parameters in order to create a basis for the dimensioning and design of an onion seedling planter. A planter concept has been developed based on this study, on contacts with farmers, and with the help of people in the field. The solution aimed at incorporating fertilizing and planting functions as well as easy of maintenance and manufacture, and low cost.

Besides the development of the concept, this paper contains a description of the mockup phase, detailed preliminary project, the construction and assembly of the prototype, and the performance tests that have been done.

## C A P Í T U L O I

### INTRODUÇÃO

A cebola é a terceira hortaliça em importância no Brasil, sendo superada apenas pela batata e pelo tomate.

As regiões produtoras de cebola caracterizam-se por uma estrutura fundiária onde predomina a pequena propriedade de exploração familiar estando localizadas em áreas com topografia bastante variada. O seu cultivo absorve grande volume de mão-de-obra durante todas as fases, desde o preparo da sementeira até a armazenagem dos bulbos. A cebola exerce, também, importante papel na substituição de importações brasileiras e estaduais e na ocupação de mão-de-obra durante o inverno.

Os fatores técnicos responsáveis pela produtividade e qualidade da cebola estão sendo divulgados e transferidos aos cebolicultores pelos órgãos responsáveis pelo setor. A absorção de tecnologia, por parte dos agricultores, vem ocorrendo de forma bastante acelerada, o que, de maneira geral, tem proporcionado aumento da produtividade, com maior rendimento por hectare plantado e bulbos de tamanho mais uniforme, com melhores características de mercado.

Santa Catarina se destaca no cenário nacional como terceiro produtor de cebola, contribuindo com 23% da produção Brasileira na safra 84/85. A área cultivada no Estado, neste período, foi de aproximadamente 14.500 ha, concentrada principalmente nas microregiões colonial do Alto Vale do Itajaí e Colonial Serrana

Catarinense [1]. O número de produtores envolvidos com cebola, atualmente no Estado, é de cerca de 8.000, com área média plantada de 1,5 hectares por propriedade agrícola [1].

A produção da cebola em Santa Catarina atingiu 148.000 toneladas, na safra 84/85, com rendimento em torno de 10.200 kg/ha [1]. Apesar disso, existe uma série de problemas relacionados a esta cultura, como comercialização defeituosa, desorganização da produção, abastecimento irregular, ausência de mecanização, etc.

× O plantio das mudas de cebola é feito manualmente pelos agricultores que, em uma das mãos, armazenam as mudas a serem plantadas e, com a outra, vão depositando-as no solo, em sulcos previamente abertos. Geralmente, o plantio envolve todos os membros da família, porém, nas épocas coincidentes com outras culturas, principalmente a do fumo, há necessidade de contratação de serviços de terceiros, fazendo com que, em muitos casos, a mão-de-obra seja o fator determinante da área total a ser cultivada.

De acordo com levantamentos realizados nas regiões produtoras, são necessários 56 dias para um homem plantar um hectare de mudas, em 8 horas de trabalho por dia. Cada hectare agrupa cerca de 330.000 mudas, considerando um espaçamento de 7,5 cm entre mudas e 40 cm entre linhas [1].

A proposta do presente trabalho é desenvolver um equipamento a ser acoplado em microtratores e que, mantendo os mesmos espaçamentos e utilizando dois alimentadores de mudas e um operador para o trator, permitir o plantio de 6.000 mudas/hora. Isto representará cerca de 5,5 dias de trabalho para o plantio de um hectare, com 3 operadores, o que significa uma redução de 70%

da mão-de-obra utilizada.

Como citado acima, foi previsto um microtrator para a tração da máquina porque a grande maioria das propriedades produtoras são de pequeno porte e possuem este tipo de unidade motora.

Em vista disto, a concepção a ser desenvolvida deverá atender aos requisitos de projeto abaixo relacionados:

- garantir espaçamento de plantio de 7,5 cm entre mudas e 40 cm entre linhas;
- permitir um plantio de 3 a 4 cm de profundidade;
- realizar simultaneamente as operações de abrir sulco, adubar, plantar e fechar sulco;
- ser acionada por micro-trator;
- apresentar baixo peso;
- ser robusta e resistente;
- ser de fácil transporte;
- apresentar pequeno número de peças móveis;
- ser de fácil manutenção;
- não necessitar de mão-de-obra especializada para reparo na máquina;
- resultar de baixo custo;
- garantir condições de segurança e ergonomia.

Baseados nestes requisitos, desenvolveu-se o protótipo de uma plantadora de mudas de cebola, cujo desenvolvimento encontra-se descrito no presente trabalho.

Assim, tem-se no capítulo 2 a descrição de diversas concepções de máquinas plantadoras de mudas encontradas na



literatura técnica, que foram estudadas com o objetivo de identificar soluções e/ou mecanismos que pudessem ser utilizados e adaptados para atender aos requisitos anteriores. No capítulo 3, são analisadas as características das mudas de cebola a serem plantadas e do solo, bem como, os parâmetros de projeto e de operação da máquina. O capítulo 4 trata da descrição das alternativas de solução desenvolvidas e da avaliação das mesmas, tendo por objetivo a seleção da melhor solução. No capítulo 5, faz-se uma descrição da concepção escolhida e do seu princípio de funcionamento. Os projetos preliminares e detalhados, bem como, a construção do protótipo estão descritos no capítulo 6. Nos dois últimos capítulos 7 e 8, são apresentados os resultados de testes de campo e feitas sugestões para modificações e desenvolvimentos futuros.

## C A P Í T U L O   I I

### ANÁLISE DE CONCEPÇÕES DE PLANTADORAS

#### 2.1. Introdução

No presente capítulo, serão analisadas várias concepções de máquinas plantadoras de médio e pequeno porte encontradas na literatura, principalmente em patentes levantadas junto ao INPI e em catálogos de fabricantes. As informações colhidas servirão de base para a definição da concepção mais apropriada à máquina proposta e determinação dos vários parâmetros que irão influenciar o seu projeto.

O princípio de funcionamento das concepções existentes caracterizam-se por dois tipos diferentes de alimentação: manual e automática.

Nas máquinas ditas de alimentação manual, o dispositivo plantador é alimentado manualmente por um operador, enquanto que as máquinas de alimentação automática devem dispor de um mecanismo de individualização e alimentação do dispositivo plantador de forma automática.

A maioria das concepções de máquinas plantadoras levantadas, tanto de alimentação manual como de alimentação automática, não são automotrizes e sim acopladas à barra de tração ou ao engate de três pontos do trator.

A seguir, serão descritas várias máquinas típicas de cada forma de alimentação citada.

## 2.2. Plantadoras de Alimentação Manual

### 2.2.1. Plantadora de Mudanças de Fumo - Tipo Souza Cruz

É uma concepção desenvolvida para o plantio do fumo, que permite simultaneamente a adubação, o plantio no espaçamento mínimo de 40 cm e a adição de água para facilitar a pega da muda. A figura 2.1 mostra a concepção em questão.

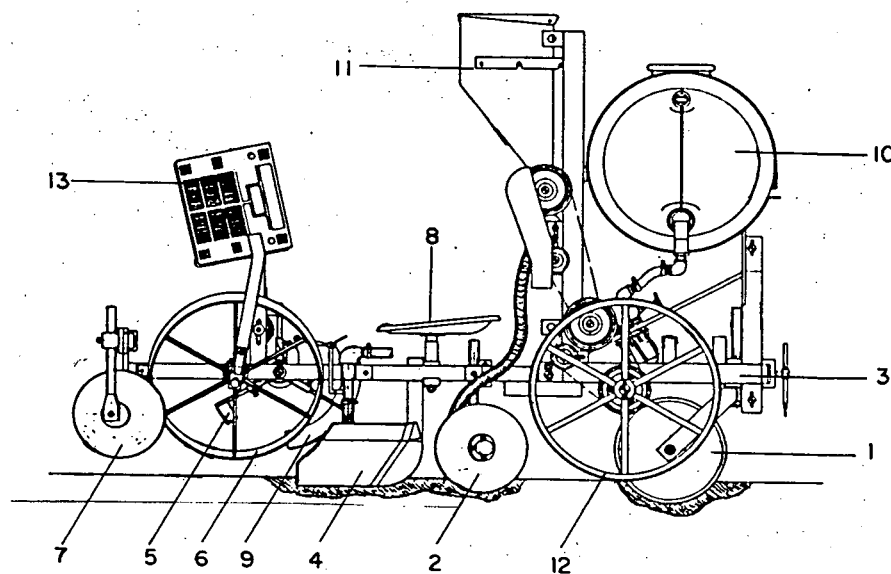


Fig. 2.1 - Máquina plantadora tipo Souza Cruz [2].

É composta de um disco de corte (1), cuja função é evitar que restos de culturas aglomerem-se na frente do sulcador, prejudicando o desempenho da máquina.

Na sequência, aparecem os discos de adubação (2) que abrem o sulco para o depósito do adubo, numa profundidade de 10 cm. Estes discos estão acoplados na estrutura (3) da plantadora. Logo atrás deles, localiza-se o sulcador (4) que abre o sulco para as mudas. É provido de duas regulagens, profundidade e deslocamento longitudinal. A profundidade deverá ser aumentada quando a muda resultar plantada muito superficialmente ou mal compactada, e deverá ser reduzida se a muda ficar muito aterrada, o que pode ocorrer com solo seco ou mudas de menor comprimento.

O deslocamento longitudinal do sulcador deverá ser feito para trás, se a muda ficar inclinada para trás, ou para frente, no caso da muda ficar inclinada para frente.

Uma vez colocada a muda no sulco, através do conjunto de braços plantadores (5), o solo no entorno das mudas é compactado através de duas rodas compactadoras (6), uma de cada lado da linha de plantio. Estas rodas compactadoras estão inclinadas em relação à vertical de  $15^{\circ}$ , de modo a facilitar a aterragem e compactação das mudas no solo.

Na parte posterior da plantadora, estão conectados dois discos de aterragem (7), que tem a função de aumentar a aterragem das mudas, bem como, cobrir o rastro deixado pelas rodas compactadoras. Estes discos apresentam duas regulagens, uma da sua profundidade e outra da sua distância lateral em relação à linha de plantio.

Nesta máquina, as mudas são alimentadas por dois operadores sentados nas bancadas (8), que as colocam manualmente em três braços plantadores (5) do mecanismo plantador. Esses braços dispõem de garras nas suas extremidades, que, na posição de alimentação se encontram abertas; em seguida, através de guias (9), as garras são fechadas para a fixação das mudas até a sua liberação no sulco. Os braços plantadores são acionados, através de corrente, pelas rodas compactadoras.

Na parte anterior da máquina, tem-se o tambor de água (10) e o depósito de adubo (11). Tanto o mecanismo de dosagem da adubação como de fornecimento de água, são acionados, através de correntes, a partir das rodas de sustentação (12).

As mudas de fumo são armazenadas nas caixas (13) e são plantadas com espaçamento de 50 cm. Para espaçamentos maiores, é possível a alteração de três para dois braços.

O fornecimento de água além de ser necessário para o crescimento inicial das mudas, favorece o processo de plantio evitando-se esperar por dias chuvosos para iniciar o seu transplante.

A capacidade da plantadora Souza Cruz é de 2000 mudas/hora, pesa cerca de 280 kg, tem 1350 mm de largura, 2130 mm de comprimento e 1540 mm de altura.

### 2.2.2. Plantadora de Mudas com Alimentação por Gravidade

Esta concepção, conforme figura 2.2, é acionada por um motor de combustão interna (1) localizado sobre uma base (2),

sustentada pelas rodas de tração (3), localizado na parte anterior da máquina.

Possui dois tubos estruturais (4), os quais em sua extremidade superior apresentam as pegas (5), onde o operador conduz e equilibra a máquina.

O princípio de funcionamento desta plantadora é muito simples; as mudas, armazenadas na caixa (6), são depositadas manualmente pelo operador na calha (7), em forma de "V". As mudas escorregam, por gravidade, sobre a calha inclinada, até alcançarem o sulco previamente aberto pelo sulcador (8), de formato "U", onde são fixadas e aterradas pelas lâminas (9), apoiadas no suporte (10). Ao final de cada operação tem-se as mudas plantadas (11), com espaçamentos relativamente grande, regulado pela agilidade e prática do operador.

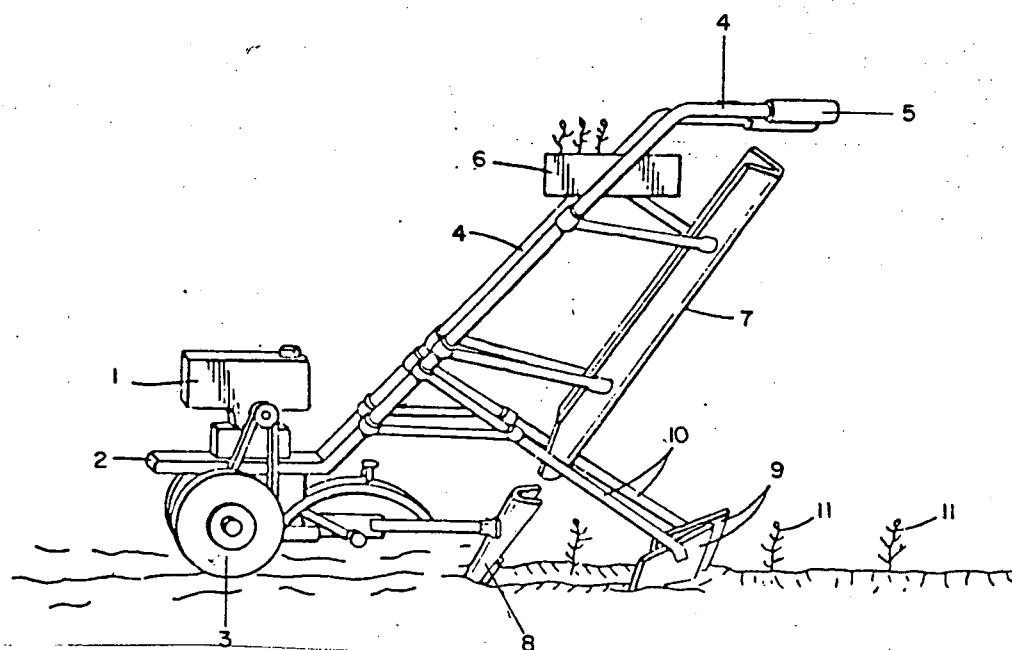


Fig. 2.2 - Concepção do tipo de alimentação por gravidade [3].

### 2.2.3. Plantadora de Mudas com Alimentação no Sulco

A máquina é concebida para comportar o trabalho de dois operadores, sentados um ao lado do outro, conforme mostra a figura 2.3.

É constituída por um chassi transversal (1), no qual estão apoiados dois perfis verticais (2) que, nas suas extremidades inferiores, têm fixados os sulcadores (3) com a função de abrir o primeiro sulco. No braço transversal (4), soldado a perfis laterais (5), estão montados os apoios (6) para o descanso dos pés dos operadores. Outros braços transversais (7), soldados aos perfis (5), permitem a fixação das hastes (8) que, em suas extremidades inferiores, suportam sulcadores de menor dimensão (9), deslocados em relação ao primeiro sulcador (3) entre as abas dos quais os operadores depositam as mudas (ver figura 2.3).

A máquina apresenta na sua parte frontal superior as caixas (10) de onde os operadores (12), sentados nas bancadas (13) retiram as mudas (11) para o plantio. No braço transversal (14), localizado na traseira da máquina, estão montados dois suportes verticais (15), onde encontram-se fixados os dispositivos compactadores (16) e uma haste (17) para o engate da roda de sustentação (18). O deslocamento do conjunto é efetuado por engate nos três pontos do trator.

A figura 2.4 mostra a sequência de plantio das mudas: o sulcador maior (3) abre o sulco inicial (20) no alinhamento x; em seguida, o sulcador menor (9) abre o segundo sulco (21), no alinhamento y, onde o operador deposita a muda (11) e, finalmente, o dispositivo de compactação (16) se encarrega de fixá-la no solo.

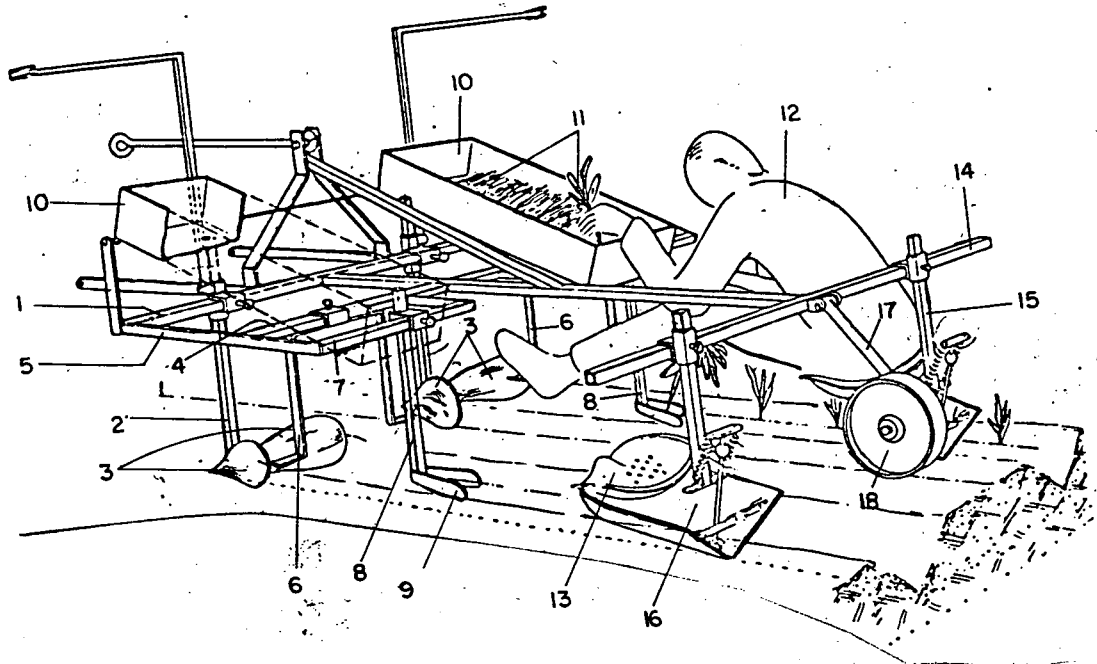


Fig. 2.3 - Vista em perspectiva da máquina |4|.

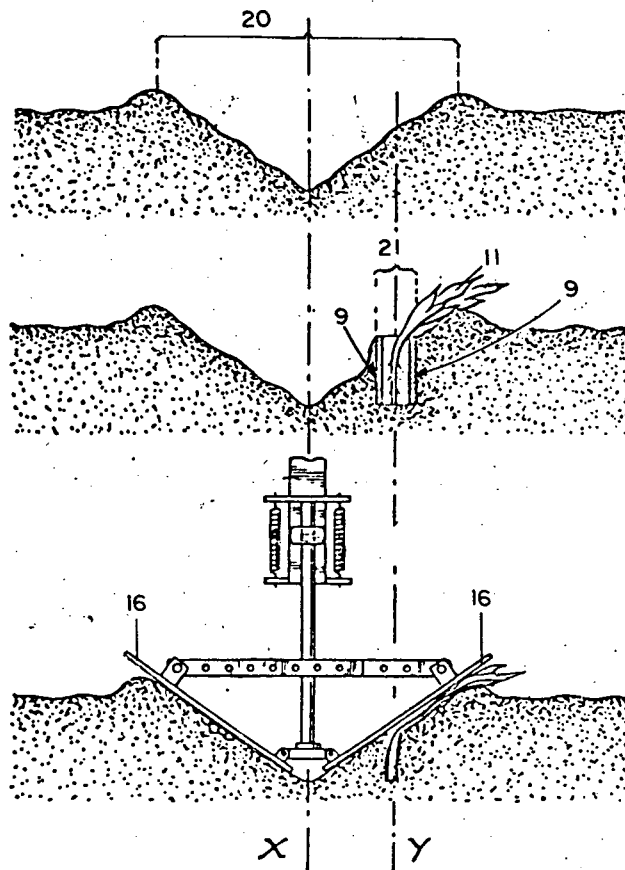


Fig. 2.4 - Esquema da sequência de plantio |4|.



#### 2.2.4. Plantadora de Mudas Tipo Automotriz de Braços Radiais

É constituída do chassi (1), conforme indicado na figura 2.5, onde está apoiado o motor (2) que, através de correia (3) e da roda dentada (4), promovem o deslocamento de máquina.

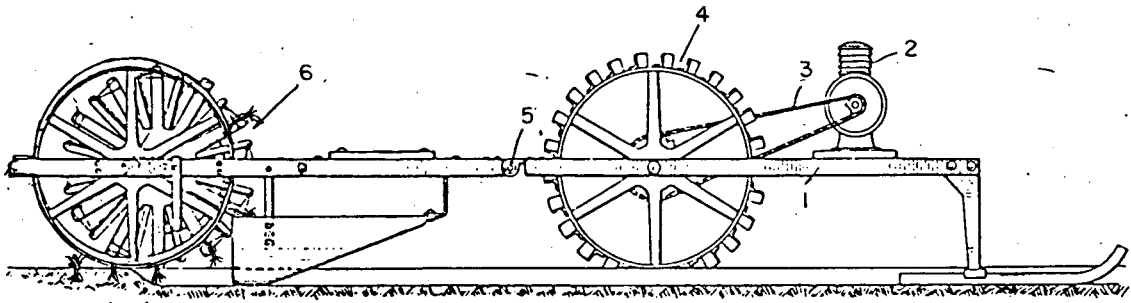


Fig. 2.5 - Vista lateral da máquina |5|.

O engate (5) acopla a parte motriz ao conjunto plantador (6), que está melhor esquematizado na figura 2.6.

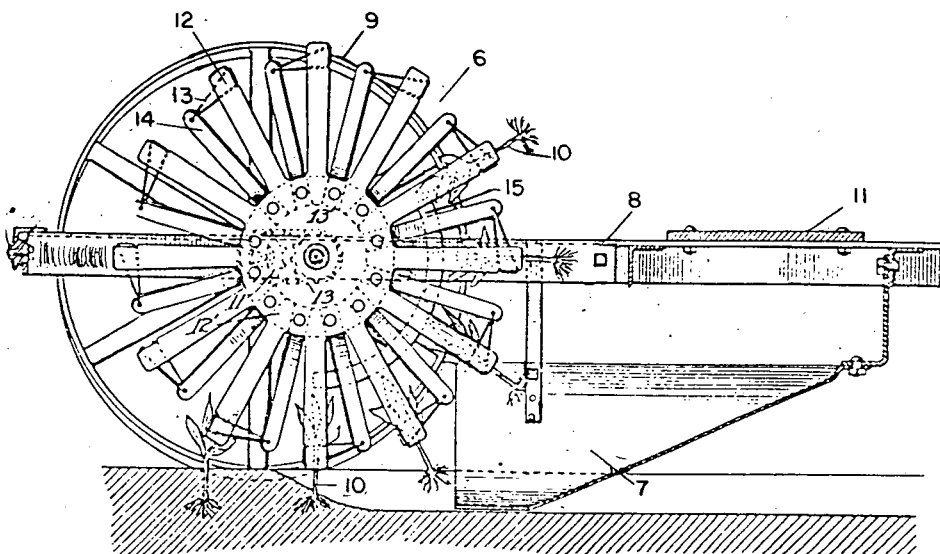


Fig. 2.6 - Detalhe do conjunto plantador |5|.

Este conjunto constitui-se do sulcador (7), em formato "U", fixado na estrutura (8). Na sequência, aparece o disco plantador com 12 braços radiais, acionados pelas rodas (9), que também servem para o fechamento do sulco e compactação do solo junto das mudas.

Nesta máquina, a muda (10) é alimentada manualmente pelo operador sentado na bancada (11), entre o braço fixo (12) e o fio elástico (13), que está normalmente frouxo. Assim que a haste móvel (14) encontra a guia (15), ocorre a tensão no fio elástico com a fixação da muda, até a posição de plantio no solo.

#### 2.2.5. Plantadora de Mudanças Tipo Duplo Disco Flexível

Na figura 2.7, está mostrado um desenho esquemático da máquina destacando seus componentes principais |6|.

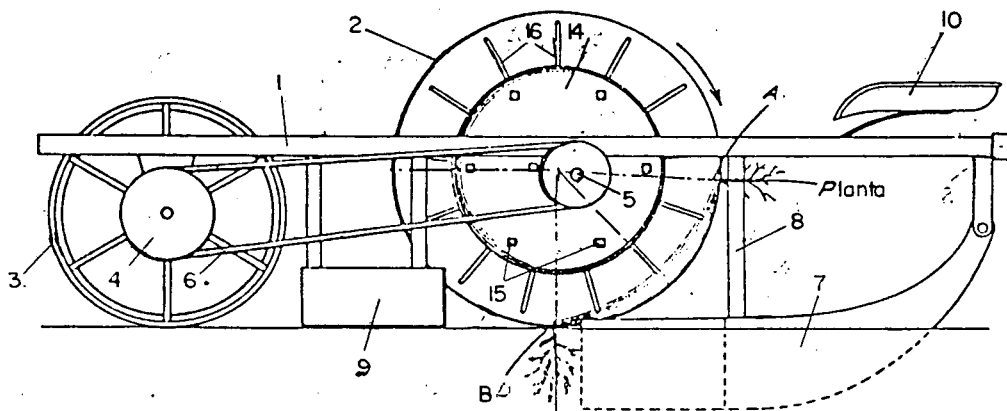


Fig. 2.7 - Esquema da plantadora tipo duplo disco flexível |6|.

Esta concepção é constituída de um chassi (1), onde estão apoiados os discos flexíveis (2), que são acionados pelas rodas (3) através das polias (4) e (5) e da correia (6).

A abertura do solo é realizada pelo sulcador (7) fixado ao chassi pelo suporte (8). As lâminas (9), dispostas como ilustra a figura 2.8, efetuam a aterração das mudas no solo. A bancada (10) comporta o operador que faz a alimentação manual das mudas no conjunto plantador. Este conjunto é composto por dois discos coaxiais de material resiliente, fixados nos semi-eixos (11), que estão apoiados nos mancais (12) e unidos pela junta universal (13), que permite movimentos desalinhados dos discos.

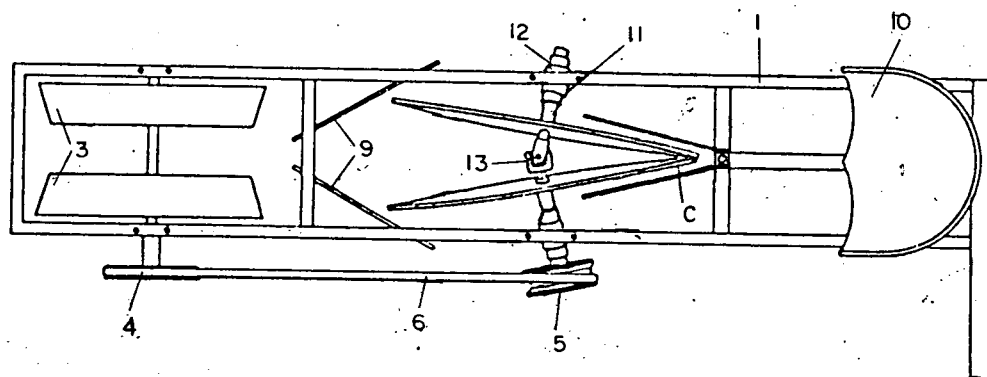


Fig. 2.8 - Vista superior do conjunto [6].

Os discos flexíveis são montados de tal forma que o contato periférico entre eles se dá entre pontos pré-determinados, desde a entrada até a saída das mudas, pontos "A" e "B", respectivamente, da figura 2.7.

Para aumentar a rigidez dos discos flexíveis eles são fixados coaxialmente a discos rígidos de menor diâmetro (14), através de parafusos (15) e pinos elásticos (16).

O operador alimenta o conjunto plantador na posição "C", indicada na figura 2.8, onde os discos se tocam. As mudas a

serem plantadas são armazenadas em caixas (não mostradas), localizadas acima dos discos flexíveis.

Uma desvantagem desta máquina, é a dificuldade de manter uniforme o espaçamento entre mudas, que depende da habilidade individual do operador.

### 2.3. Plantadoras de Alimentação Automática

#### 2.3.1. Plantadora de Mudanças com Alimentação por Fitas

Serão descritos dois mecanismos diferentes de plantio de mudas, que utilizam o mesmo dispositivo alimentador em forma de carretel (espiral).

O primeiro está representado esquematicamente na figura 2.9. Consiste de uma estrutura principal (1) apoiada nas rodas compactadoras (2). O mecanismo plantador (3a) e (3b) utilizado é do tipo duplo disco flexível, montado entre os perfis estruturais.

O carretel de mudas (5) é previamente preparado pelo agricultor e, posteriormente, conduzido ao local de trabalho para montagem na máquina.

A figura 2.10, representa um corte transversal da máquina, mostrando detalhadamente o dispositivo alimentador (5) com as tiras (6), enroladas em espiral.

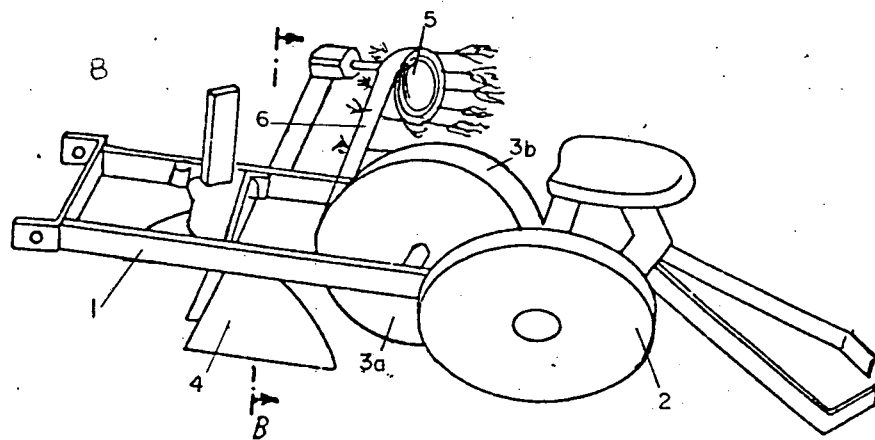


Fig. 2.9 - Vista da montagem do dispositivo |7|.

As mudas são montadas sobre a tira (6), com auxílio dos prendedores (7), deslocando-se perpendicularmente aos discos (3a) e (3b). Quando a tira contorna o tambor (11), os prendedores se abrem, devido a curvatura dos mesmos, permitindo que as mudas sejam transferidas e fixadas entre os discos flexíveis que as conduzem até o solo.

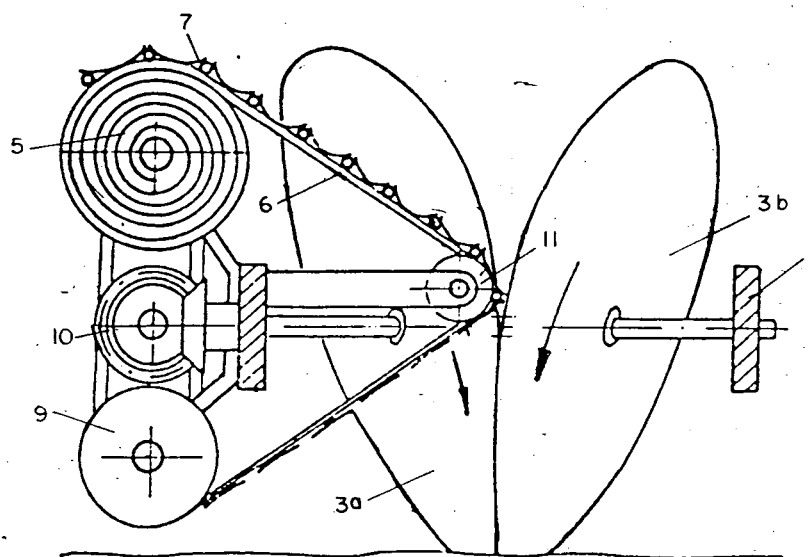


Fig. 2.10 - Detalhe do conjunto plantador |7|.

A tração da máquina é feita através do engate (8), ver figura 2.9. A tomada de movimento do conjunto plantador é efetuada a partir das rodas compactadoras (2), que acionam simultaneamente o carretel de mudas (5) e o tambor desenrolador (9), através do conjunto de engrenagens (10).

A outra concepção, que utiliza um carretel como elemento alimentador automático de mudas, está mostrada na figura 2.11.

O perfil estrutural (1) suporta as rodas compactadoras (2) e a roda com braços plantadores (3) recebe as mudas (4), provenientes do carretel de mudas (5).

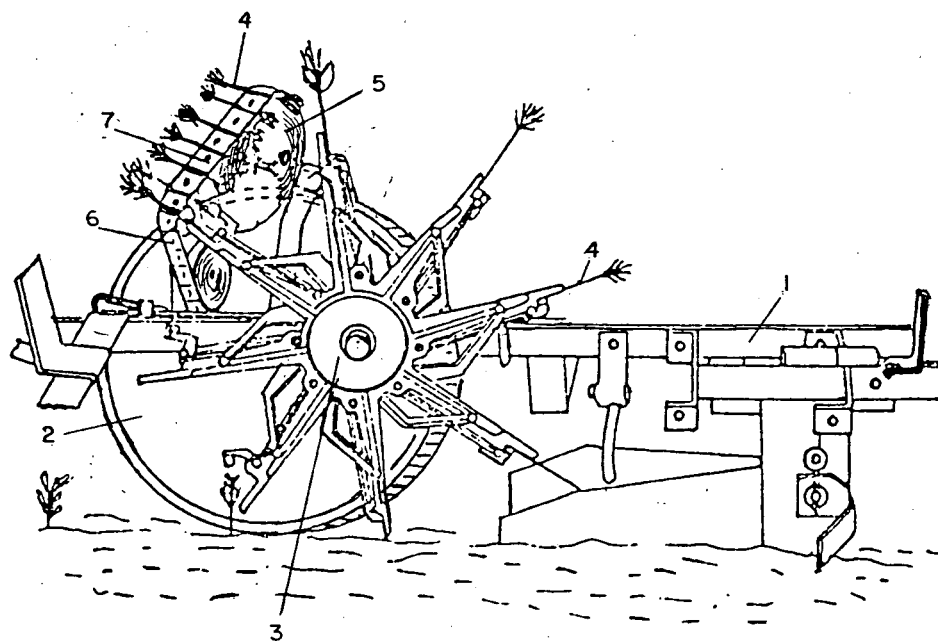


Fig. 2.11 - Concepção utilizando braços plantadores [7].

Os inconvenientes destes mecanismos de alimentação automática são os seguintes: montagem prévia dos carretéis; espaço muito grandes na máquina para permitir a montagem dos carretéis; troca frequente de carretéis; custo elevado das fitas; danificação das mudas nos carretéis; etc.

### 2.3.2. Plantadora de Mudas com Alimentação por Bobinas

É constituída de duas partes principais: a bobinadora de mudas e a plantadora propriamente dita |8|. A primeira é um dispositivo para a bobinamento das mudas e, por fugir do escopo do assunto não será alvo de descrição.

O mecanismo alimentador é o representado esquematicamente na figura 2.12. A bobina de mudas (1), previamente preparada, é montada no suporte (2) articulado em (3). O tambor alimentador (4) é colocado próximo aos discos plantadores flexíveis (5) que têm a função de conduzir as mudas até o solo. Os carretéis desbobinadores (6) e (7) enrolam os fios que prendem as mudas nas bobinas. O sentido de rotação do tambor e carretéis está indicado pelas setas na figura 2.12.

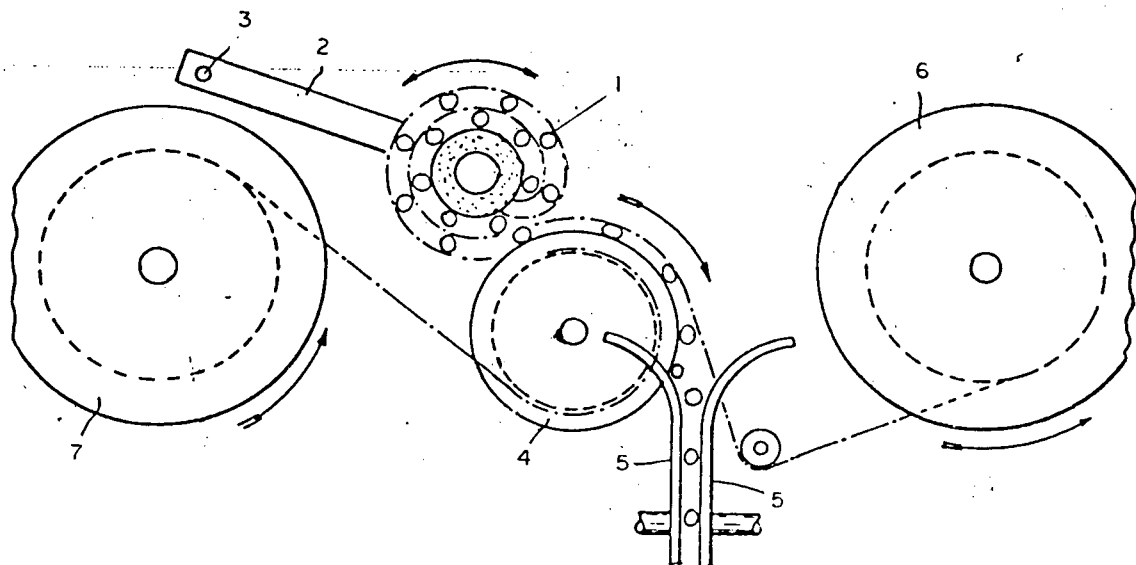


Fig. 2.12 - Detalhe da alimentação da máquina |8|.

Como mostra a figura 2.13, o dispositivo de alimentação automático de mudas é montado sobre a estrutura (8) que está apoiada nas rodas compactadoras (9) e nas rodas de sustentação (10).

A abertura dos discos plantadores flexíveis (5) é efetuada por roletes superiores (11), que os mantêm separados para entrada das mudas a serem plantadas. Os discos flexíveis são fechados, e desta forma prendendo as mudas, através de guias laterais (não representadas), que se estendem desde a posição de alimentação até a liberação das mudas no sulco.

As rodas (10) estão acopladas ao eixo (12) que pode girar dentro do tubo (13). Este tubo encontra-se apoiado na estrutura (8) suportando, pelos braços (14), o eixo (15), que é apoiado em buchas. O acionamento do conjunto plantador é efetuado como segue: quando as rodas (10) giram, o par de engrenagens retas (16) e (17) movimentam o eixo (15). Neste eixo está montada a engrenagem cônica (18) que, através de outra engrenagem cônica (19), aciona o eixo longitudinal (20); este, por sua vez, transmite movimento aos discos flexíveis (5) através de um conjunto de engrenagens cônicas (21).

O transplante de mudas ocorre da seguinte maneira: quando a máquina avança, o tambor alimentador (4) gira e libera as mudas, com espaçamento pré-determinado, nos discos flexíveis plantadores, que as conduzem até a posição adequada de plantio no solo. Quando a bobina de mudas estiver vazia, é substituída.



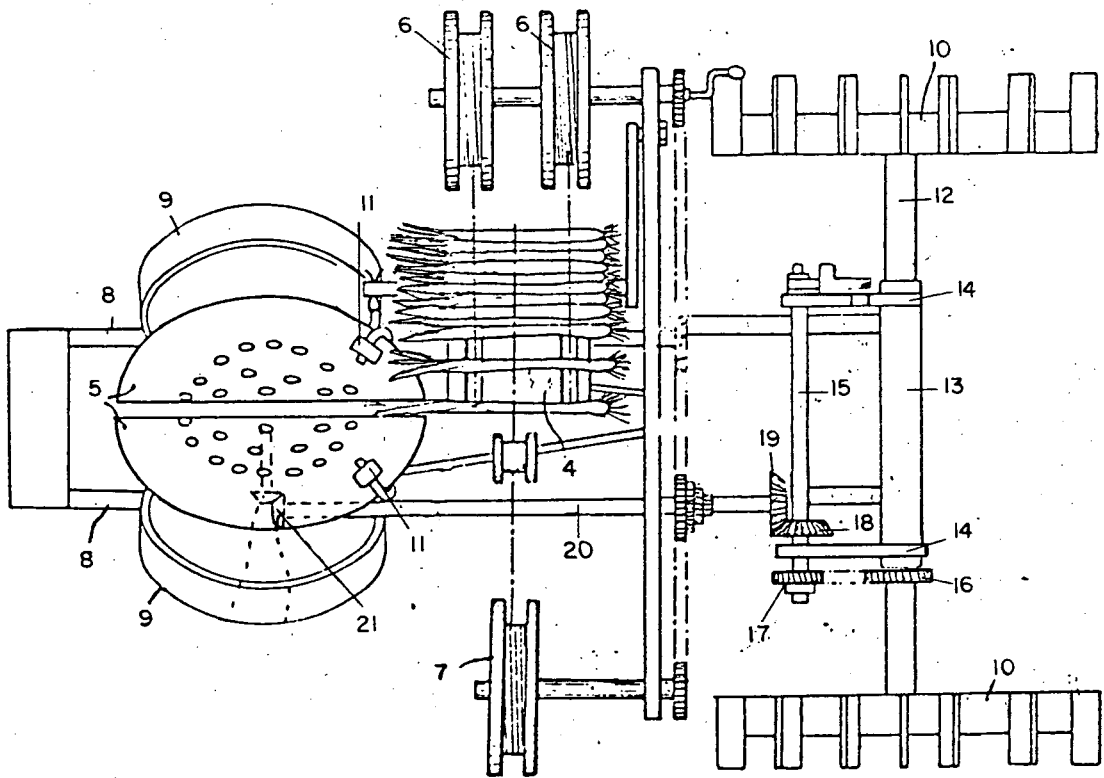


Fig. 2.13 - Vista superior da concepção com alimentação por bobinas de mudas |8|.

## C A P Í T U L O   I I I

### PRINCIPAIS PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM O PROJETO DE MÁQUINAS PLANTADORAS

#### 3.1. Introdução

No presente capítulo, serão abordados os aspectos e as influências dos diversos parâmetros operacionais e das principais características do processo de plantio no desenvolvimento de máquinas plantadoras de mudas em geral.

\* Este estudo justifica-se por permitir um melhor se-  
lecionamento dos parâmetros para os quais a máquina será projeta  
da. Em determinadas situações, será apresentada uma quantificação  
dos mesmos, baseada em máquinas similares, na experiência de campo  
levantada junto a agrônomos, agricultores e fabricantes e em dados  
obtidos de testes de laboratório.

#### 3.2. Descrição dos Parâmetros

Os parâmetros serão descritos conforme a sequência  
apresentada a seguir:

##### Características do solo.

- . tipos de solos
- . preparo do solo

- . declividade
- . correção e adubação do solo.

#### Características da muda

- . sementeira
- . dimensões da muda
- . preparação da muda.

#### Profundidade de plantio

#### Alimentação da máquina

- . manual
- . automática

#### Plantio

#### Compactação e aterramento das mudas.

### 3.2.1. Características do Solo.

. Tipos de solo - Através da literatura técnica especializada e de visitas a regiões agrícolas, observou-se que há uma grande variedade de solos para o plantio de mudas de cebola, porém com predominância do solo tipo areno-argiloso. Este tipo de solo caracteriza-se por apresentar poucos torrões e porosidade

mais fina e, segundo os técnicos, é o mais indicado para o plantio da cebola. Possui granulometria de média a fina, o que facilita a tarefa de transplante das mudas.

. Preparo do solo - Em torno de 15 dias antes do plantio manual, realiza-se uma lavração em nível, com profundidade entre 15 e 20 cm. Constitui-se na etapa inicial de preparo, onde a terra é revolvida com a utilização de diversos tipos de arados. Após a aração, é feita a gradagem para destorroar o terreno. Dependendo das condições iniciais do solo, a gradagem pode ser executada mais de uma vez, sendo então, possível o plantio de mudas. Em outras ocasiões se o terreno apresentar muitos torrões, faz-se necessária uma operação adicional com a enxada rotativa para tornar o solo mais fino e sem torrões, facilitando o plantio.

Os solos preparados com enxadas rotativa apresentam o inconveniente de facilitar a erosão pelas enxurradas, pois ficam muito finos e poeirentos, sem qualquer resistência. Por isso, esta técnica não é muito recomendada.

A umidade é preferida para o plantio da cebola, embora esta cultura resista bem às épocas de estiagem. Assim, o transplante das mudas pode ser efetuado em terrenos secos, sem a necessidade de adicionar água durante a operação de plantio.

. Declividade - A declividade nas regiões do Estado de Santa Catarina onde se pratica o cultivo da cebola é bastante variável, havendo predominância dos terrenos do tipo suave ondulado, com inclinações variando de 5 a 10%. Para solos com mais de 25% de declividade, recomenda-se a execução de práticas conservacionistas, tais como construir terraços canais escoadouros e divergentes e construção de patamares. Como se observa, o equipamento

*abrir sulcos  
uniformes (uniforme)*

a ser desenvolvido deverá apresentar características de estabilidade para operar em terrenos de considerável declividade.

. Correção e adubação do solo - A cebola é muito sensível às condições de acidez, exigindo que solos com acidez elevada sejam corrigidos [1]. Faz-se a correção da fertilidade do solo através da utilização de fertilizantes fosfatados e potássicos, cujas quantidades são determinadas através dos resultados da análise do solo. Outro corretivo utilizado, para melhorar as características do solo, é o calcário. Este deve ser distribuído uniformemente em toda a superfície do solo e incorporado em torno de 15 a 20 cm de profundidade.

Por ocasião do plantio, é realizada a adubação do terreno, que pode ser orgânica ou mineral. A adubação orgânica é efetuada através de resíduos vegetais, esterco curtido ou qualquer outro material de natureza orgânica. A adubação mineral, no plantio manual, é realizada antes do transplante, por adubadoras de tração mecânica ou animal. Esta operação pode, também, ser efetuada simultaneamente com o plantio mecanizado. Recomenda-se usar em média 20 g de adubo por metro linear de terreno, o que corresponde a 1,5 g por muda plantada, considerando um espaçamento de 7,5 cm entre mudas na linha [1].

O adubo depositado é, geralmente, do tipo NPK 5-20-10, devendo ser bem misturado com a terra para evitar a queima das mudas pelo contato direto. A aplicação do adubo pode ser tanto abaixo como ao lado da muda. Recomenda-se colocar o adubo a uma profundidade de 7 a 10 cm quando for aplicado abaixo da planta e de 6 a 7 cm quando aplicado ao lado do sulco da linha de plantio.

sementeira, a muda encontra-se, normalmente, com seu pseudo-caule enterrado numa profundidade de 2 a 4 cm.

. Preparação da muda - O sucesso da cultura da cebola depende, em grande parte, das características das mudas usadas. Manualmente, as mudas são plantadas como saem da sementeira, sem qualquer tratamento ou preparação. Para o presente projeto, talvez haja necessidade de podar as raízes e parte das folhas. De acordo com informações levantadas junto a institutos de pesquisa, o corte das raízes não compromete o desenvolvimento normal da planta. O corte das folhas no comprimento de 1/3 a partir da extremidade superior, também não prejudica, a menos de torná-la mais sensível a doenças. O corte das raízes e das folhas, apesar de aumentar a mão-de-obra no preparo das mudas, poderá, através da sua maior uniformidade, simplificar a concepção da máquina plantadora.

Na região do pseudo-caule, as pressões de manuseio não podem ser muito grandes, sob pena de comprometer o desenvolvimento da planta, visto que esta é sua região mais sensível [1].

### 3.2.3. Profundidade de Plantio

A profundidade mais indicada para o plantio das mudas varia de 2 a 4 cm. Para cultivares com pseudo-caule menores, a profundidade deve ser regulada para os valores menores da faixa acima, evitando-se a aterração das folhas mais novas [1].

O sulco para o plantio das mudas deve ser aberto pelo sulcador numa profundidade suficiente para não prejudicar a entrada das mudas a serem plantadas e para evitar uma má compactação das mudas no solo.

#### 3.2.4. Alimentação da Máquina

A alimentação das mudas na máquina poderá ser do tipo manual ou automática.

No primeiro caso, o operador alimenta, manualmente, um dispositivo plantador. Esta é a situação mais comum na maioria das máquinas encontradas [2]. O operador pode, também, alimentar um mecanismo intermediário que individualiza e conduz as mudas até o dispositivo plantador.

Este tipo de alimentação exige menor velocidade de plantio. Em média, um operador consegue alimentar, manualmente, um dispositivo plantador na razão de 1,2 s/muda.

Na alimentação automática, as mudas são armazenadas em recipientes apropriados e, em seguida, transferidas a um mecanismo individualizador que as conduz até o dispositivo plantador. Caso a etapa de individualização das mudas não apresente resultados satisfatórios, é possível a utilização de pacotes ou bobinas de mudas, pré-preparadas pelo agricultor, no espaçamento exigido na linha, visando a alimentação direta do dispositivo plantador. Em qualquer caso, considerando como velocidade mínima do trator 1 km/h e um espaçamento na linha de 7,5 cm, o mecanismo deverá ter uma capacidade de alimentar 4 mudas/s. No próximo capítulo, os aspectos relativos à alimentação manual e automática serão discutidos com mais detalhes.

### 3.2.5. Plantio

Há indicações de que o florescimento prematuro das mudas está ligado, também, a sua idade por ocasião do plantio. Se as mudas não apresentarem tamanho uniforme, podem resultar em maturação e colheitas desuniformes.

O plantio deve ser feito quando as mudas tiverem o diâmetro com cerca de 5 a 6 mm e altura em torno de 20 cm. Quando o plantio for antecipado, o tamanho das mudas deve ser menor, com um diâmetro do pseudo-caule em torno de 4, para evitar o florescimento prematuro. Para plantios tardios, as mudas devem ter diâmetros maiores do que 6 mm, para evitar diminuição no tamanho dos bulbos [1].

A época de plantio recomendada para os cultivares Baia periforme e Jubileu é durante o mês de agosto, para o cultivar Norte 14, recomenda-se fins de agosto e início de setembro.

### 3.2.6. Compactação e Aterramento das Mudanças

Para o fechamento do sulco e fixação das mudas no solo, são utilizadas rodas compactadoras com cerca de 500 mm de diâmetro e 75 mm de largura. Geralmente são dispostas uma de cada lado do dispositivo plantador, inclinadas de 15° com a vertical para aumentar o efeito de compactação. O fechamento final do sulco é feito pelos discos de aterração, de formato côncavo, com cerca de 25 cm de diâmetro fixados na parte traseira da máquina. Esses discos além de aterrar as mudas no solo, eliminam as marcas deixadas pelas rodas compactadoras reduzindo os perigos de erosão [2].



## C A P Í T U L O   I V

### DESENVOLVIMENTO DE CONCEPÇÕES E MODELAGEM

#### 4.1 Introdução

Após a definição dos principais parâmetros e características que influenciam as máquinas plantadoras de mudas, procurou-se desenvolver mecanismos de alimentação, do tipo automática e manual, que melhor atendessem aos parâmetros de projeto. Como já foi dito no capítulo anterior, para as condições de velocidade de deslocamento mínimo do micro-trator de 1 km/h e espaçamento de 7,5 cm entre mudas na linha, há necessidade de alimentar 4 mudas por segundo para cada linha. Ainda, a capacidade de alimentação manual do operador é de, aproximadamente, 0,8 mudas por segundos, ou seja, cerca de 50 mudas por minuto. Considerando estes aspectos, procurou-se, em primeiro lugar, desenvolver mecanismos que permitissem a alimentação automática, com uma velocidade mínima de 4 mudas por segundo, para evitar a necessidade de efetuar uma redução adicional na velocidade de trânsito do micro-trator e conseguir uma maior produtividade no plantio.

#### 4.2. Concepções de Mecanismos de Alimentação Automática

No presente item, serão descritos três concepções de mecanismos de alimentação automática, sendo a primeira uma adaptação da concepção mostrada nas figuras 2.12 e 2.13 e as outras

duas desenvolvidas através de técnicas de geração de idéias e formulação de problemas, como por exemplo o "Brainstorming". Junto com a descrição da concepção são, também, apresentadas avaliações do seu desempenho, obtidas com o auxílio de modelos simplificados. Os referidos modelos foram construídos em madeira nos Laboratórios de Projeto e do Produto pertencentes, respectivamente, aos departamentos de Engenharia Mecânica e de Produção e Sistemas.

Visando simplificar a montagem e reduzir o tempo gasto na construção, foram testados somente os modelos do conjunto plantador e do sistema de alimentação, individualização e transporte de mudas.

#### 4.2.1. Alimentação por Bobinas ou Pacotes de Mudanças

Constitui-se de um mecanismo automático de alimentação de mudas, onde bobinas ou pacotes de mudas abastecem um dispositivo individualizador que transporta as mudas até o conjunto plantador. As mudas são montadas numa bobina espiral, como ilustra a figura 4.1, com espaçamento de 7,5 cm, o mesmo das mudas no solo.

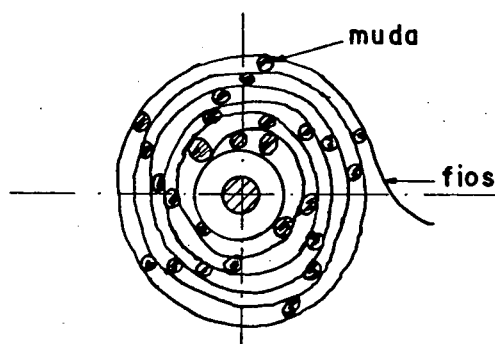


Fig. 4.1 - Corte transversal da bobina de mudas [11].

As mudas são fixadas por 2 fios inferiores e outro superior, conforme figura 4.2. Os fios devem ser tencionados de tal forma a fixar mas não provocar danos às mudas.

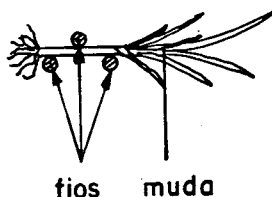


Fig. 4.2 - Esquema de fixação das mudas [11].

Após confeccionada a bobina de mudas, esta é acoplada no conjunto principal. As mudas são deslocadas até o dispositivo alimentador que as individualiza e as transporta para o mecanismo plantador.

O cilindro alimentador de mudas está mostrado esquematicamente na figura 4.3.

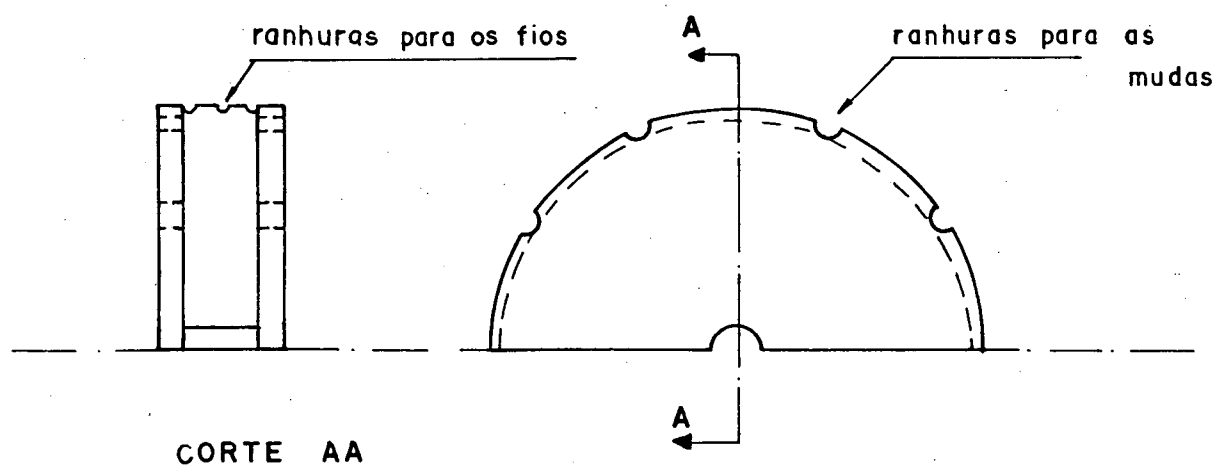


Fig. 4.3 - Cilindro alimentador de mudas.

O conjunto plantador de mudas foi constituído de um disco flexível de borracha e outro disco rígido, de madeira, conforme figura 4.4.

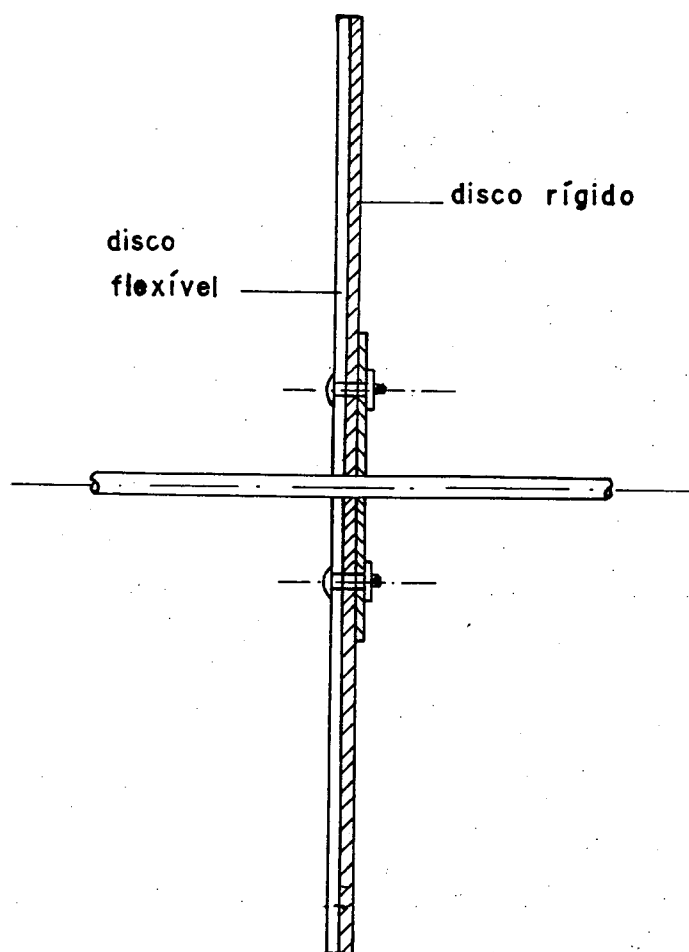


Fig. 4.4 - Aspectos da montagem dos discos de plantio.

Roletes são usados para abrir o disco flexível, para a entrada das mudas, e para fechá-lo (encostar o disco flexível no disco rígido), mantendo presas as mudas por atrito até a região de saída no solo, onde novos roletes promovem a abertura dos discos permitindo o plantio.

A montagem do disco plantador e do cilindro alimentador foi feita através da estrutura mostrada, esquematicamente, na figura 4.5. Após montados os conjuntos na estrutura, esta foi fixada sobre uma base de madeira para garantir a rigidez necessária para a execução dos testes.

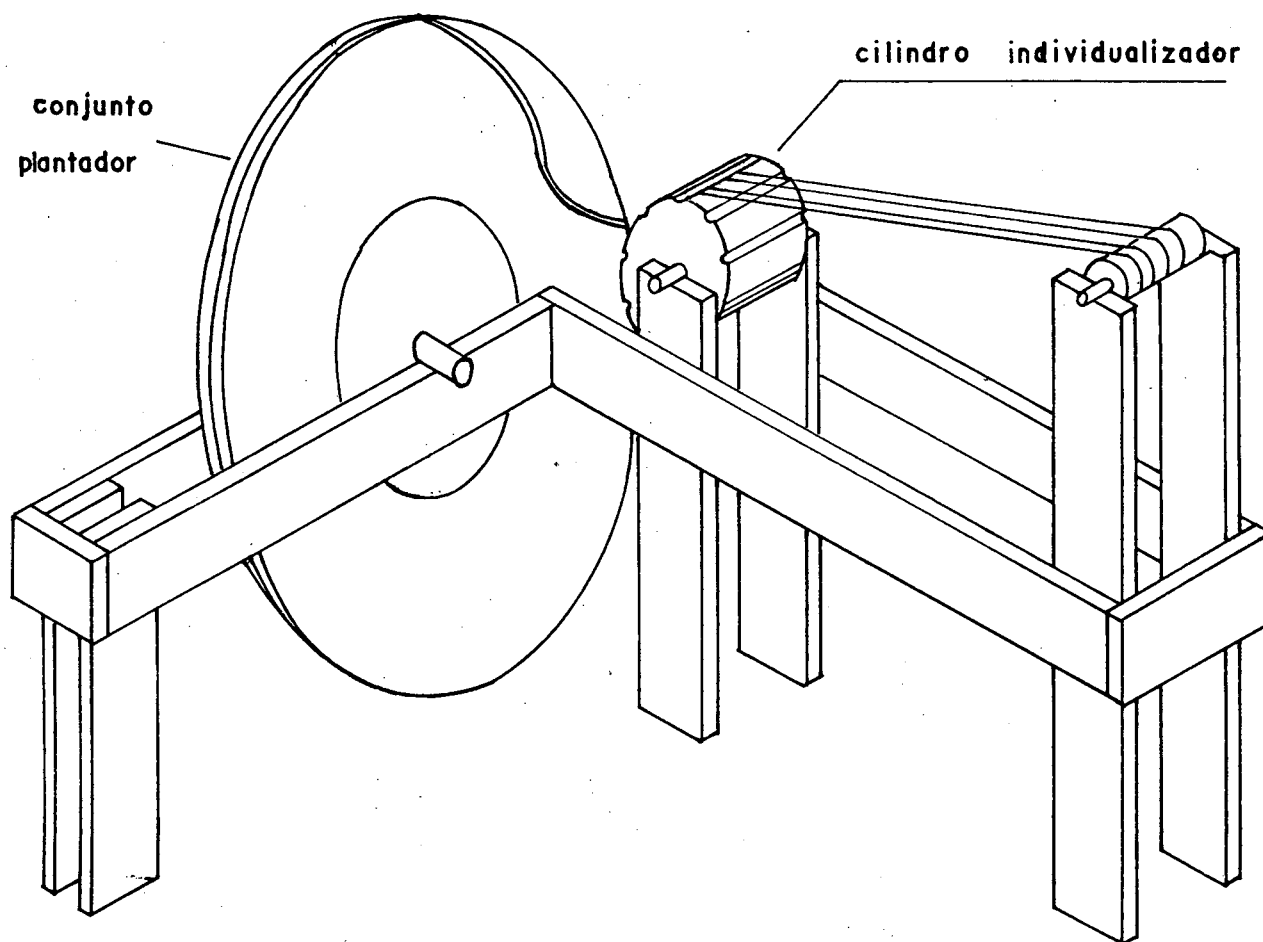


Fig. 4.5 - Esquema da montagem dos conjuntos alimentador e plantador.

A figura 4.6 representa a montagem final dos principais elementos que compõem o modelo de testes, exceto a bobina de mudas.

O princípio de funcionamento da concepção por bobinas de mudas é o seguinte: quando a manivela é acionada, o disco plantador gira e movimenta o cilindro alimentador através de rodas dentadas cônicas. Devido à tensão nos fios, provocada pelo acionamento desse cilindro, as mudas da bobina permanecem entre os fios até o cilindro alimentador, sendo conduzidas para o disco plantador que efetua o plantio. Os fios são enrolados por carretéis dos bobinadores, localizados abaixo do cilindro alimentador, à medida que as mudas vão sendo plantadas.

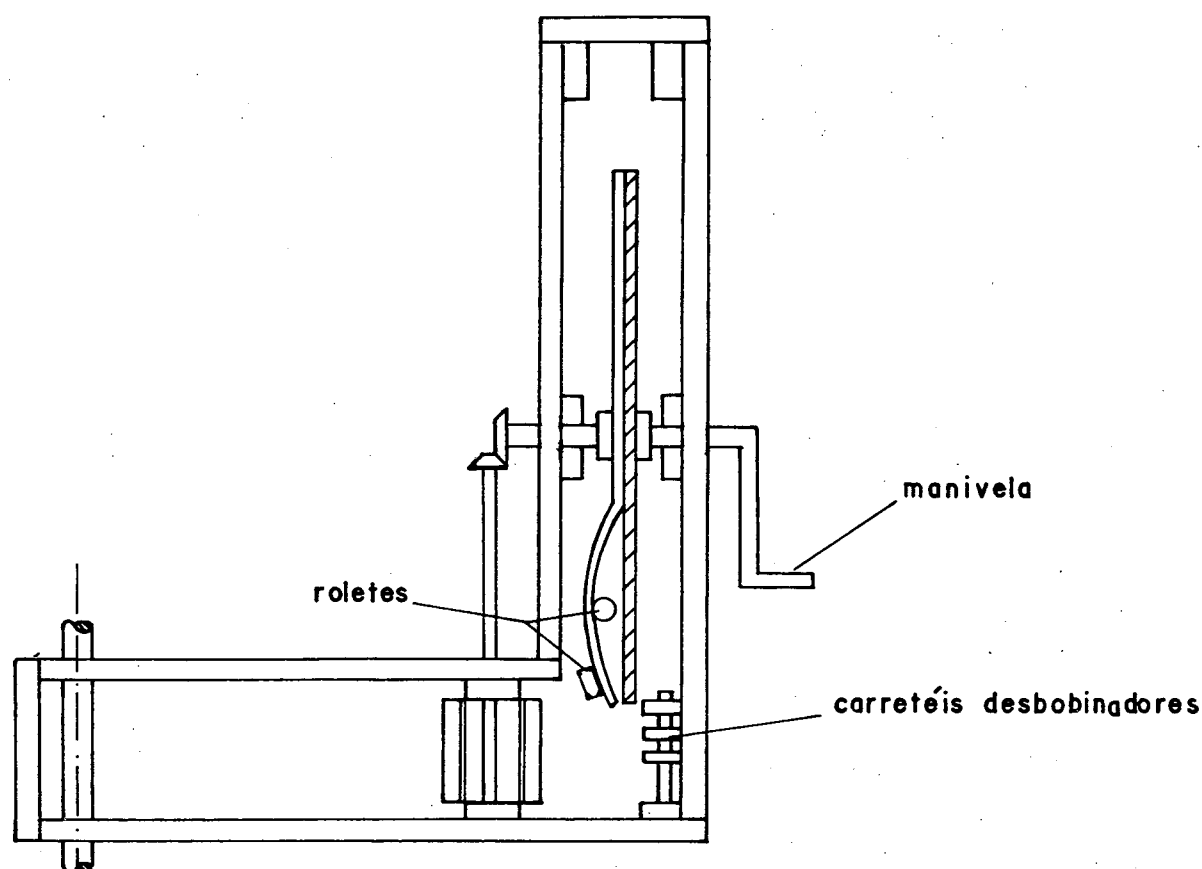


Fig. 4.6 - Vista superior dos conjuntos alimentador e plantador.

Houve dificuldades na condução das mudas da bobina ao cilindro motivada pela diferença de diâmetro das mudas de cebola.

Mudas mais delgadas, dispostas entre mudas de maior diâmetro, escorregavam não mantendo sua posição. Além disso, variações nos diâmetros de enrolamento dos fios nos carretéis provocavam tensões diferentes nesses fios prejudicando, também, a manutenção das posições pré-estabelecidas para as mudas.

Não houve perfeita individualização das mudas, pois elas não se alojavam adequadamente nas ranhuras do cilindro, prejudicando a alimentação do dispositivo.

O disco plantador apresentou bom desempenho, condu

zindo as mudas desde a entrada até a saída na posição adequada de plantio, perpendicularmente ao solo.

De um modo geral, esta concepção não apresentou os resultados esperados, acumulando muitos problemas, principalmente na entrada das mudas no cilindro alimentador. A simplicidade adotada na construção do modelo em madeira não chegou a influenciar nos resultados dos testes.

Além dos problemas citados, constatou-se que haveria grandes dificuldades na confecção prévia das bobinas de mudas, no seu transporte e montagem na máquina, e no número de bobinas a preparar. Para evitar a frequente troca de bobinas, o tamanho das mesmas tornar-se-ia considerável; para plantar uma linha de 500 m, por exemplo, seriam necessárias cerca de 7000 mudas resultando num diâmetro de bobina de 700 mm.

#### 4.2.2. Alimentação por Correias

A figura 4.7 mostra, esquematicamente, um dispositivo de alimentação automático de mudas, que são conduzidas até o cilindro alimentador por um par de correias transportadoras.

O conjunto das correias foi montado sobre uma base de madeira, para simplificar a construção do modelo. As correias foram construídas em borracha, de modo a garantir um atrito mínimo necessário para que as mudas fossem transportadas até o cilindro alimentador.

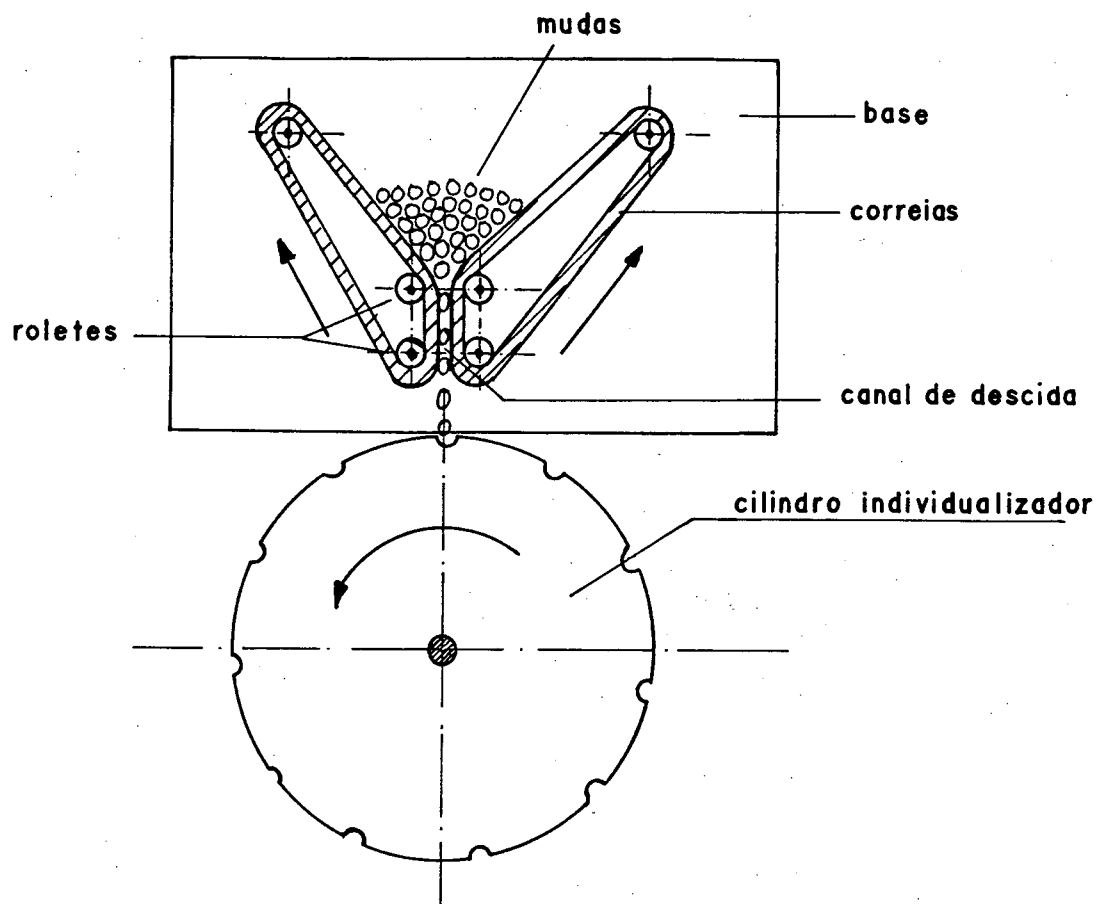


Fig. 4.7 - Mecanismo de alimentação por correias.

Este mecanismo possui o seguinte princípio de funcionamento: quando o par de correias é acionado, no sentido de rotação indicado pelas setas, as mudas são forçadas a passar pelo canal de descida, conforme ilustra a figura 4.7, até encontrar as ranhuras superficiais do cilindro alimentador, sendo, então, transferidas ao disco plantador que efetuará o plantio.

Nos testes efetuados, constataram-se problemas na individualização das mudas na região de entrada do canal de descida. Nesta região, ocorreu um agrupamento desordenado de mudas, provocando entupimento do canal, sem a descida de várias mudas. Em outras situações, ocorreu descida de várias mudas simultaneamente de-



vido, principalmente, a diferença no diâmetro do pseudo-caule, dificultando, com isso, a entrada nas ranhuras do cilindro.

Outra desvantagem deste mecanismo surge da dificuldade de definição da distância adequada entre a saída das correias e o cilindro alimentador, pois não ocorre o fluxo normal esperado de mudas para o cilindro devido, ao entrelaçamento das folhas das mudas.

Pelos fatos apontados, esta concepção não corresponde às expectativas, provocando a necessidade de pesquisar outros mecanismos alternativos.

#### 4.2.3. Alimentação por Placas Verticais

O desenho esquemático mostrado na figura 4.8, representa o mecanismo em questão. É constituído, basicamente, de duas placas paralelas dispostas verticalmente sobre o cilindro alimentador e afastadas entre si cerca de 8 mm. As mudas são armazenadas entre as placas em fileira única, conforme o desenho.

No funcionamento desta concepção, as mudas colocadas entre as placas descem por gravidade, preenchendo uma a uma as ranhuras superficiais do cilindro alimentador.

Nos testes efetuados no modelo, observou-se, além da dificuldade de descida das mudas, o cisalhamento do pseudo-caule durante a entrada na ranhura. Este fato ocorreu com grande frequência, prejudicando a continuidade dos testes.

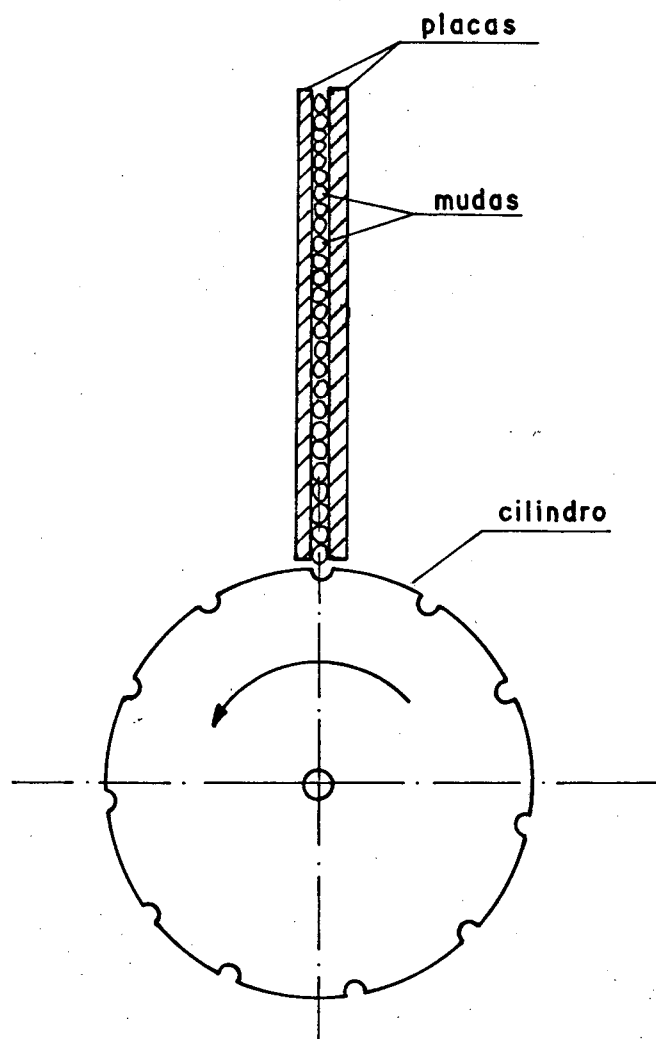


Fig. 4.8 - Esquema de montagem do dispositivo.

Outra desvantagem desse mecanismo é a frequente troca das placas armazenadoras de mudas, bem como, a utilização de mão-de-obra na preparação das mudas.

Os resultados dos testes dos modelos analisados no presente item não foram satisfatórios, levando a considerá-los inviáveis para o plantio automático de mudas com pequenos espaçamentos.

Um problema comum a todos os modelos analisados foi a individualização e transporte das mudas até o disco plantador.

Baseados nestes resultados, decidiu-se pelo desenvolvimento de um mecanismo que utilize a alimentação manual, onde o agricultor coloca cada uma das mudas nas ranhuras superficiais existentes no cilindro alimentador, assegurando uma perfeita passagem das mudas para o disco plantador.

#### 4.3. Concepção de Mecanismos de Alimentação Manual

A seguir, serão discutidas duas concepções de mecanismos de alimentação manual. Numa primeira tentativa para solucionar o problema da individualização das mudas de cebola, desenvolveu-se um mecanismo onde as mudas são introduzidas manualmente pelo agricultor num funil fixo de entrada, conforme figura 4.9

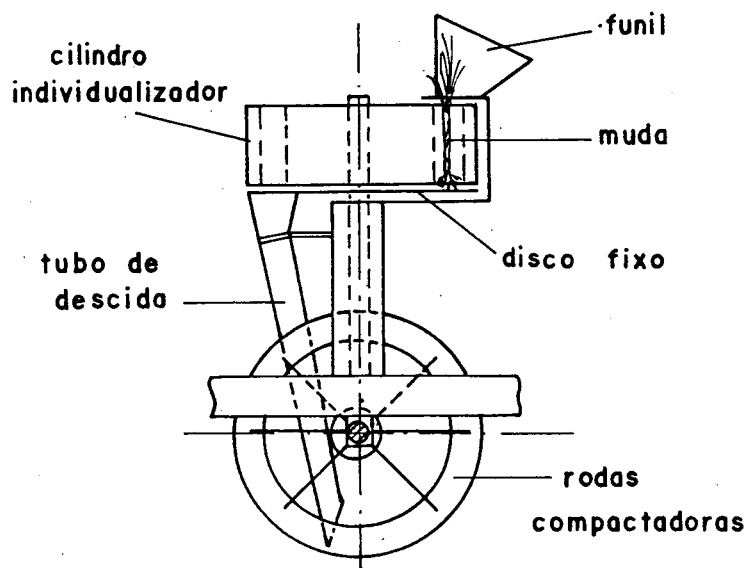


Fig. 4.9 - Vista esquemática do mecanismo de descida das mudas.

Abaixo deste funil, gira o cilindro alimentador com posto por dois discos paralelos entre si, unidos por oito tubos de plástico rígido de 50 mm de diâmetro e dispostos de forma radial, conforme figura 4.10.

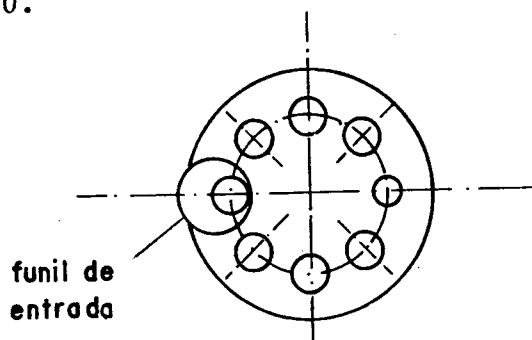


Fig. 4.10 - Vista superior do cilindro alimentador de mudas.

O cilindro gira apoiado num disco fixo de mesmo diâmetro. Este disco possui um furo deslocado em  $180^\circ$  do funil de entrada, por onde as mudas descem por queda livre, através do tubo de descida, até o sulco no solo, ver figura 4.9. O tubo de descida de mudas possui uma pequena inclinação em relação à vertical para evitar o tombamento das mudas dentro do sulco.

O acionamento do cilindro alimentador é realizado pelas rodas compactadoras através de uma transmissão com engrenagens cônicas.

Este mecanismo foi desenvolvido na disciplina Análise de valor do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Devido às dificuldades encontradas na fase de construção do modelo e nos testes realizados, não foi possível uma avaliação concreta de seu desempenho, mas pode-se relacionar alguns pontos considerados críticos pelos responsáveis pela sua concepção: transporte das mudas dentro dos tubos, acredita-se que poderá haver algum problema com as raízes das mudas antes desta alcançar o furo do tubo de

descida; na entrada das mudas no tubo de descida poderá ocorrer um cisalhamento da mesma, se não houver uma perfeita relação entre o diâmetro do furo e a rotação utilizada. Com relação à fixação das mudas no solo, pelo fato de se adotar o princípio da gravidade, acreditava-se que poderia ser imperfeita, o que foi confirmado nos testes. Para minimizar este problema é necessário um cuidadoso posicionamento do tubo de descida e rodas compactadoras.

Outro mecanismo, objeto de desenvolvimento no presente trabalho, apresenta um dispositivo semelhante ao descrito no item 4.2.1, apenas utilizando alimentação manual.

Para maior simplicidade na construção do modelo, foi confeccionado apenas metade do dispositivo considerando a alimentação por um operador somente. A concepção foi projetada para dois operadores, bastando, para isto, a construção de mais um cilindro alimentador e outro disco flexível.

As figuras 4.11 e 4.12 mostram o modelo da concepção em questão. Pode-se observar a passagem das mudas do cilindro alimentador para o disco plantador.

Os testes foram realizados com auxílio de um motorreductor para promover o acionamento do disco plantador. Através de engrenagens cônicas, foi possível o acionamento do cilindro alimentador. O funcionamento do conjunto plantador de mudas é similar ao descrito no item 4.2.1.

A figura 4.13 ilustra o processo de guia das mudas nas ranhuras, a fim de evitar sua queda antes da entrada no disco plantador.

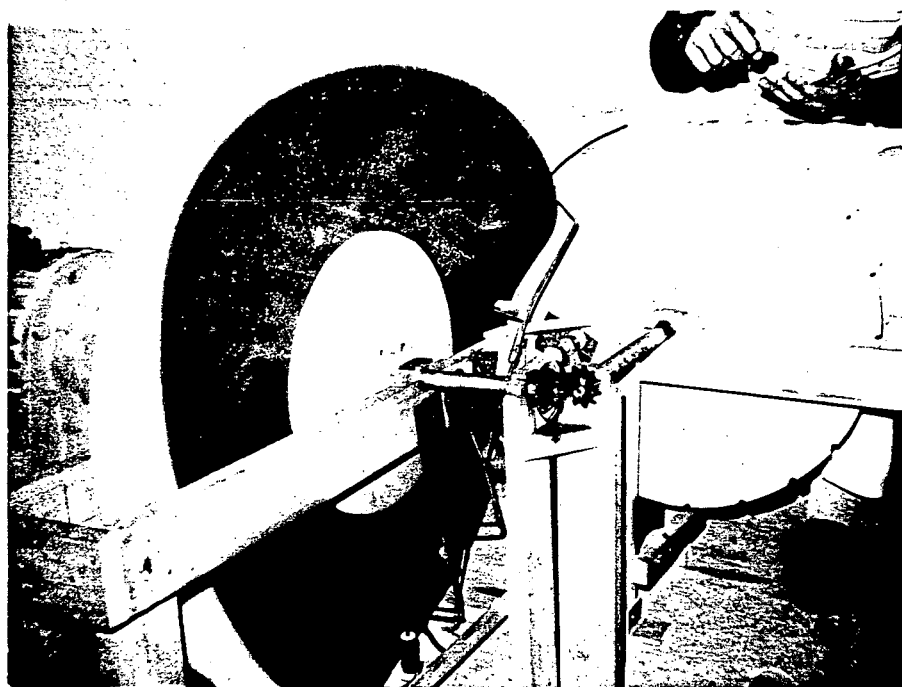


Fig. 4.11 - Esquema de montagem do conjunto.

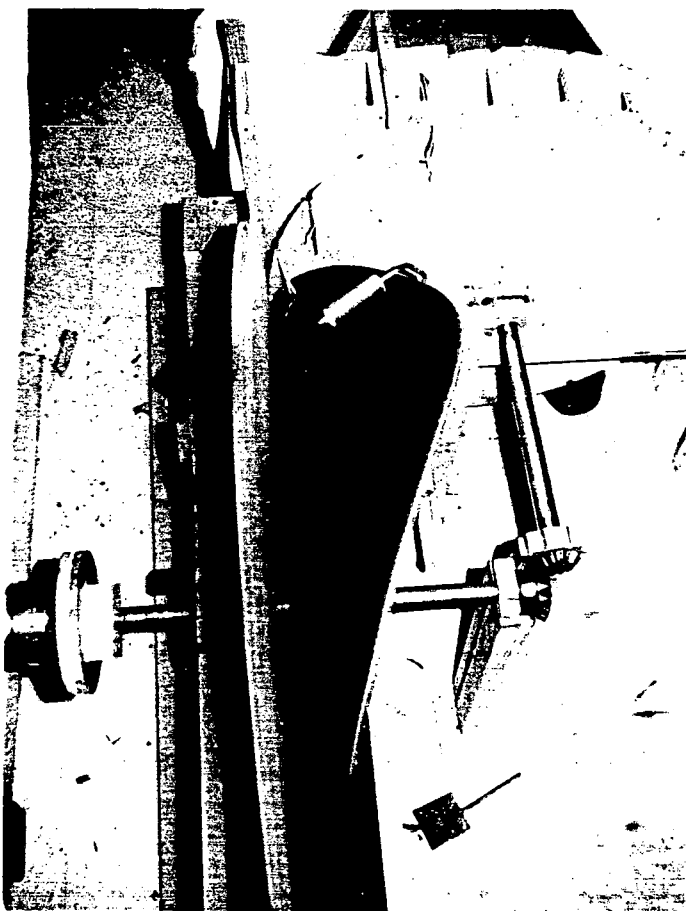


Fig. 4.12 - Vista do disco plantador, cilindro alimentador e sistema de transmissão.

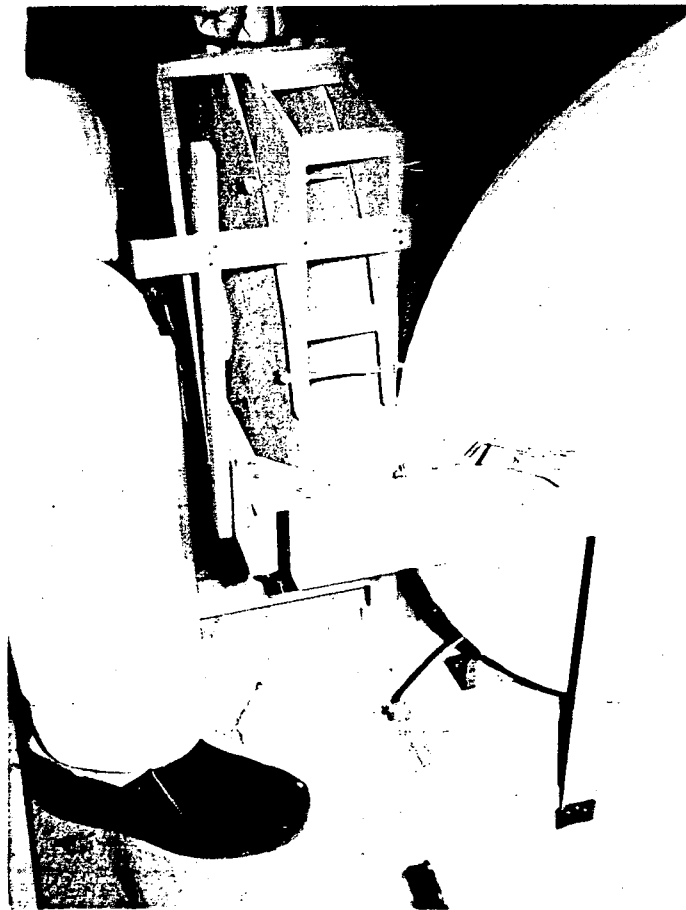


Fig. 4.13 - Alimentação das mudas no conjunto plantador.

Através da variação da rotação no moto-redutor, foram utilizados várias velocidades de giro do cilindro alimentador, testando-se a capacidade de individualização das mudas nas ranhuras do cilindro. Constatou-se que uma pessoa não treinada conseguiria alimentar aproximadamente 0,8 mudas/segundo. Sabe-se, no entanto, que a rapidez do alimentador aumenta com a prática adquirida em campo, logo, ficaria a seu critério aumentar ou diminuir essa velocidade, bastando, para isso, solicitar ao tratorista que acelere mais ou menos a máquina.



O processo de passagem das mudas do cilindro alimentador para o disco plantador apresentou razoável desempenho apesar da simplicidade do modelo.

Como os resultados foram satisfatórios, com bom desempenho do conjunto alimentador e plantador, partiu-se para um estudo mais detalhado do referido modelo, buscando o dimensionamento de seus componentes principais, com objetivo de construir o protótipo.

## C A P Í T U L O   V

### DESCRIÇÃO DA CONCEPÇÃO DA PLANTADORA DE MUDAS DE CEBOLA

#### 5.1. Introdução

Devido às inúmeras dificuldades relacionadas com o mecanismo de plantio automático, descritas no capítulo anterior, optou-se pela individualização manual do dispositivo alimentador de mudas. Esta prática de individualização é comum a outras máquinas plantadoras, portanto, facilmente aceitável pelo agricultor [2]. Para a alimentação da máquina não é exigido maior treinamento do agricultor.

Levando-se em consideração tais aspectos, bem como, o fato de que os problemas apresentados pelas máquinas de alimentação manual são mais facilmente resolvidos e a custos mais reduzidos, decidiu-se pelo desenvolvimento de uma máquina plantadora de mudas de cebola com esse tipo de concepção.

#### 5.2. Descrição Geral da Concepção

Para facilitar o estudo desta concepção e melhor visualizar a sequência de funções que a máquina deverá satisfazer, optou-se por dividi-la nas seguintes partes principais: adubar o terreno, abrir sulco para adubação, abrir sulco para o plantio, plantar mudas e compactar e aterrar as mudas no solo (ver esquema

na figura 5.1).

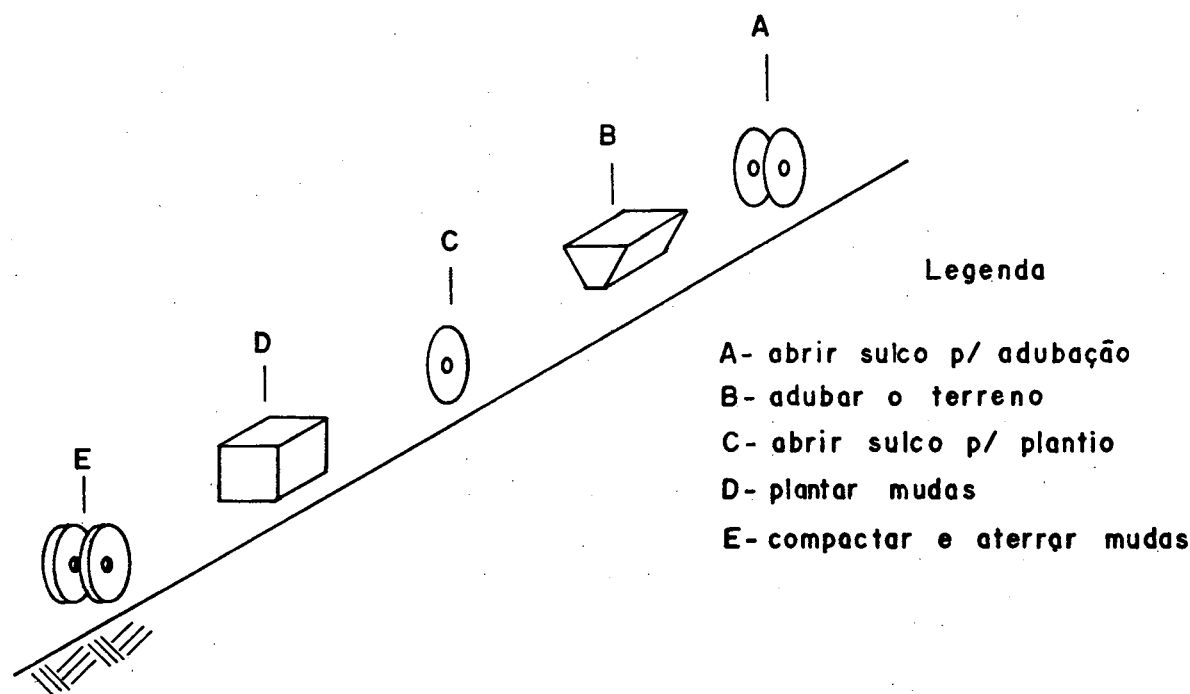


Fig. 5.1 - Disposição dos elementos principais da máquina.

a) Abrir sulco para adubação - É realizado por dois discos de formato côncavo, construídos em aço, que estão dispostos na parte frontal da máquina. Devem possuir regulagens de tal forma a possibilitar a adequada incorporação do adubo no solo.

b) Adubar o terreno - Esta função visa a dosagem necessária do adubo para o plantio das mudas, possibilitando uma adubação contínua, com regulagens na quantidade de adubo, conforme os diferentes tipos de solo.

c) Abrir sulco para o plantio - A abertura do sulco é realizada por um elemento sulcador com formato tipo "canoa", fixado na parte inferior da máquina, com o objetivo de permitir a entrada da muda no solo. Possui regulagens na profundidade, e na posição longitudinal para permitir o plantio de mudas de diferentes

características extraídas da sementeira.

d) Plantar mudas - É realizado por um disco rígido central e dois discos flexíveis, que por contato destes com o anterior, conduzem as mudas até a posição exata de plantio no solo. Para abastecimento dos discos com mudas, são utilizados dois cilindros ranhurados alimentadores, cada um dos quais individualizados por um agricultor.

e) Compactação e aterramento das mudas - Para efetuar a adequada fixação das mudas no solo, são utilizadas duas rodas compactadoras localizadas imediatamente atrás do conjunto plantador. Discos de aterração são responsáveis pela formação do "camaleão", promovendo o aterramento adequado das mudas.

A figura 5.2 mostra, esquematicamente, as partes principais da concepção desenvolvida, cujo funcionamento será descrito a seguir.

Quando a máquina está em movimento tracionada pelo engate (1), as rodas compactadoras (2) giram pelo atrito com o solo e acionam o disco plantador (3), através de uma transmissão por corrente. Os cilindros alimentadores (4) são acionados, através de uma transmissão com engrenagens cônicas, a partir do eixo do conjunto plantador. O eixo de um dos cilindros alimentadores, através de uma transmissão por corrente, aciona o eixo intermediário (5) que, por sua vez, movimenta, através de corrente, o dispositivo dosador de adubo (6).

As mudas (7) armazenadas nas caixas (8), são individualizadas nas ranhuras (9) dos cilindros alimentadores (4) pelos operadores sentados nas bancadas (10). As mudas são conduzidas até

a região de entrada no disco plantador, onde os roletes superiores (11) promovem a abertura dos discos flexíveis (12). As guias (13) mantêm as mudas entre o disco flexível e o disco rígido (14) até a posição de plantio no solo.

Os discos de adubação (15) abrem o sulco para o depósito de adubo armazenado no reservatório (6).

As rodas compactadoras (2) e os discos de aterração (16) fecham o sulco previamente aberto pelo sulcador (17), compactando a terra em torno das mudas.

Para que o funcionamento da plantadora seja eficiente, foi previsto o maior número de regulagens possíveis para a construção do protótipo, visando a adaptação da máquina às diferentes condições de trabalho usadas pelos agricultores. Estas regulagens são as seguintes:

a) Os discos de adubação (15) podem ser regulados quanto à posição longitudinal e o ângulo de trabalho no solo. No dispositivo dosador de adubo, também é prevista uma regulagem na quantidade de adubo, de acordo com o tipo de solo a ser trabalhado.

b) A posição longitudinal das bancadas (10) pode ser ajustada na melhor condição de trabalho, conforme as dimensões antropométricas do agricultor.

c) A profundidade e posição longitudinal do sulcador (17) pode variar de acordo com as condições do terreno e aspectos dimensionais das mudas a serem plantadas.

d) Os roletes superiores (11) com suporte articulados que permitem a variação na abertura dos discos flexíveis, podem

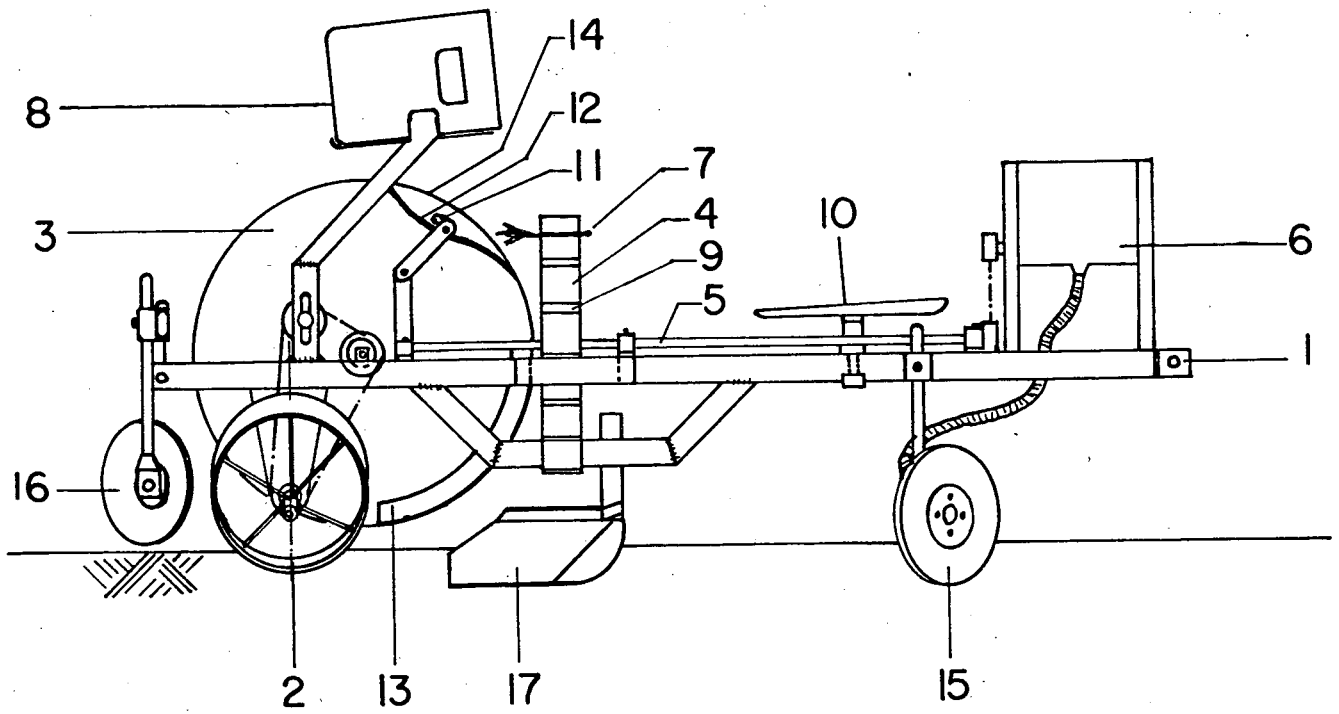


Fig. 5-2 - Esquema de funcionamento da concepção

ser deslocados para garantir a entrada de mudas de diferentes tamanhos no disco plantador.

e) As guias inferiores (13), que atuam nos discos flexíveis aproximando-os do disco fixo (14), tem posição variável conforme o diâmetro das mudas.

f) A altura das rodas compactadoras (2) pode ser modificada para variar o efeito de compactação do solo em torno das mudas.

g) Os discos de aterração (16) podem ser regulados quanto à profundidade e aproximação dos mesmos da linha de mudas.

A máquina trabalha articulada pelo engate (1) dentro do chassi mostrado na figura 5.3, cujo principal objetivo é dar estabilidade lateral ao conjunto plantador, permitindo, entretanto, que ele acompanhe as irregularidades superficiais do terreno mantendo uma profundidade constante de plantio.

Para as manobras de fim de curso, é previsto um sistema de elevação como o mostrado esquematicamente na figura 5.3. O conjunto de elevação é composto de uma caixa de redução tipo coroa e sem-fim, acionada por manivela, que faz girar uma roldana, onde está enrolado um cabo que permite elevar a máquina a uma altura suficiente para as manobras e para o transporte.

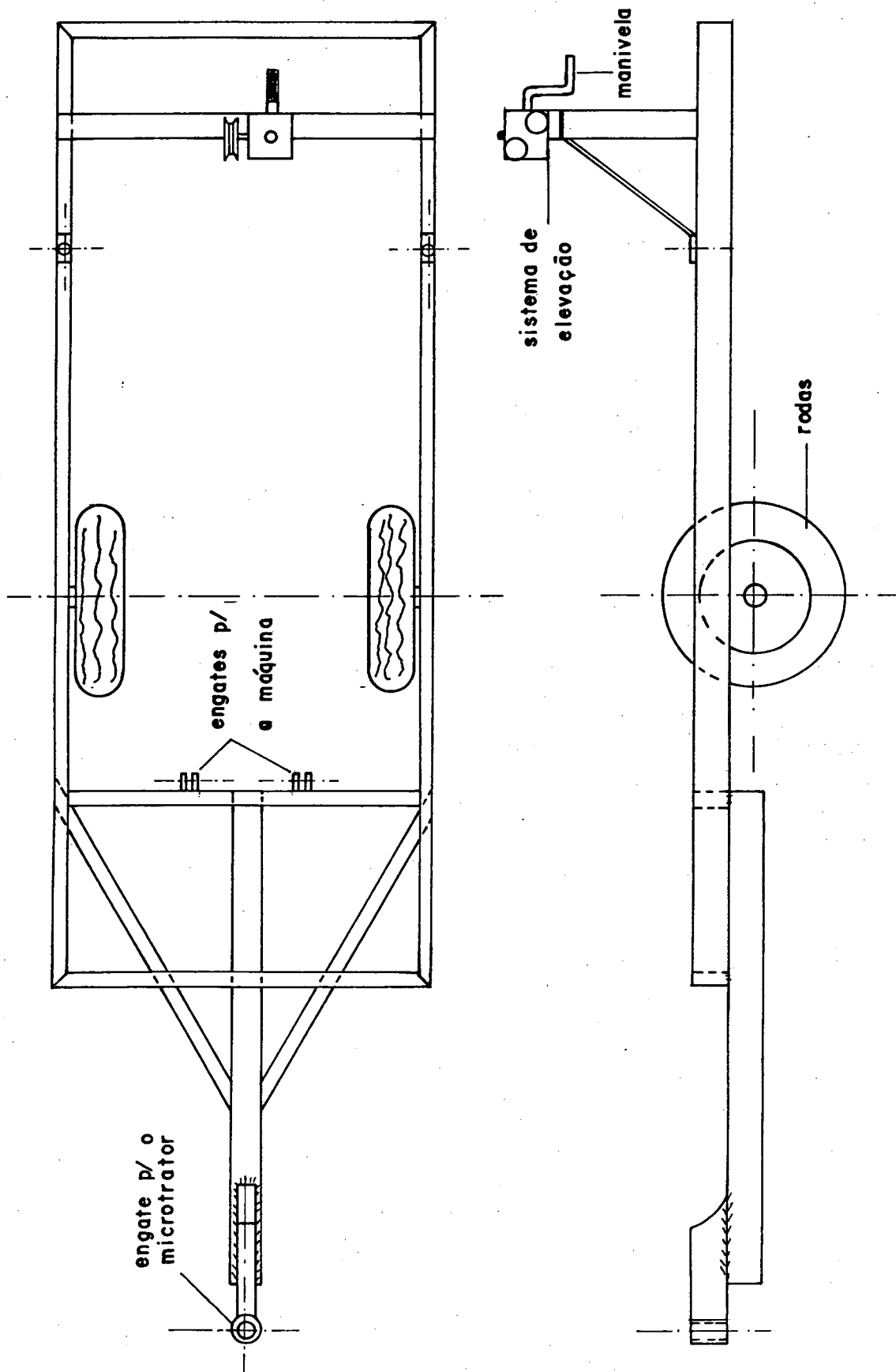


Fig. 5.3 - Carreta de transporte e sistema de elevação



## C A P Í T U L O   V I

### PROJETO PRELIMINAR, PROJETO DETALHADO E CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

#### 6.1. Projeto Preliminar

Até o presente capítulo, desenvolveu-se uma concepção de projeto cujo objetivo principal era o de plantar mudas com pequenos espaçamentos. Nesta fase do trabalho, realizar-se-á uma série de estudos para a obtenção de idéias que permitam estabelecer a viabilidade física e uma solução técnico-econômica objetivando um produto de boa qualidade.

Será considerado o dimensionamento dos parâmetros mais apropriados de modo a atender aos requisitos de projeto propostos.

Visando facilitar a construção do protótipo e simplificar os processos de fabricação, montagem e manutenção, garantindo a padronização dos componentes, optou-se pela utilização de algumas peças de máquinas plantadoras existentes no mercado.

Um primeiro estudo com o objetivo de dimensionar os principais componentes da máquina visou o selecionamento dos diâmetros dos discos plantadores e cilindros alimentadores.

As medidas consideradas mais apropriadas para seus diâmetros foram 700 mm e 500 mm, respectivamente. Para os discos plantadores esta escolha justifica-se por possibilitar uma posição cômoda de trabalho aos agricultores que permanecem sentados, além

A dimensão de visual e facilidade para a musculatura.

É necessária a responsabilidade direta, por exemplo, a máquina, a sua funcionalidade e o conforto dos operadores.

Do mesmo modo, para a determinação da relação de transmissão entre os discos plantadores e os cilindros alimentadores, foram utilizados os seguintes cálculos:

Com base na função de transmissão e na cortesia, decidiu-se utilizar as seguintes máquinas.

A determinação foi feita pelo agricultor. Com o intuito de individualizar em função do tamanho da máquina e da habilidade do operador:

O afastamento de 50 mm dos discos do solo, justifica-se para apresentar uma maior proteção dos mesmos contra obstáculos no solo.

A transmissão de movimento entre o eixo dos discos e as rodas compactadoras é realizada por corrente. Este sistema permite um desalinhamento entre as rodas dentadas de modo a suportar cargas mais elevadas.

A relação de transmissão é calculada como segue:

$$V = \pi n_c d_c = \pi n_d d_d$$

$$i = \frac{n_c}{n_d} = \frac{d_d}{d_c} = \frac{800}{400}$$

$$i = 2$$

Do mesmo modo, para a determinação da relação de transmissão entre os discos plantadores e os cilindros alimentadores, foram utilizados os seguintes cálculos:

$$V = \pi n_d d_d = \pi n_{ci} d_{ci}$$

$$i = \frac{n_d}{n_{ci}} = \frac{d_{ci}}{d_d} = \frac{500}{800}$$

$$i = 0,625$$

Baseado nesses valores, foram selecionadas as engrenagens responsáveis pelo acionamento dos cilindros alimentadores que serão apresentados no item seguinte.

Conforme descrito no capítulo anterior, o acionamento do dosador de adubo é feito através do eixo intermediário com uma transmissão por correntes, a partir do eixo de um dos alimentadores e com uma relação de transmissão 1:1.

Estudos posteriores estão relacionados com a construção dos principais componentes da máquina. Objetivando atender aos requisitos de projeto exigidos para o plantio de mudas de cebola, houve necessidade de confeccionar vários dispositivos como descrito a seguir:

a) Adubador - Como mostra a figura 6.2, o conjunto de adubação é composto dos seguintes elementos: eixo palheta, mancais e o reservatório de adubo.

As dificuldades de fabricação, montagem, manutenção e limpeza, impedem que este conjunto seja construído em uma peça única, de modo que optou-se por fabricá-las separadamente e depois montá-las.

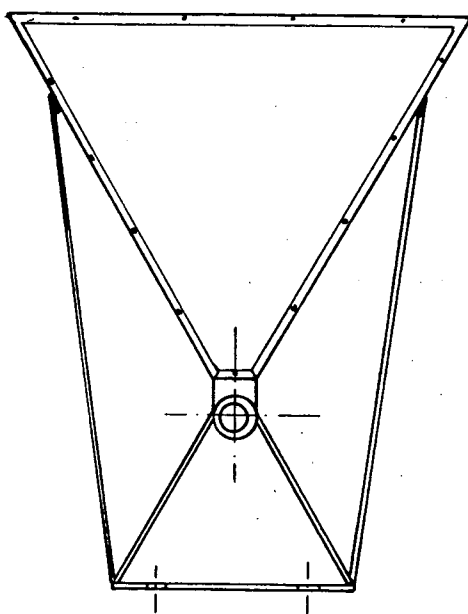


Fig. 6.2 - Conjunto adubador, mostrando detalhes de fixação no chassi da máquina.

Para o desenvolvimento do tipo de adubador, tomou-se por base dois aspectos importantes: a granulometria do adubo mais indicado para a cebola e a quantidade recomendada pelos técnicos, 20 g/m, o que corresponde aproximadamente a 1,5 g/muda. A

partir dessas informações, projetou-se um dosador contínuo com possibilidade de regulagem da quantidade de adubo conforme o tipo de solo utilizado no plantio. A dosagem do adubo é regulada através do deslocamento axial de uma tampa que cobre parcialmente o eixo palheta.

Na parte inferior do eixo palheta, tem-se um coletor, e a partir deste, o adubo é transferido ao solo através de duas mangueiras. A incorporação é feita por meio de dois discos de adubação.

A capacidade do reservatório de adubo foi prevista para 50 kg, que corresponde a um saco embalado industrialmente.

b) Sulcador - O sulcador tem a função de abrir o sulco para o plantio de mudas. Como mostra a figura 6.3, possui na parte frontal uma lâmina de corte para facilitar a abertura do sulco e evitar o embuchamento da máquina. Maiores detalhes poderão ser obtidos na referência [2].

Sua fixação permite uma variação de 60 mm na profundidade de trabalho, através de furos discretos existentes na haste. Possui as seguintes dimensões máximas: 40 cm de comprimento, 205 de altura e 115 de largura.

É construído em chapas de aço ABNT 1020 formando um aspecto tipo "canoa", com alta rigidez, pois grande parte do peso da máquina estará apoiado sobre ele.

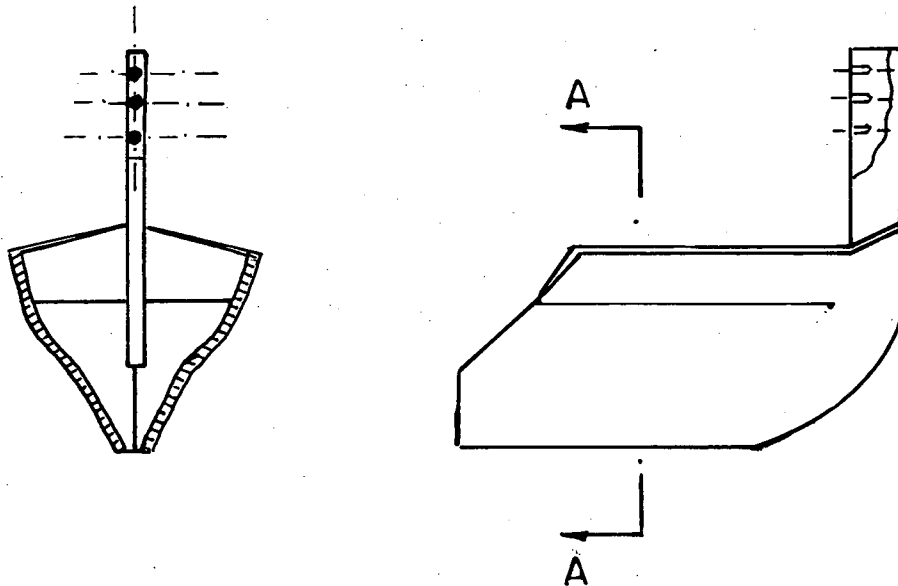


Fig. 6.3 - Vista do sulcador [2].

c) Assentos - O desenho esquemático da figura 6.4 mostra o conjunto de assentos. Os assentos são construídos em chapas de aço ABNT 1020 com 400 x 400 mm.

O suporte dos assentos é construído a partir de barras de aço ABNT 1020 possuindo 680 mm de largura máxima e 75 mm de altura. Este suporte encontra-se montado numa base rígida com formato especial para fixação, por meio de parafusos, no chassi da plantadora.

Este tipo de fixação permite a regulagem na posição longitudinal, conforme a antropometria dos operadores.

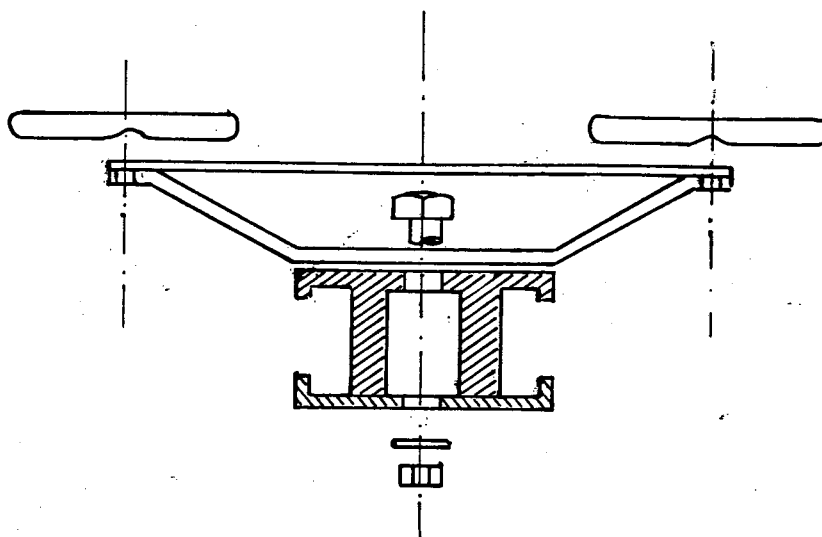


Fig. 6.4 - Vista dos assentos, detalhe da suporte e base de apoio para fixação no chassi [2].

d) Compactador - O conjunto de compactação é mostrado em corte transversal na figura 6.5.

É composto basicamente de duas rodas compactadoras que trabalham inclinadas de  $15^\circ$  com a vertical, proporcionando um afastamento na base das rodas de aproximadamente 80 mm. O par de rodas acha-se apoiado por meio de suportes aparafusados no chassi.

Como já foi mencionado anteriormente, as rodas compactadoras apresentam um diâmetro de 400 mm e largura de 75 mm.

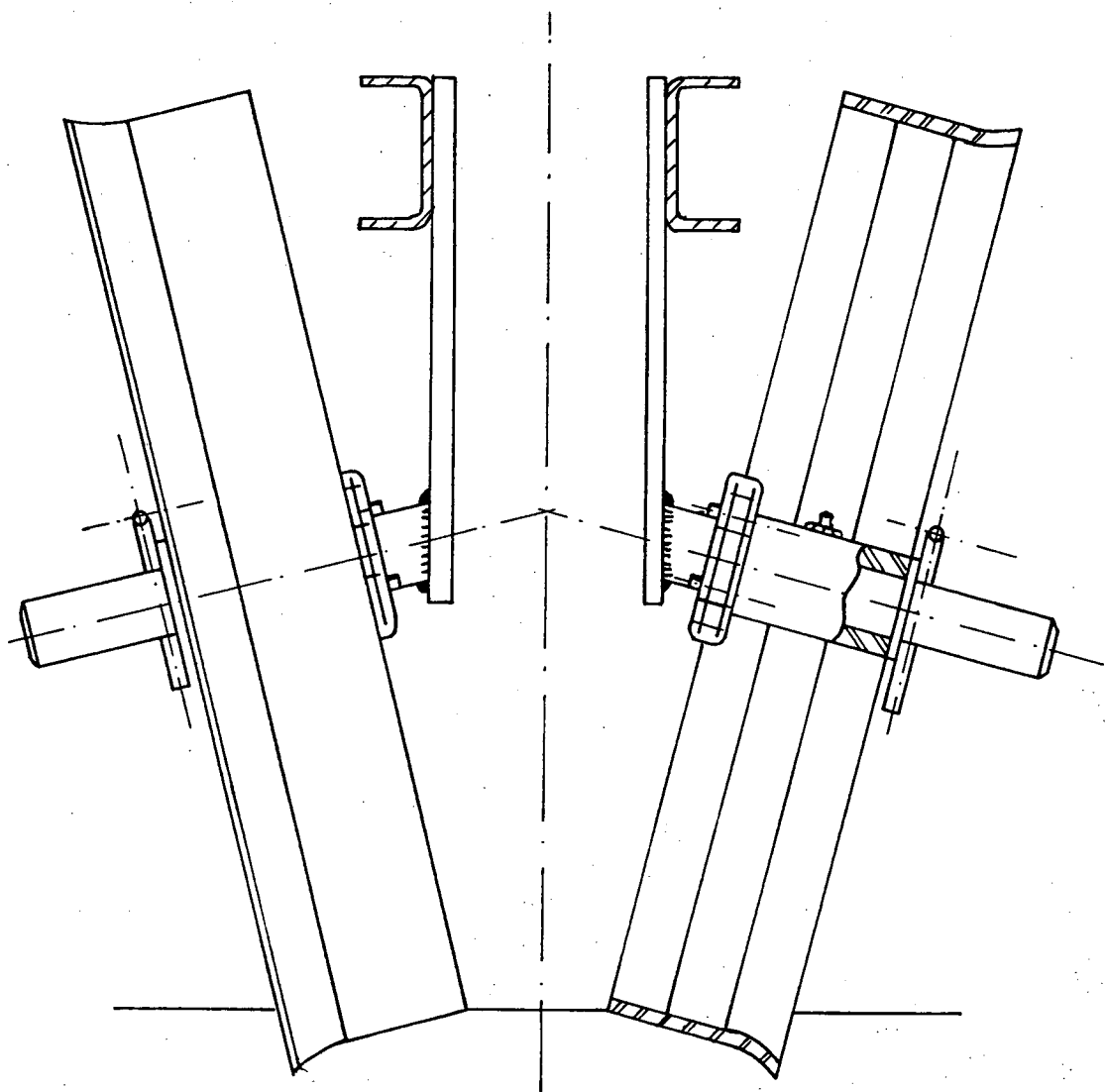


Fig. 6.5 - Conjunto compactador [2].

e) Discos de Adubação - Têm por objetivo abrir o sulco para a incorporação do adubo no solo, na profundidade desejada. Estão representados esquematicamente na figura 6.6. Possuem um diâmetro de 30,48 cm com a periferia afiada para facilitar o trabalho no solo. São construídos a partir de chapas de aço ABNT 1020 com 3 mm de espessura. Apresenta um formato côncavo para auxiliar a fixação do adubo no solo.

Na posição de trabalho, encontram-se com a concavi-

dade voltada para fora da máquina, o que permite facilitar a abertura do sulco.

Estudos realizados na literatura especializada indicaram que a profundidade de corte dos discos deverá ser a mesma do sulcador ou ligeiramente maior, ou seja, 7 a 10 cm. O ângulo de trabalho vai depender do maior ou menor acúmulo de restos de cultura e torrões existentes no solo, tipo e condições do mesmo: maior angulação quando houver pouco ou nenhum resto de cultura; menor angulação (mais retos) quando houver maior quantidade de restos de cultura ou torrões no solo, evitando o embuchamento.

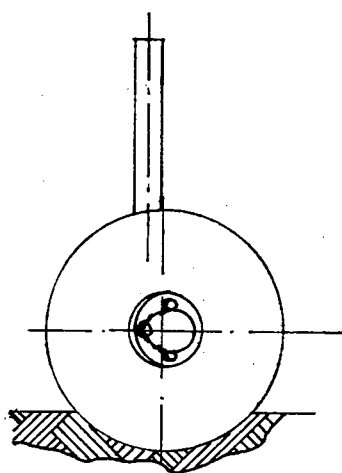


Fig. 6.6 - Discos de adubação [2].

f) Discos de Aterração - Têm como finalidade principal cobrir o sulco deixado pelas rodas compactadoras e aterrar as mudas. Possuem as hastes de apoio construídas a partir de uma barra redonda de aço ABNT 1020 com 254 mm de diâmetro idênticas às utilizadas pelos discos de adubação, possibilitando a regulação do ângulo, da profundidade e da aproximação da linha de plantio. Seu diâmetro é 254 cm.



A figura 6.7 mostra esquematicamente um disco de aterração que trabalha com a concavidade voltada para dentro, visando formar o "camaleão", para melhor proteger as mudas plantadas.

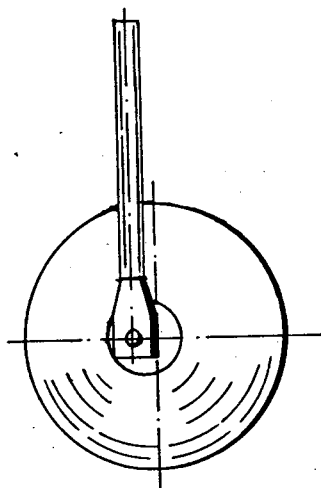


Fig. 6.7 - Vista do disco, destacando a haste de apoio |2|.

Definida a fase de desenvolvimento dos principais componentes, muitas alternativas foram propostas para encontrar a solução mais adequada para o chassi da plantadora, contudo, a solução que apresentou maiores vantagens foi a representada pela figura 6.8. Suas dimensões máximas são: 2210 mm de comprimento e 1160 mm de largura. É toda construída com perfis de aço ABNT 1020 em forma de "U" medindo 70 x 25 mm.

O objetivo principal desta alternativa foi de possibilitar o apoio nas abas de mancais para os eixos das peças móveis, bem como, facilitar a montagem e desmontagem dos mesmos.

Podem, também, ser vistos nesta figura, os deta-

lhes de fixação das guias e roletas, os apoios para os esticadores de correntes, suporte do mancal do eixo intermediário e apoio dos pés dos operadores.

No desenvolvimento do chassi estrutural, procurou-se estabelecer uma relação de forma-função, de modo a permitir o maior número possível de regulagem e ajustes para os componentes do protótipo, dotando-o de rasgos, furos e apoios especiais, sem, contudo, diminuir a sua rigidez e funcionalidade.

Após a etapa de obtenção de formas e dimensões aproximadas dos componentes mais importantes da máquina, os trabalhos seguintes concentraram-se na especificação geral dos seus componentes.

As considerações anteriores poderão ser mais facilmente identificadas através do acompanhamento da execução do projeto detalhado e construção do protótipo.

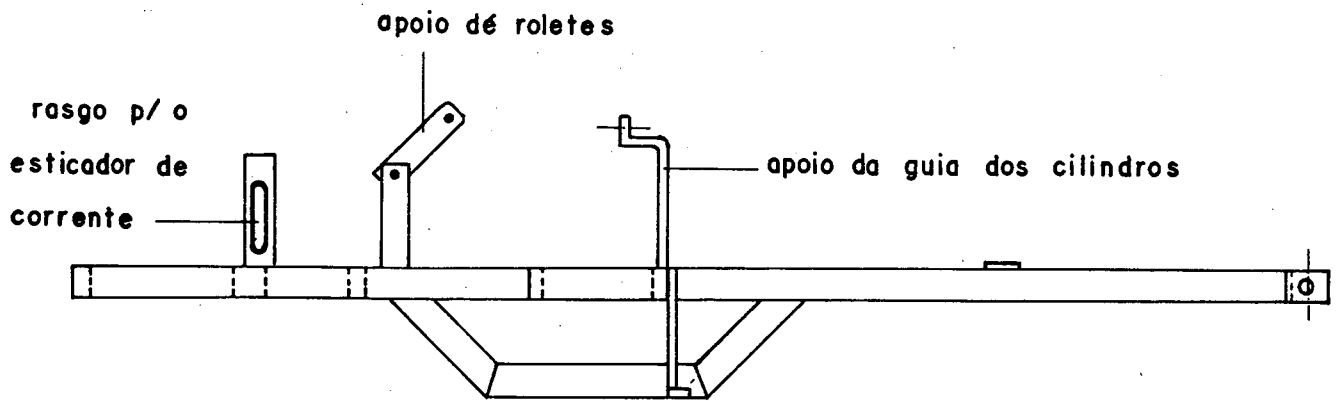


Fig. 6.8a - Vista frontal do chassi da plantadora

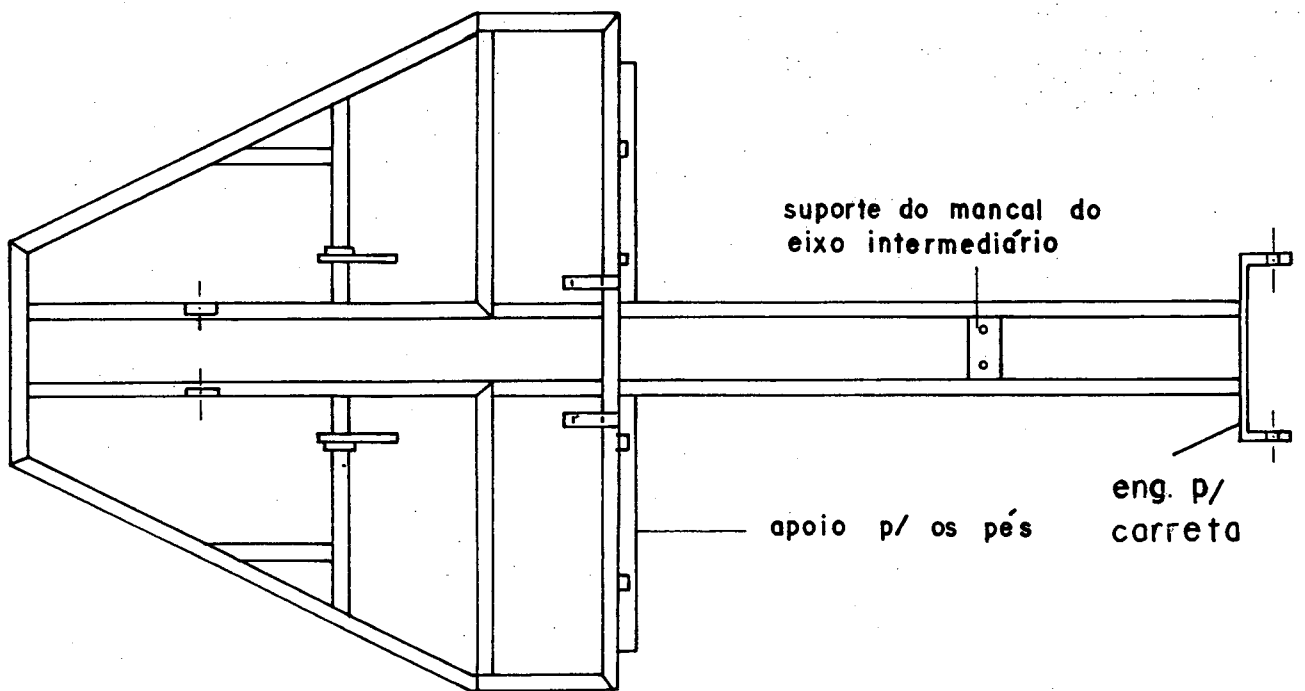


Fig. 6.8b - Vista superior do chassi, mostrando o engate para fixação na carreta.

## 6.2. Projeto Detalhado

A concepção descrita no capítulo 5 e no item anterior será agora alvo de um detalhamento mais profundo no que se refere à especificação dos componentes. Os materiais serão selecionados, os processos de fabricação determinados e as dimensões dos elementos estipuladas.

A máquina é projetada, principalmente, para atender ao pequeno produtor rural, onde não há mão-de-obra especializada em maquinaria agrícola. Nesse sentido, são dispendidos esforços para direcionar a escolha da matéria-prima objetivando economia de material, simplicidade dos processos de fabricação, montagem e manutenção, de tal modo a se obter redução significativa dos custos. Procurou-se, ainda, utilizar ao máximo material de componentes padronizados e de fácil aquisição, com o propósito de minimizar os trabalhos de corte, dobramento, conformação e soldagem.

Todas as atividades descritas no item 6.1, estão em concordância com estes objetivos, de modo que, a escolha dos componentes recaiu sobre aqueles mais simples e baratos e que evitam a necessidade de utilização de processos especiais de conformação.

O acompanhamento para a especificação dos elementos realizar-se-á com o auxílio de desenhos normalizados, na forma de vistas ortogonais ou perspectivas que melhor representem a peça em questão, bem como, por vezes, utilizar-se-á fotografias de elementos desenvolvidos no laboratório de projeto da UFSC.

O detalhamento será efetuado de acordo com a numeração contida nos desenhos e da seguinte forma:

1 - Mancais de apoio - Foram construídos 8 mancais de escorregamento: 6 possuem um diâmetro de 15 mm para apoiar os eixos dos cilindros alimentadores e o eixo intermediário de acionamento do conjunto adubador e os 2 restantes tem diâmetro de 20 mm para serem utilizados no eixo dos discos plantadores.

O desenho 1 mostra uma representação completa do mancal de apoio. Os seus elementos principais estão detalhados no desenho número 2. É confeccionado em base de ferro chato e buchas internas de bronze montadas sob pressão no furo do corpo do conjunto. Possui na parte superior do corpo quadrangular, de aço ABNT 1020, uma graxeira reta com 6 mm de diâmetro.

2 - Adubador - É composto de vários elementos conforme o desenho 3. A caixa de adubo possui formato obeliscular, ou seja, as 4 paredes são inclinadas com a vertical para facilitar a descida do adubo. É construída em chapa fina de aço ABNT 1020 de 1,2 mm de espessura e apresenta como dimensões máximas, 600 mm de comprimento, 400 mm de altura e 300 mm de largura.

O conjunto dosador de adubo é montado na caixa por meio de 4 parafusos M6. O eixo palheta é composto de 5 pás de 10 mm de altura e 50 mm de comprimento, confeccionadas em chapa de aço ABNT 1020 com 1 mm de espessura fixadas longitudinalmente e equidistante entre si de  $72^{\circ}$ , ao redor do eixo.

O material utilizado na construção do eixo palheta consiste num tubo de seção circular galvanizado com diâmetro de 33,34 mm e 3,18 mm de espessura de parede (ver desenho 4).

O corpo do dosador e os mancais do eixo palheta foram projetados de modo a permitir a remoção do eixo, sendo fixados

por meio de 4 parafusos M6 (ver desenho 5 e 6).

O desenho número 7 mostra a caixa de adubo e o conjunto dosador ligados por elementos estruturais para possibilitar a fixação e montagem no chassi da plantadora.

3 - Chassi - É construído com perfis em forma de "U", obtido pelo processo de laminação, de aço ABNT 1020 medindo 75 x 25 mm, com os elementos fixados entre si por meio de soldas resistentes. As medidas principais, os ângulos de corte para a soldagem e as quantidades de cada elemento encontram-se nos desenhos 8 e 9.

O suporte para engate na carreta é construído em aço ABNT 1020 com 50,8 mm de largura e 6,35 mm de espessura. É composto de três peças: uma soldada transversalmente ao chassi da plantadora e duas abas menores, com furos de 20 mm de diâmetro, para engate através de um pino na estrutura da carreta. Maiores detalhes poderão ser visto na figura 6.8.

4 - Rodas compactadoras - A estrutura básica das rodas compactadoras é composta de um anel externo de aço ABNT 1020 com 4,76 mm de espessura e 400 mm de diâmetro. Esse anel é fixado ao cubo através da soldagem de 6 talas de "ferro chato" com 6,35 mm de espessura, 12,7 mm de largura e 160 mm de comprimento. Veja como ilustração o desenho 10.

O cubo possui 3 furos equidistantes de 4 mm de diâmetro numa de suas faces para fixação da roda dentada que, através de uma transmissão por corrente, proporcionará o acionamento dos demais componentes. É prevista, também, a colocação de uma graxeira LUB com 6 mm de diâmetro localizada na região superior do cubo.

Os seus eixos foram obtidos a partir de uma barra redonda de aço ABNT 1045 com 30 mm de diâmetro, onde foi realizado um trabalho de usinagem para redução até 25 mm. Possuem uma de suas extremidades esmerilhadas para facilitar a soldagem destes no suporte das rodas compactadoras.

Os suportes das rodas compactadoras são construídos em chapa de aço ABNT 1020 com dimensões e formato representados no desenho 11. Na sua parte superior, apresenta dois rasgos com 50 mm de comprimento e 10 mm de largura para regulagem da altura das rodas compactadoras.

As rodas compactadoras são montadas na posição adequada de trabalho por meio de pinos elásticos com 4 mm de diâmetro e 50 mm de comprimento, fixados num furo transversalmente aberto no eixo.

5 - Discos plantadores - O conjunto dos discos plantadores é composto de três elementos principais: um disco rígido construído em chapa de aço ABNT 1020 com 3 mm de espessura e 700 mm de diâmetro e dois discos flexíveis com idêntico diâmetro ao anterior, construídos em borracha do tipo neolight com 4 mm de espessura. O disco rígido está disposto entre os dois discos flexíveis, de modo a permitir a abertura destes para a entrada das mudas.

Duas placas circulares de aço ABNT 1020 com 3 mm de espessura e 230 mm de diâmetro, mantêm em contato permanente a região central dos discos flexíveis, por meio de 3 parafusos M4 equidistantes de  $120^{\circ}$  (veja desenho 12).

O conjunto dos discos plantadores encontra-se montado coaxialmente no eixo com auxílio de uma bucha obtida a

partir de um tarugo de aço ABNT 1020 com 20 mm de diâmetro interno e 35 mm de diâmetro externo. Esta bucha com os discos é fixada sobre um eixo de aço ABNT 1020 com 19,05 mm de diâmetro e 650 mm de comprimento, por meio de um parafuso de ponta atuante, com sextavado interno e 6 mm de diâmetro.

Deve-se ressaltar que o diâmetro do eixo é obtido diretamente da barra em bruto, evitando a necessidade de um trabalho adicional de usinagem.

6 - Cilindros alimentadores - São construídos em madeira resistente com 80 mm de largura e 500 mm de diâmetro. Possuem 10 ranhuras superficiais com 10 mm de diâmetro e afastadas entre si de 150 mm na circunferência, onde serão colocadas manualmente, pelo operador, as mudas a serem plantadas.

Para facilitar o posicionamento das mudas de cebola nas ranhuras superficiais dos cilindros, é previsto na parte central dos cilindros individualizadores uma redução de 10 mm no raio e 40 mm na largura, conforme mostra o desenho 13. Este vão deve ser ocupado pelos dedos do operador no momento da liberação das mudas nas ranhuras.

Cada cilindro é montado, num eixo obtido de uma barra redonda de aço ABNT 1020 com 15,87 mm de diâmetro e 490 mm de comprimento, por meio de uma flange (veja desenho 14). Esta flange é fixada rigidamente ao eixo através de um parafuso com ponta atuante e sextavado interno, com 6 mm de diâmetro e 12,5 mm de comprimento.

Os cilindros trabalham afastados radialmente entre si de 5 mm, com uma distância entre eixos de 505 mm.



7 - Guia dos cilindros <sup>alimentadores</sup> alimentadores - Confeccionada com o mesmo material utilizado na construção dos cilindros, tem por finalidade evitar a queda das mudas antes de entrarem nos discos plantadores. Suas dimensões máximas são: 250 mm de comprimento, 80 mm de largura e 155 mm de altura. Possui um formato similar ao mostrado no desenho 15, e encontra-se montada entre os dois cilindros por meio de dois suportes idênticos soldados ao chassi da plantadora.

Cada suporte contém uma ranhura longitudinal com 15 mm de comprimento e 7 mm de largura, visando o ajuste da guia, conforme o diâmetro das mudas. A fixação da guia nos suportes é feita com o auxílio de dois parafusos de cabeça francesa com 6 mm de diâmetro, sendo um em cada suporte.

8 - Roletes superiores - Os roletes superiores são obtidos a partir de uma barra redonda de nylon, e possuem 31,75 mm de diâmetro (que é o mesmo da barra) e 45 mm de comprimento.

O rolete gira em torno de um pino de aço ABNT 1020 que está fixado por parafuso numa haste, conforme mostra o desenho 16. Esta haste encontra-se, da mesma forma, aparafusada num suporte soldado ao chassi da plantadora.

Para o ajuste mais adequado dos roletes à posição de trabalho, são previstas três possíveis regulagens: pelo giro do pino que suporta o rolete; pela posição do pino na ranhura longitudinal, de 40 mm de comprimento e 10 de largura, existente na haste e pela posição da própria haste, que pode ser girada em torno de seu parafuso de fixação.

Tanto a haste como o suporte são obtidos de "ferro

chato" de 6,35 mm de espessura e 50,8 mm de largura. Os parafusos utilizados para a fixação dos elementos são do tipo cabeça sextavada M10.

9 - Guias inferiores - As guias inferiores são compostas por 4 roletes, similares ao descrito no item anterior, que giram pelo atrito com a face externa dos discos flexíveis, garantindo, através de uma leve pressão exercida pelos discos, que as mudas mantenham-se fixas até sua saída para o solo.

O conjunto de roletes acha-se montado entre duas barras de "ferro chato", com 6,35 mm de espessura e 12,7 mm de largura, que formam um setor circular de 90° (ver desenho 17). A fixação dos roletes é feita por meio de pinos de aço ABNT 1020 com 10 mm de diâmetro, soldados às barras e espaçados de 25° uns dos outros.

A barra côncava interna possui um raio de 300 mm e a externa 350 mm. Estão afastadas entre si pela soldagem de três espaçadores de 40 mm de comprimento, confeccionados do mesmo material utilizado na construção das barras.

Cada guia contém um suporte para fixação no chassi onde se tem uma ranhura transversal com 15 mm de comprimento e 7 mm de largura, que permite o ajuste da pressão dos roletes contra os discos flexíveis.

10 - Suporte das caixas de mudas - Com o objetivo de apoiar as duas caixas plásticas para mudas, com 550 mm de comprimento, 310 mm de altura e 350 mm de largura, foi prevista a colocação de um suporte único, conforme ilustra a figura 6.9. Acha-se localizado sobre os discos plantadores, em frente aos operado-

res, e com distância obtida após um estudo ergonômico baseado na facilidade de acesso das mãos e no conforto dos operadores.

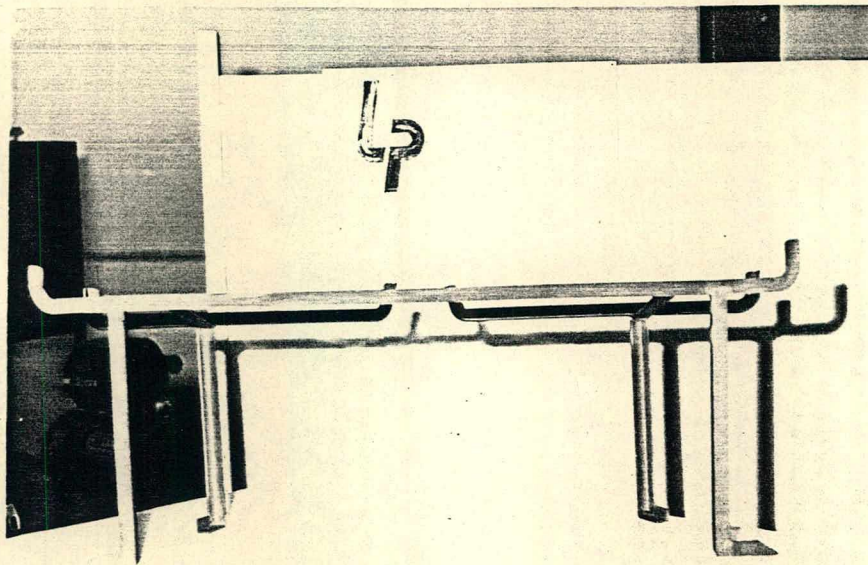


Fig. 6.9 - Suporte das caixas de mudas.

É todo construído em cantoneira de aço ABNT 1020 com 5 x 25 mm. Suas dimensões máximas são as seguintes: 1200 mm de comprimento, 500 mm de altura e 320 mm de largura.

Quatro parafusos M6, um em cada haste vertical, são utilizados para a fixação do suporte na posição transversal ao chassi da plantadora, possibilitando sua remoção na eventual retirada dos discos plantadores.

11 - Rodas dentadas e correntes - Todas as rodas dentadas são confeccionadas em ferro fundido, e assim distribuídas.

a) no eixo das rodas compactadoras: rodas dentada com 6 dentes com perfil parabólico, conforme mostra o desenho 18.



É utilizado um esticador de corrente para cada transmissão a partir das rodas compactadoras, obtidos com as mesmas rodas dentadas especificadas anteriormente.

b) no eixo do conjunto plantador: as rodas dentadas apresentam a mesma especificação que as anteriores e com 12 dentes, obtendo assim uma redução 2 (ver desenho número 19).

c) no eixo de um dos cilindros alimentadores: a representada no desenho 18.

d) no eixo intermediário: igual à representada no desenho 18.

e) no eixo do dosador de adubo: igual à representada no desenho número 18.

Para as correntes, foi possível utilizar um tipo único em todas as transmissões, cuja especificação completa é:

marca: REX - CORRENTES

tipo : Corrente estampo 32-50 elos |2|.

12 - Engrenagens cônicas - A ampliação da rotação dos cilindros alimentadores a partir do eixo dos discos plantadores, é feita por meio de uma transmissão por engrenagens cônicas a 90°. Não foi possível a construção do conjunto de engrenagens, as quais foram calculadas e estão com suas dimensões completadas apresentadas.

Assim, utilizou-se engrenagens cônicas existentes no mercado encontradas no ferro velho, porém com relação de transmissão de 0,688, um pouco maior que a necessária, 0,625. A ampliação do movimento foi menor do que deveria. Com isso, o número de



mudas por metro deverá ficar menor que o esperado e as mudas plantadas no solo não ficarão posicionadas na posição radial.

13 - Eixo intermediário - Construído com o mesmo material utilizado na confecção dos eixos dos cilindros alimentadores mede 860 mm de comprimento e encontra-se fixado longitudinalmente ao chassi por meio de dois mancais de apoio, conforme figura 6.10.

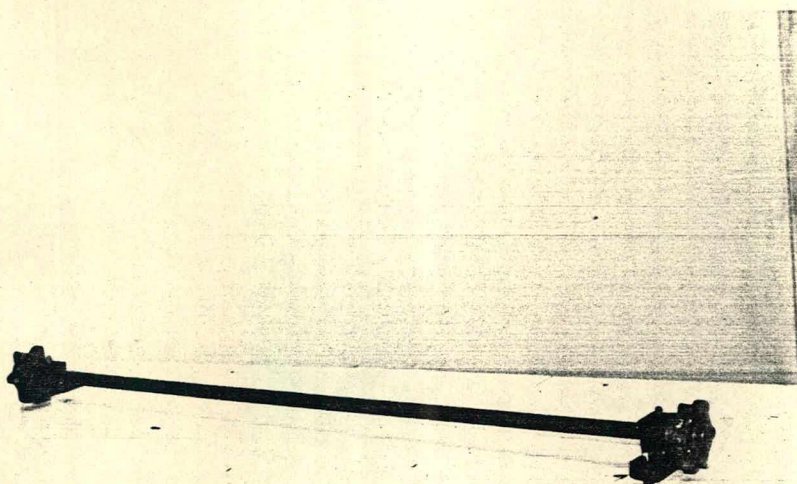


Fig. 6.10 - Eixo intermediário.

Cada extremidade do eixo contém uma roda dentada com 6 dentes, com a finalidade de acionamento do conjunto dosador de adubo.

14 - Carreta de sustentação - Confeccionada em perfil "U" laminado de 25 x 75 mm, possui um comprimento total de 4.230 mm e 1460 mm de largura, conforme mostra o desenho número



19. Está apoiada em duas rodas idênticas do tipo utilizada no eixo traseiro do automóvel PASSAT e pneus com 570 mm de diâmetro e 150 mm de largura. O rodado encontra-se montado na carreta pelo lado interno dos perfis, por meio de um elemento de fixação como o ilustrado no desenho 20.

A colocação das rodas pelo lado de dentro dos perfis se deve ao fato de que estas devem permanecer com o mesmo espaçamento das rodas do micro-tractor, ou seja, com uma bitola de 1200 mm, de modo a permanecer na posição central entre linhas.

A união entre os elementos que constituem a carreta foi feita por meio de solda resistente. Suas características construtivas e de projeto são semelhantes às das carretas encontradas na literatura.

### 6.3. Construção e Montagem do Protótipo

Concluídas as fases de dimensionamento e especificação dos componentes, bem como, os desenhos necessários à fabricação, os trabalhos de construção e montagem do protótipo foram iniciados.

Estas atividades foram realizadas nas instalações do Laboratório de Projetos, vinculado ao Departamento de Engenharia Mecânica, e contou com o auxílio dos Laboratórios de Conformação Mecânica, Máquinas Operatrizes, Soldagem, Dinâmica de Máquinas e do Produto. Este último pertencente ao Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas.

A seguir, é apresentada uma série de ilustrações



sobre o trabalho com o objetivo de facilitar a visualização dos componentes construídos e a sequência de montagem desenvolvida.

A figura 6.11 apresenta os dois cilindros alimentadores com seus respectivos mancais e engrenagens. Nota-se que es tão simbolizando a posição de trabalho na máquina, isto é, defasados entre si com relação às ranhuras, de modo a permitir um espaçamento igual e constante de 7,5 cm entre mudas na linha.

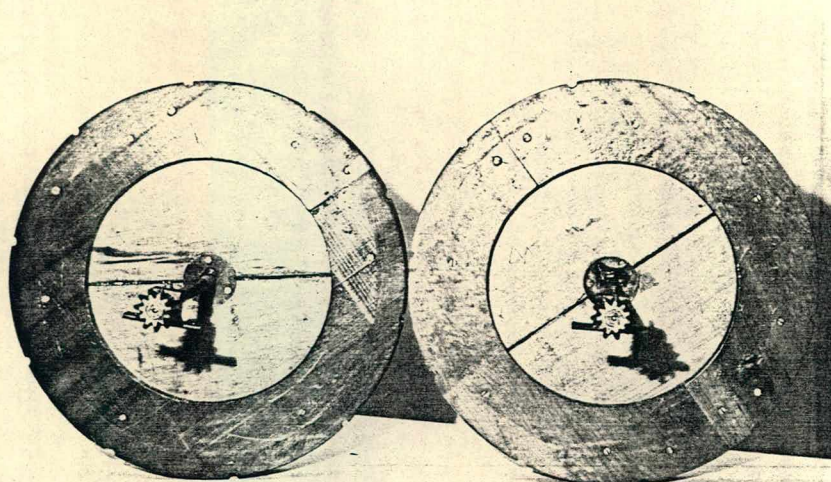


Fig. 6.11 - Cilindros alimentadores.

A forma final dos discos plantadores está mostrada na figura 6.12a, onde se podem observar montados no eixo, os mancais, as engrenagens de transmissão e as rodas dentadas, enquanto que os detalhes referentes à fixação dos discos através da placa circular podem ser vistos na figura 6.12b.



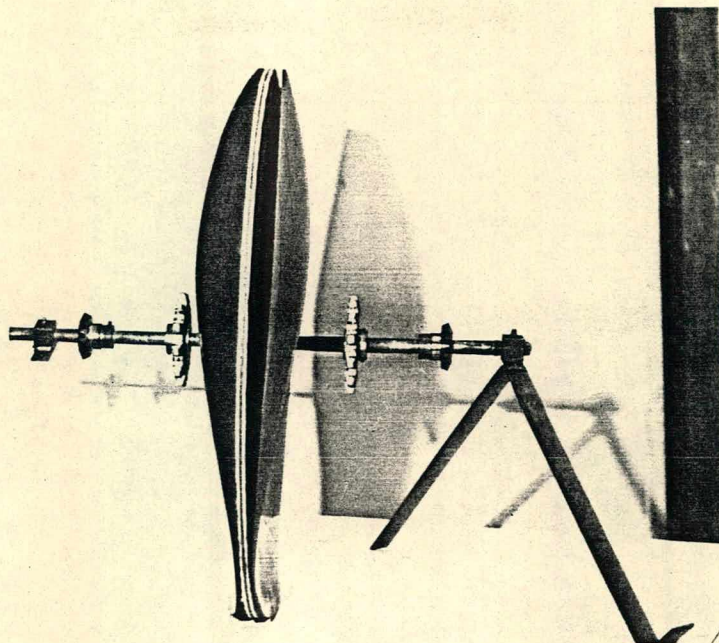


Fig. 6.12a - Discos plantadores.

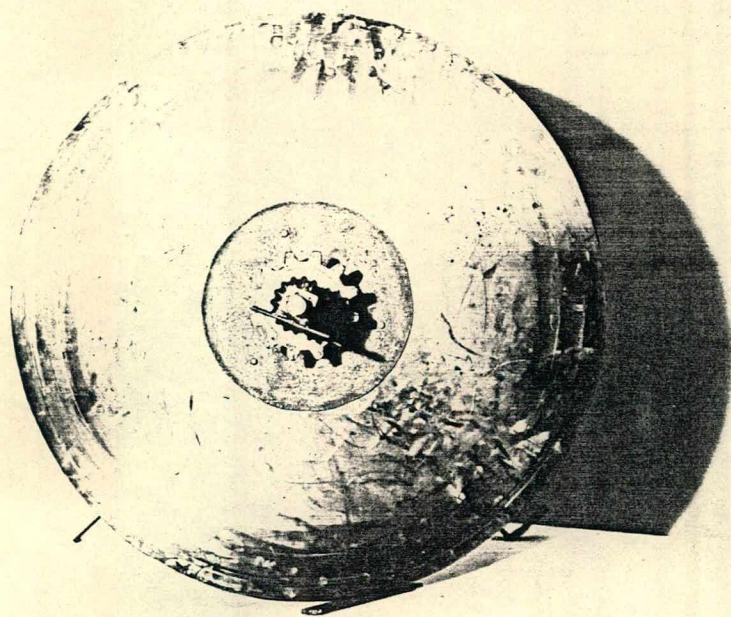


Fig. 6.12b - Detalhe da placa circular de fixação.



As duas rodas compactadoras, já montadas em seus respectivos eixos com o suporte de fixação, podem ser vistos na figura 6.13. Pode-se observar, também, as rodas dentadas utilizadas para o acionamento do disco plantador.

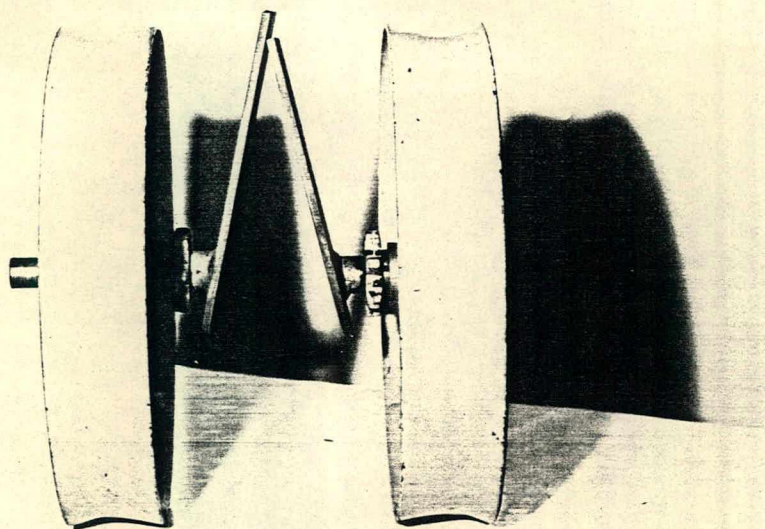


Fig. 6.13 - Rodas compactadoras.

A figura 6.14 mostra o par de guias inferiores com o suporte para a fixação no chassi da plantadora. Nota-se o rasgo existente nos suportes para os ajustes necessários dos guias.

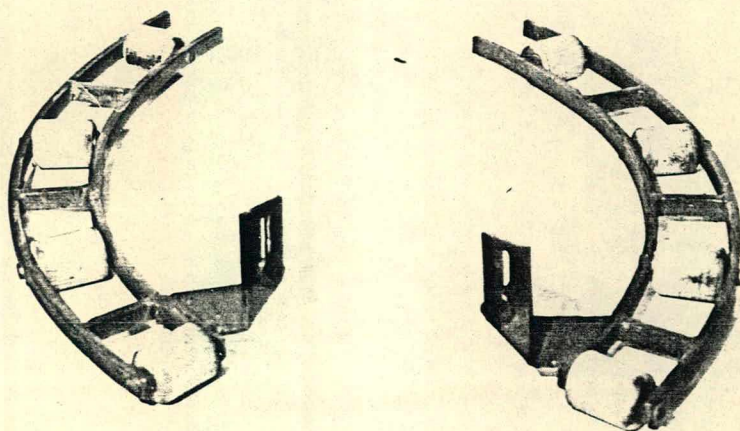


Fig. 6.14 - Vista das guias inferiores.



A construção final do conjunto de adubação apresenta a forma mostrada na figura 6.15, com o detalhe das barras de fixação que têm a função de proporcionar rigidez no conjunto e fixá-lo ao chassi.

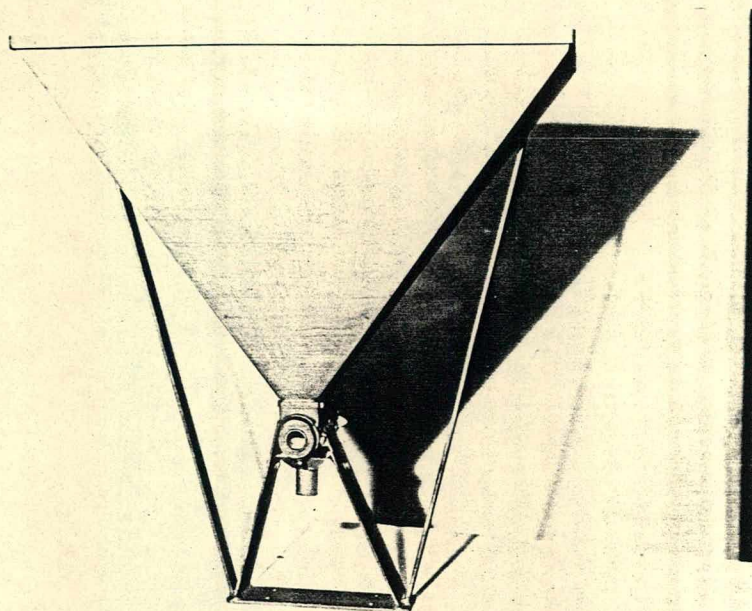


Fig. 6.15 - Conjunto de adubação.

O conjunto de assentos para a acomodação dos operadores na posição adequada de trabalho está ilustrada na figura 6.16 com o suporte para montagem sobre o chassi.

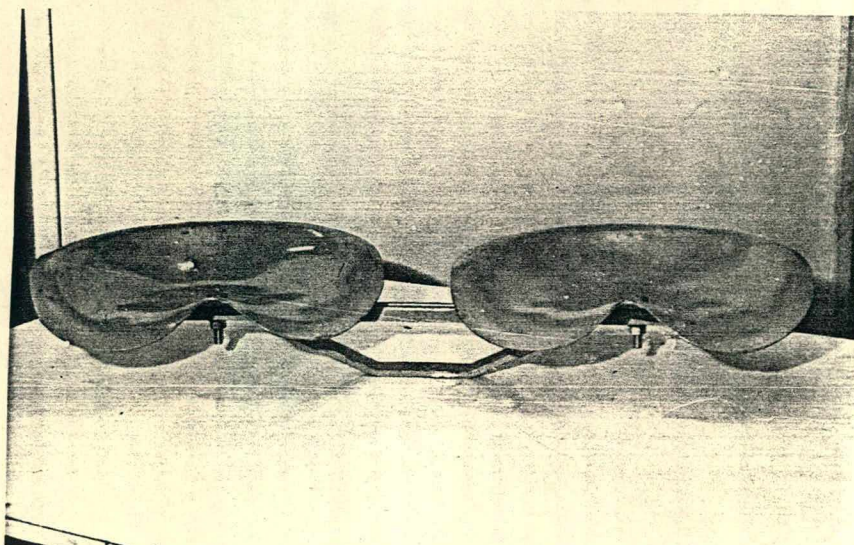


Fig. 6.16 - Aspecto final dos assentos.



A figura 6.17 mostra os discos de aterração com suas respectivas hastes para regulagem da profundidade. Podem ser vistos, também, os suportes de fixação montados na barra de apoio, a qual é aparafusada no chassi da máquina.

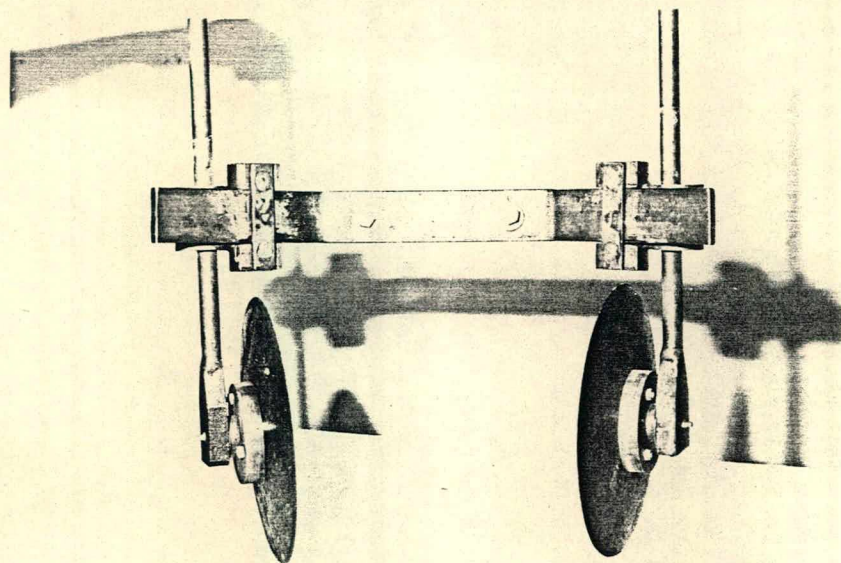


Fig. 6.17 - Vista geral dos discos de aterração.

Os discos de adubação, apresentados na figura 6.18, possuem os suportes de regulagens idênticos aos utilizados no caso dos discos de aterração.

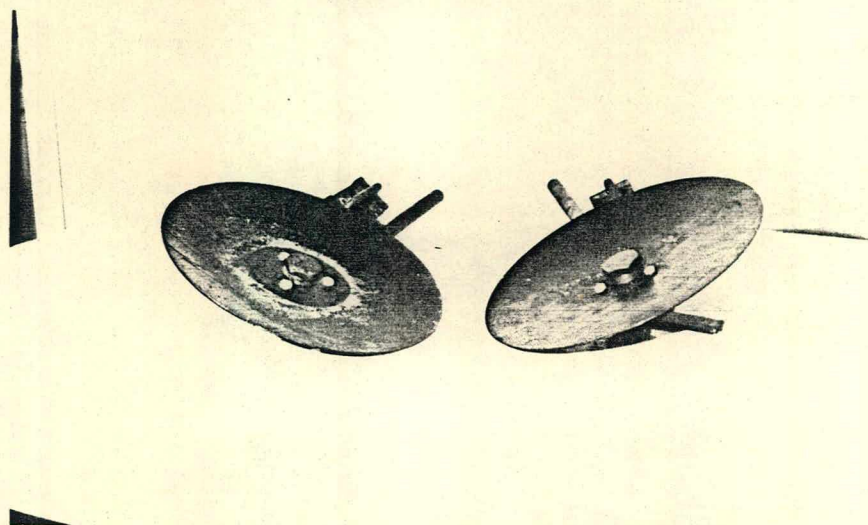


Fig. 6.18 - Discos de adubação.



O posicionamento das caixas de mudas sobre o seu suporte está ilustrado na figura 6.19. Nota-se uma pequena inclinação dos mesmos com a horizontal para evitar a queda das mudas devidas às manobras de fim de curso e vibrações do implemento. Pode-se observar, ainda, as dobras nas extremidades da cantoneira superior do suporte para facilitar o posicionamento das caixas.

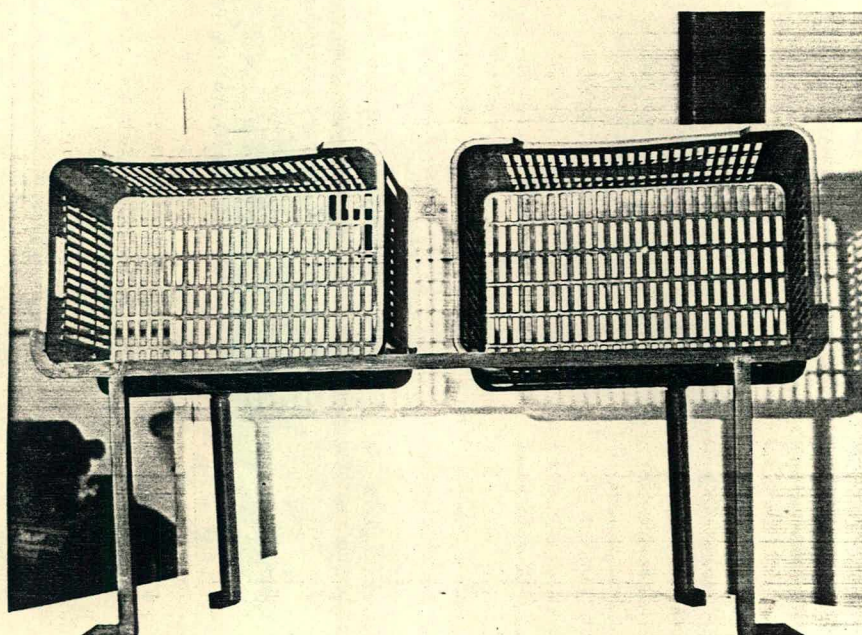


Fig. 6.19 - Posicionamento das caixas de mudas.

A construção final do chassi da plantadora apresenta a forma mostrada na figura 6.20, com detalhes para os suportes das guias, dos roletes, dos esticadores de correntes e das barras para o apoio dos pés dos operadores.



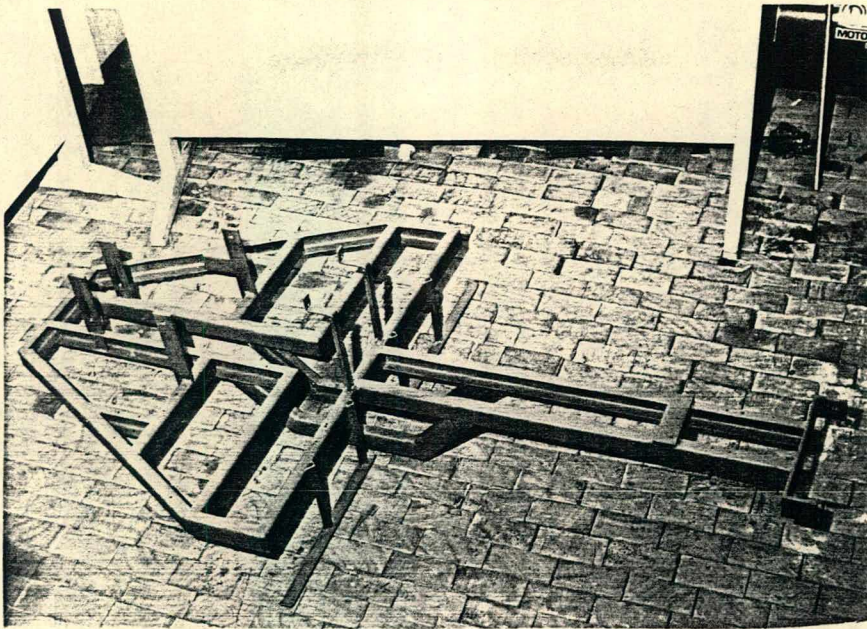


Fig. 6.20 - Aspecto final do chassi da plantadora.

A montagem destes componentes foi realizada com o engate inicial do chassi na carreta, conforme ilustrado na figura 6.21.

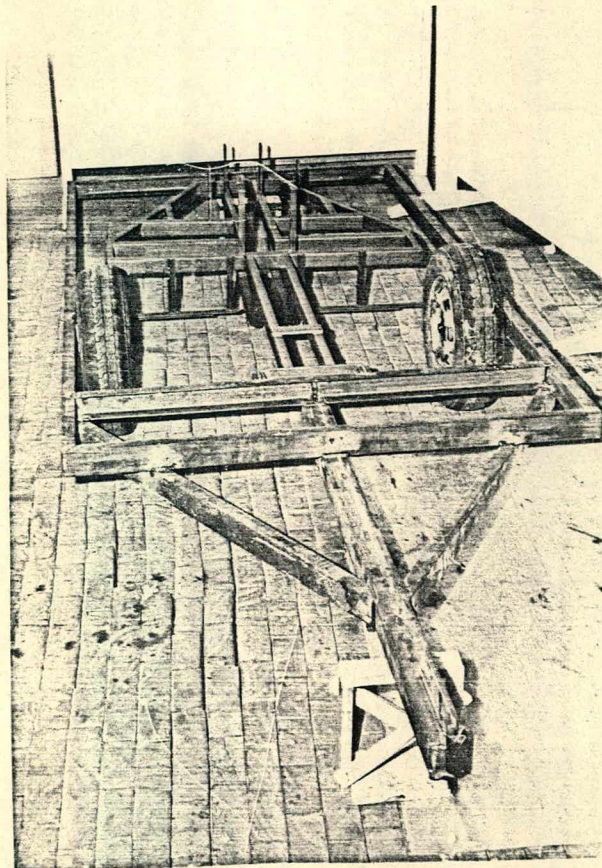


Fig. 6.21 - Detalhe da montagem do chassi da carreta.



A figura 6.22 mostra a fixação das rodas compactadoras na estrutura. Observando-se, também, os furos existentes no chassi para a montagem dos mancais.

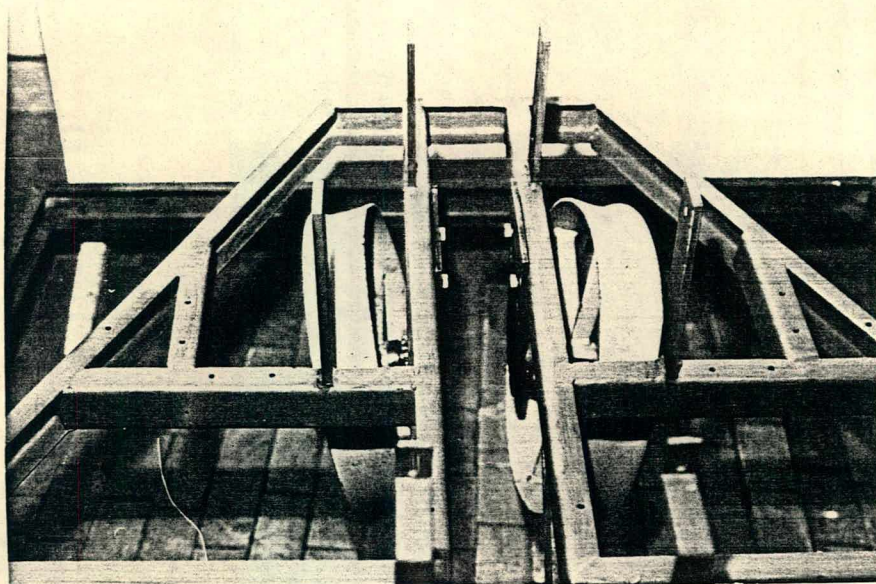


Fig. 6.22 - Vista após a montagem das rodas compactadoras.

O passo seguinte foi a instalação dos discos plantadores, mostrada na figura 6.23. Pode-se visualizar, também, os detalhes do posicionamento do sistema de transmissão por corrente entre as rodas compactadoras e os discos plantadores.

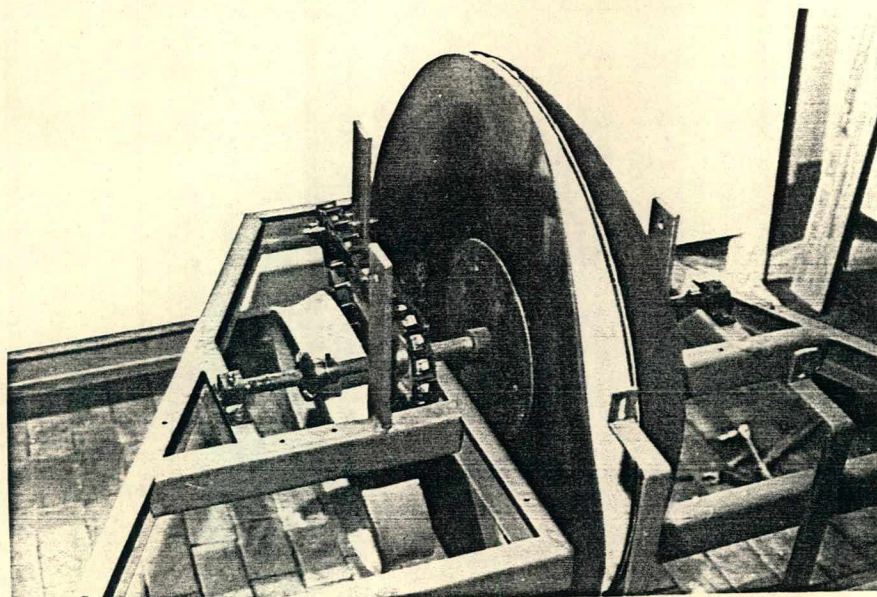


Fig. 6.23 - Montagem dos discos plantadores.



Prosseguindo a montagem da máquina, foram instalados, conforme mostra a figura 6.24, os cilindros alimentadores, a guia entre eles e os roletes superiores para a abertura dos discos flexíveis.

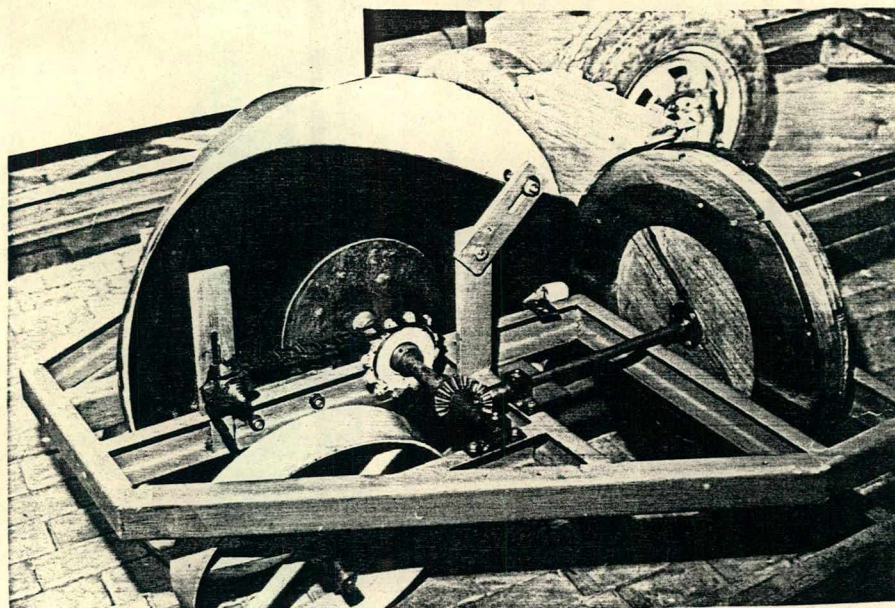


Fig. 6.24 - Montagem dos cilindros alimentadores.

Com a fixação do suporte para o apoio das caixas de mudas, figura 6.25, e da barra de apoio para fixação dos discos de aterração, figura 6.26, concluiu-se a montagem dos principais componentes na parte traseira da máquina.



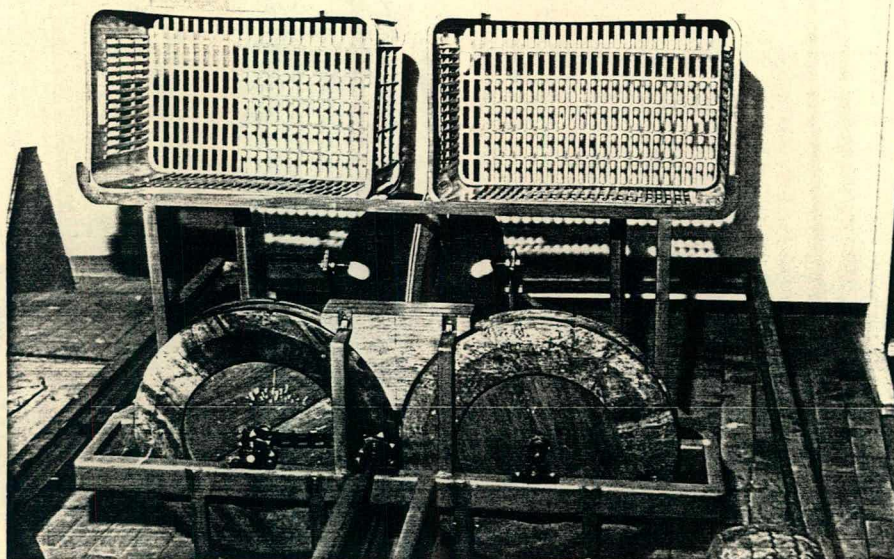


Fig. 6.25 - Vista do posicionamento das caixas de mudas

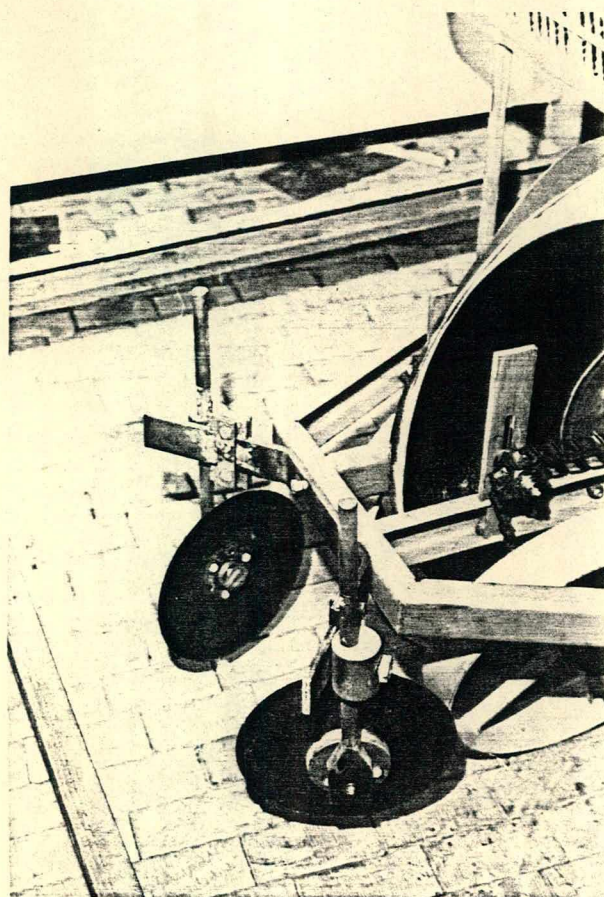


Fig. 6.26 - Detalhe da fixação dos discos de aterração.



Os discos de adubação foram fixados no chassi de modo a garantir as distâncias recomendadas entre o adubo e as mudas na linha. Conforme ilustra a figura 6.27, o eixo intermediário foi colocado longitudinalmente ao chassi e entre os discos de adubação.

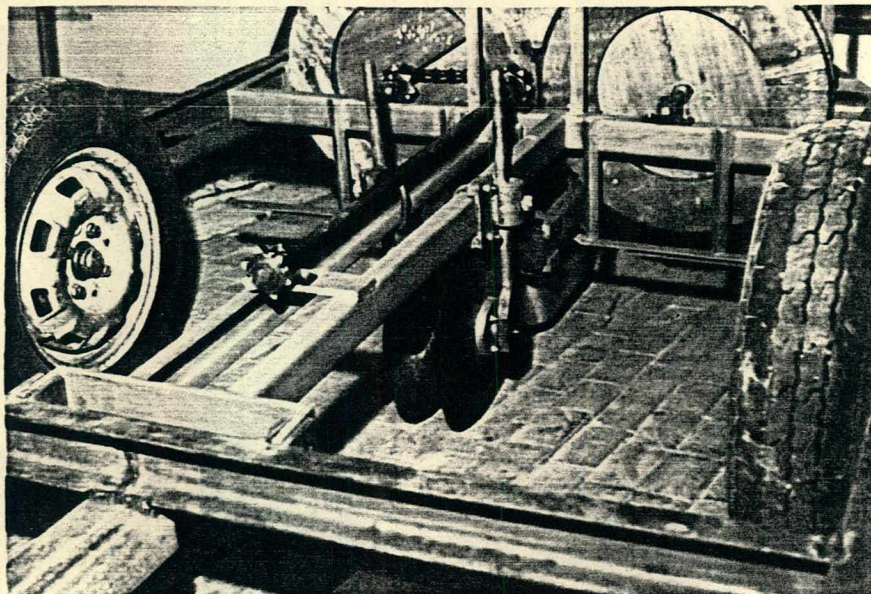


Fig. 6.27 - Aspectos da montagem dos discos de adubação e do eixo intermediário.

As figuras a seguir apresentam a montagem final da máquina, com a colocação dos conjuntos de assentos e de adubação. Ambos são fixados por meio de parafusos ao chassi da plantadora.



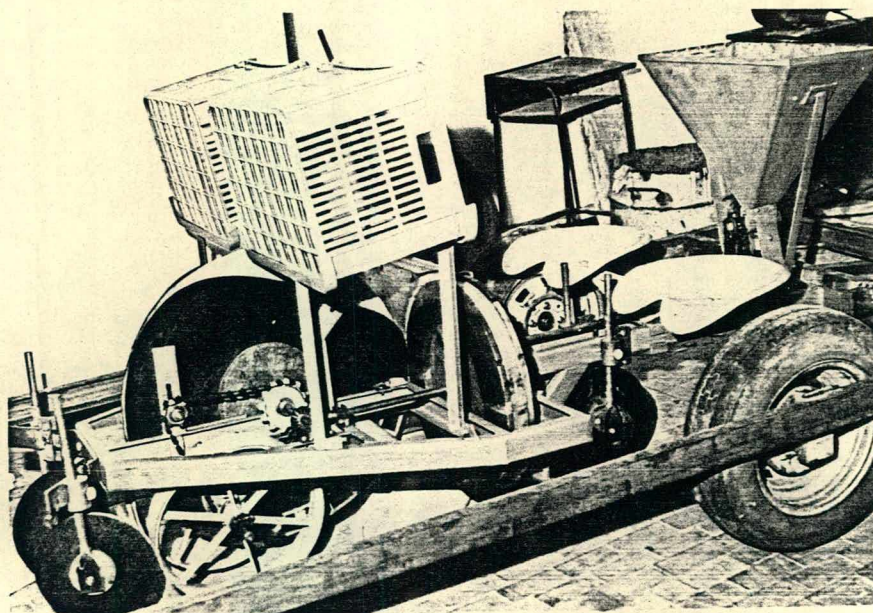


Fig. 6.28 - Aspecto final após a montagem dos assentos e do adubador.

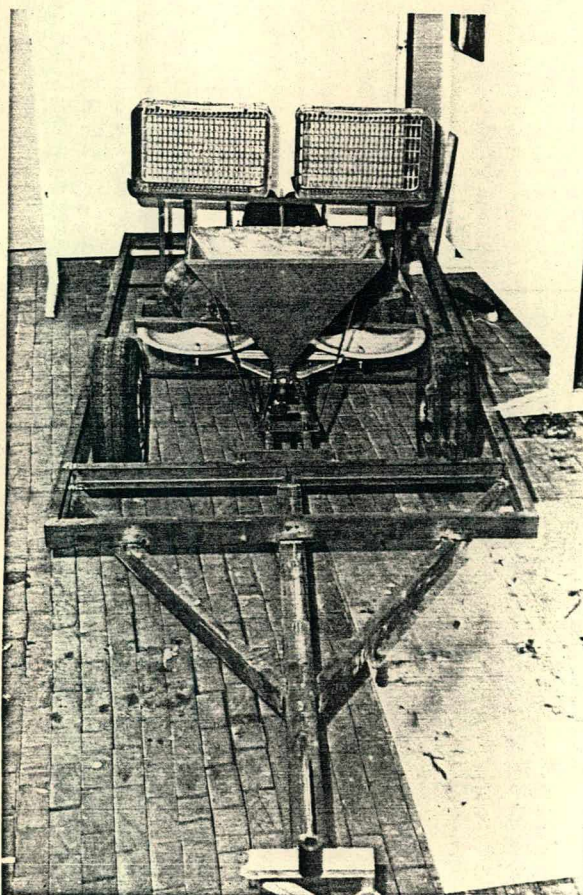


Fig. 6.29 - Vista de frente após a montagem final dos componentes.



## CAPÍTULO VII

FASE DE TESTES E REPROJETO7.1. Primeira Fase de Testes

Os testes iniciais da máquina foram realizados na ACARESC (Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina), na cidade de Florianópolis, e possibilitaram o plantio de mudas de cebola. Estas mudas foram adquiridas junto à EMPASC (Empresa de Pesquisa Agropecuária em Santa Catarina), da cidade de Ituporanga.

A figura 7.1 mostra a máquina engatada ao micro-tra<sup>u</sup>tor na posição adequada de trabalho.

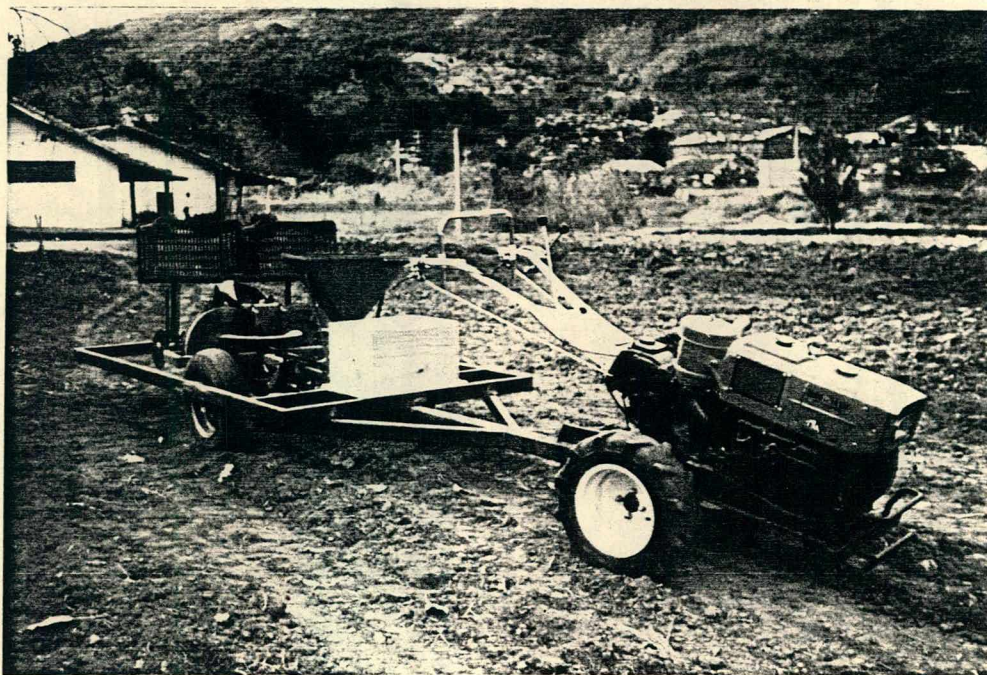


Fig. 7.1 - Detalhe do engate da máquina ao microtrator.



A posição dos cilindros alimentadores está ilustrada na figura 7.2, onde pode ser observada a postura dos operadores no momento do plantio.



Fig. 7.2 - Posição dos operadores durante o plantio.

A quantidade de mudas disponível possibilitou o plantio de duas linhas, cujo aspecto pode ser visto na figura 7.3.

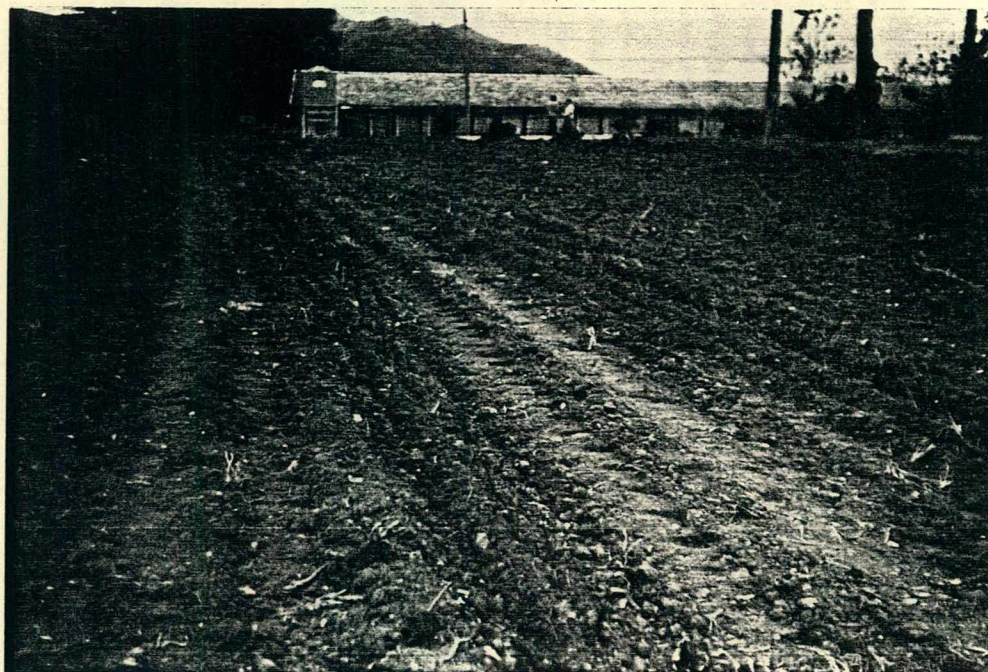


Fig. 7.3 - Aspecto das linhas após o plantio.



Durante o plantio das mudas, foi possível efetuar uma avaliação preliminar da máquina, que apresentou de um modo geral, bom desempenho. Alguns problemas ocorridos durante os trabalhos serão descritos a seguir:

a) O terreno utilizado continha grande quantidade de torrões, dificultando a realização do plantio e a fixação das mudas no sulco.

b) As mudas usadas nos testes não apresentavam as características ideais para o transplante. Devido a problemas de transporte, as mudas permaneceram cerca de 4 dias fora da sementeira, sendo que a maioria demonstrara o envelhecimento de algumas folhas e o pseudo-caule deformado.

c) Queda das mudas dos cilindros alimentadores antes de entrarem nos discos flexíveis. Este fato gerou um elevado índice de falhas das mudas por metro linear plantado.

d) Dificuldade de entrada e fixação das mudas nos discos flexíveis. Este problema provocou uma variação na profundidade de plantio, devido à exagerada abertura dos discos flexíveis, gerando um posicionamento inadequado das mudas no sulco.

e) Acúmulo de adubo nas mangueiras. Este problema ocorreu devido ao posicionamento incorreto das mangueiras nas hastes dos discos de adubação e a grande distância existente entre o adubador e os discos de adubação, fazendo com que o adubo não escoasse convenientemente até o solo por falta de uma declividade adequada.

f) Saída imperfeita das mudas dos discos plantadores no momento do plantio. Algumas mudas continuavam presas entre

os discos flexíveis, ao invés de serem liberadas no sulco. Este fato gerou, também, redução na quantidade de mudas plantadas.

g) Distribuição inadequada do adubo no sulco. Constatou-se que o adubo incorporado ao solo, encontrava-se acumulado de maneira discreta a cada 25 cm, aproximadamente, o que não é desejável para o plantio das mudas de cebola que exigem uma distribuição contínua de adubo dentro do sulco.

De posse das observações conseguidas com a realização dos testes, foi possível elaborar uma série de soluções para os problemas anteriormente citados e que se encontram no item seguinte.

## 7.2. Fase de Reprojeto

As soluções encontradas para os problemas surgidos durante os testes do protótipo foram as seguintes:

a) Para evitar a queda das mudas dos cilindros individualizadores, decidiu-se mudar o formato e aumentar o tamanho de suas ranhuras (ver figura 7.4).

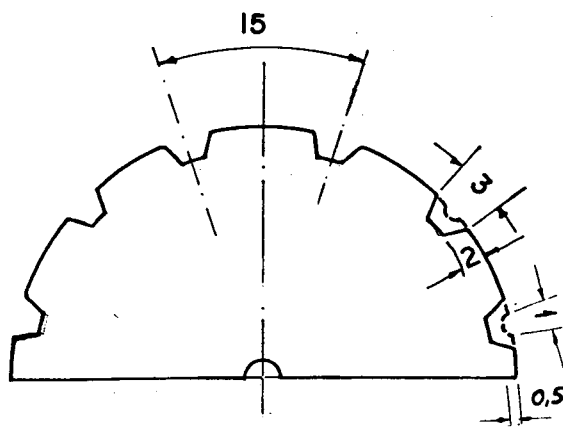


Fig. 7.4 - Novas ranhuras (linha cheia) e anteriores (linha pontilhada).

Esta solução adotada tem como vantagem adicional provocar a redução da sensibilidade dos cilindros alimentadores à falta de regularidade no formato das mudas.

Além das modificações feitas nas ranhuras, foi prevista a colocação de uma chapa convexa localizada atrás de cada cilindro alimentador, e na altura das ranhuras, evitando a queda das mudas e facilitando a sua entrada nos discos flexíveis (ver figura 7.5).

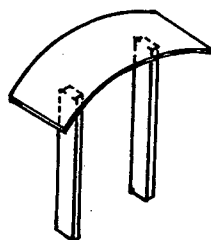


Fig. 7.5 - Detalhe da chapa convexa.

b) Para solucionar o problema da entrada e fixação das mudas nos discos flexíveis, decidiu-se pela colocação de mais um rolete em cada guia inferior. A solução adotada permite, também, a regulagem da posição destes roletes com o objetivo de posicioná-los de tal modo a proporcionar a entrada adequada das mudas nos discos plantadores (ver figura 7.6).

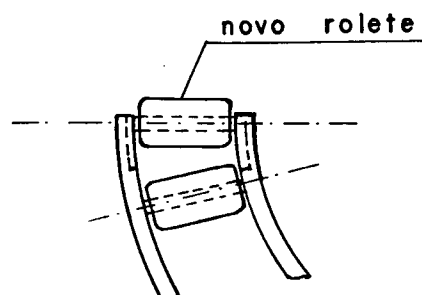


Fig. 7.6 - Detalhe da colocação do rolete regulável.

c) Visando eliminar o acúmulo de adubo nas mangueiras, foram executadas duas alterações:

- Colocação de arames soldados nas hastes dos discos de adubação com a finalidade de manter as extremidades das mangueiras posicionadas no sulco e na posição vertical para facilitar o escoamento do adubo (veja figura 7.7).

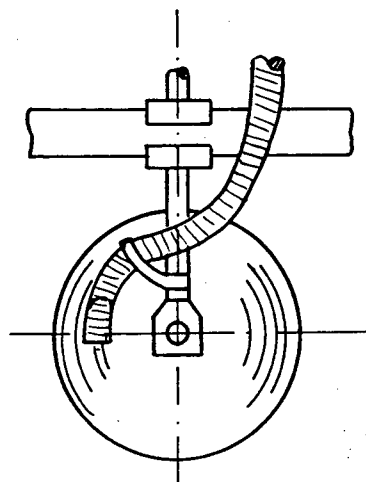


Fig. 7.7 - Detalhe da fixação da mangueira.

- Redução da posição longitudinal entre o conjunto adubador e os discos de adubação de 500 mm para 250 mm, garantindo-se uma maior declividade.

e) Para melhorar a distribuição do adubo no sulco foram realizadas as seguintes modificações:

- Duplicação do número de pás do eixo palheta com a finalidade de proporcionar uma distribuição mais contínua do adubo no sulco (ver figura 7.8).



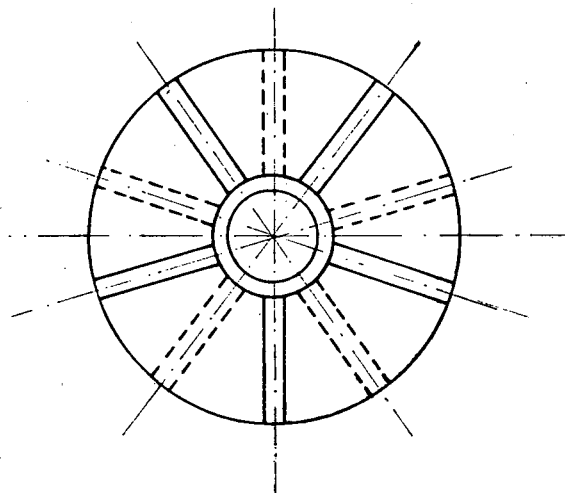


Fig. 7.8 - Detalhe da fixação de novas pás no eixo palheta (linha cheia) entre as pás existentes (linha pontilhada).

- Aumento da velocidade de rotação do eixo palheta, através da substituição da roda dentada de 6 dentes por outra de 12 dentes.

f) Para garantir que as mudas se desprendam dos discos plantadores, adotou-se como solução a colocação de um rolete em cada lado do disco rígido, localizado na parte interna e na posição inferior dos discos flexíveis (ver figura 7.9).

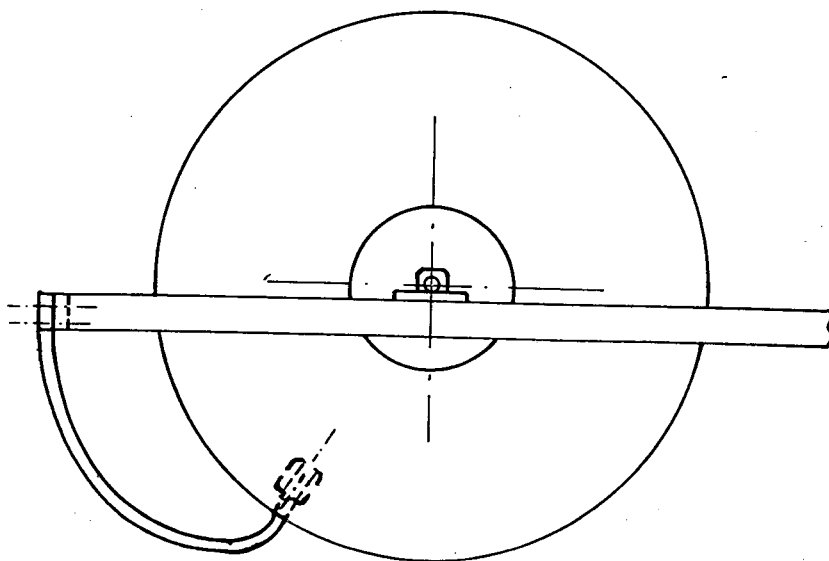


Fig. 7.9 - Detalhe da colocação do rolete.

### 7.3. Segunda Série de Testes

Finalizada a fase de reprojeto foram iniciados novos testes. Com o objetivo de eliminar os problemas relacionados com as mudas e o tipo de solo, verificados na primeira fase de testes, optou-se pela realização da segunda série no Centro Experimental da EMPASC da cidade de Ituporanga.

O terreno foi preparado visando representar as mesmas condições utilizadas para o caso do plantio tradicional, ou seja, sem o equipamento. As mudas foram colhidas da sementeira momentos antes da realização dos testes.

Após o plantio de várias linhas, o qual contou com o acompanhamento de técnicos ligados ao setor (veja figura 7.10), a máquina apresentou resultados satisfatórios.

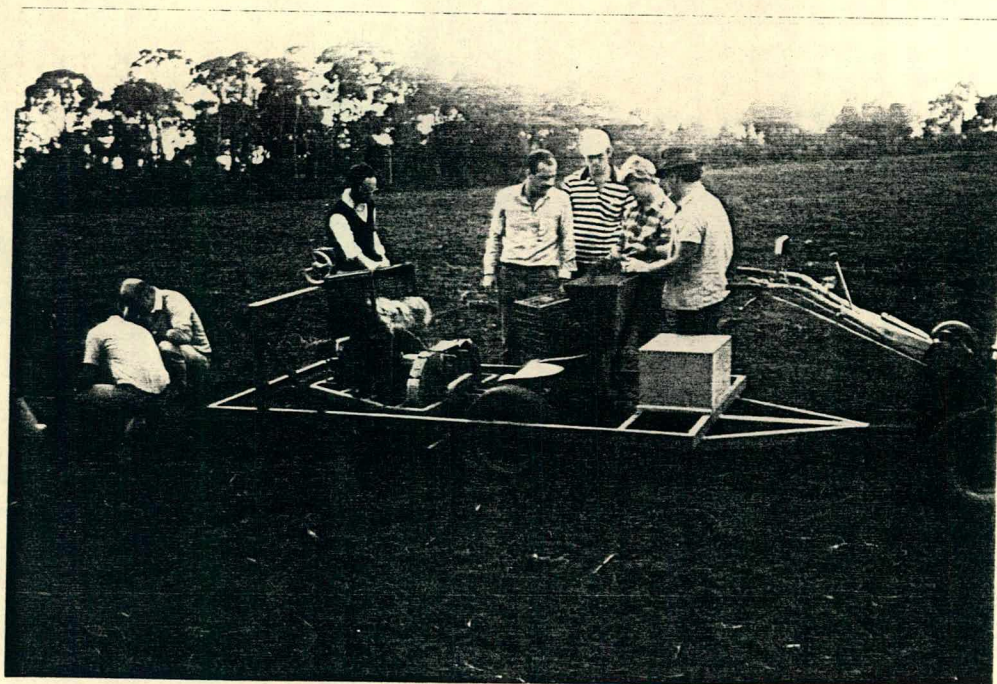


Fig. 7.10 - Vista da segunda série de testes.



Nesta nova série de testes verificou-se um melhor desempenho da máquina em comparação com os testes iniciais, devido às melhores condições de mudas e de solo, bem como, às alterações feitas na fase de reprojeto. O aspecto final do terreno após o plantio de duas linhas, está mostrado na figura 7.11.

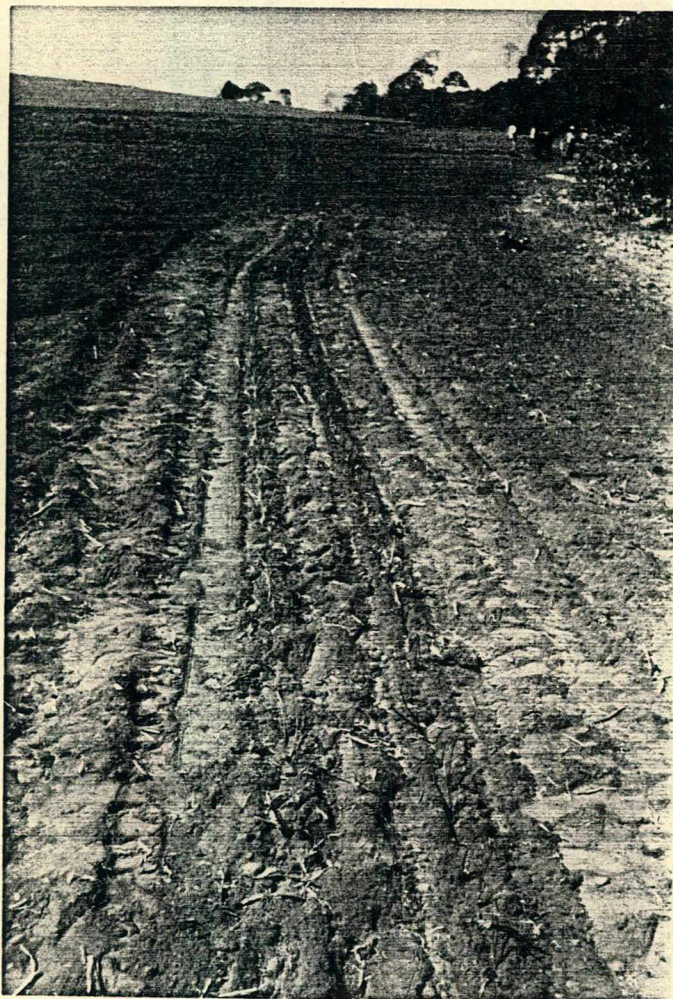


Fig. 7.11 - Aspecto do terreno após a segunda série de testes.

Para finalizar a fase de testes realizados na região produtora de Ituporanga, foi possível testar o protótipo na propriedade de um agricultor com a finalidade de observar o desempenho da máquina em diferentes condições de solo.

A figura 7.12 mostra a máquina sendo transportada



até a área de plantio, permitindo, também, uma visualização da declividade do terreno.

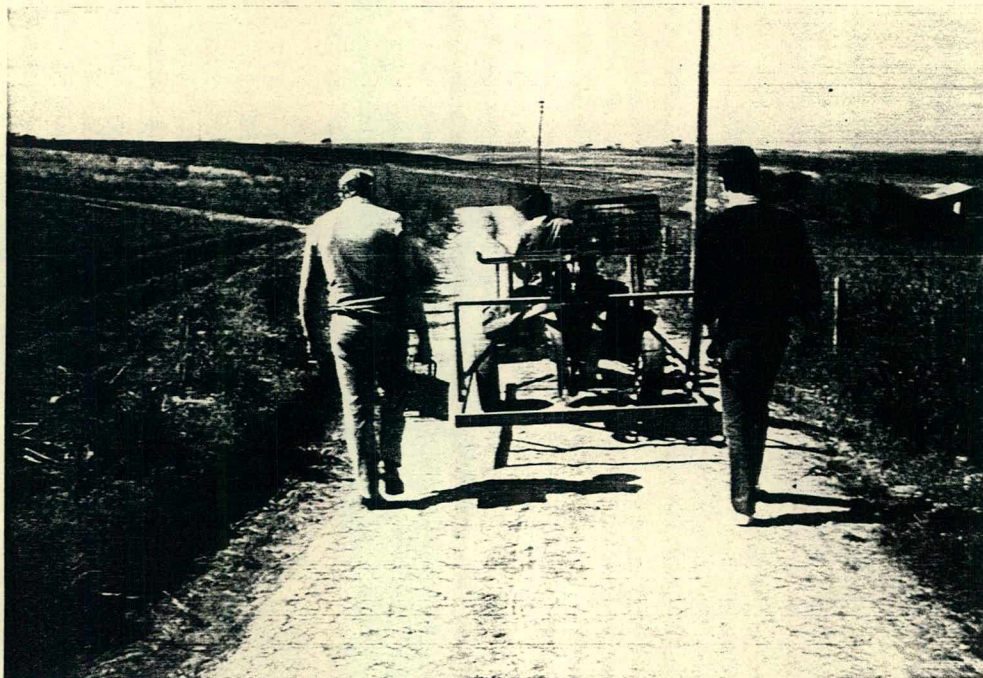


Fig. 7.12 - Aspecto típico da região produtora de cebola.

Após as observações feitas durante esta nova série de testes, foi possível constatar o seguinte:

a) Devido à forma de preparo do solo usado para o plantio manual (solo muito pulverizado e solto), o micro-tractor apresentou dificuldades de tração (pouca aderência).

Constatou-se, também, que a máquina não estava sustentada adequadamente no terreno, penetrando em demasia no solo, o que dificultou seu deslocamento. Este problema foi agravado ainda mais pela falta de chuva prolongada, resultando num solo excessivamente seco.

Estes fatos provocaram o escorregamento das rodas do micro-tractor dificultando o deslocamento da máquina.



b) Houve dificuldades na incorporação do adubo no solo. Este problema foi contornado com a regulagem na posição das mangueiras pelos arames, e na profundidade dos discos de adubação.

c) A forma de preparo do solo mencionada anteriormente influenciou, também, a aderência das rodas compactadoras que escorregavam e não acionavam continuamente os demais elementos girantes.

d) O problema das engrenagens cônicas refletiu diretamente na quantidade de mudas plantadas. Em casos extremos, chegou-se a observar o plantio de até 10 mudas/m quando o ideal seria 13 mudas/m. Conforme salientado anteriormente, já era de se esperar esta redução, pois a relação de transmissão usada não era a correta.

e) Constatou-se haver dificuldades de manobras de fim de curso, devido ao tamanho da carreta e à forma do engate no micro-trator, exigindo um espaço maior para as difíceis manobras realizadas pelo tratorista.

f) No caso dos testes na propriedade do agricultor, face à maior declividade do terreno, tanto o micro-trator como a máquina apresentavam um deslocamento em deriva, o que provocava um plantio inadequado e um arrancamento das mudas recém plantadas.

g) As rodas do micro-trator e da carreta por outro lado, por estarem inclinadas, dificultavam o seu posicionamento adequado entre as linhas, danificando aquelas já plantadas.

Vale lembrar que, devido ao espaçamento entre linhas, de 40 cm, e a bitola do trator e da máquina, de 120 cm, durante o plantio de cada linha uma roda do trator e correspondente



da carreta deverão estar posicionadas entre duas linhas anteriormente plantadas.

Ao final do teste, foi sugerida a substituição do micro-trator por um trator de médio porte, para melhorar a visualização dos problemas inerentes à máquina, eliminando-se a influência do micro-trator.

A figura 7.13 mostra uma vista da utilização do trator maior como unidade motora, quando foram observados consideráveis melhoramentos no desempenho da máquina. Entretanto, por se ter permanecido em terreno declivoso, com a máquina tracionada a reboque, continuaram os problemas da deriva.



Fig. 7.13 - Vista do trator como unidade motora.

A solução destes problemas e de outros que surgiram durante os testes encontra-se sugeridas no capítulo 8.

## C A P Í T U L O   V I I I

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES8.1. Introdução

Encerrada a etapa de testes e reprojeto da máquina pôde-se efetuar uma análise do desenvolvimento dos principais requisitos de projeto inicialmente propostos. Alguns requisitos que ainda não foram totalmente atendidos determinarão futuras alterações no protótipo com vistas à melhorá-lo.

Convém enfatizar que os testes realizados, tanto na EMPASC como na propriedade do agricultor, foram feitos em condições reais de plantio existentes nas diferentes regiões plantadoras do Estado. As observações feitas podem ser consideradas confiáveis para modificações necessárias no protótipo objetivando-se chegar à máquina definitiva.

8.2. Comparação dos Requisitos de Projeto com os Resultados Obtidos

A verificação do atendimento dos principais requisitos de projeto abrange os seguintes aspectos:

a) Espaçamento - Os resultados obtidos para os espaçamentos entre mudas na linha e entre linhas foram bastante satisfatórios. Os pequenos desvios observados foram motivados pela utilização de engrenagens com relação de transmissão diferente da

necessária.

b) Profundidade do plantio - De acordo com os testes realizados, constatou-se que a profundidade de plantio estava dentro dos padrões inicialmente recomendados.

c) Compactação e aterramento das mudas no solo. Após uma análise realizada com relação à fixação das mudas no solo, concluiu-se que a sua compactação era satisfatória.

d) Adubação - Constatou-se que o sistema da adubação apresentou bom desempenho, principalmente após as modificações realizadas na fase de reprojeto.

e) Forma de tração - O micro-tractor utilizado para a tração da máquina apresentou razoável desempenho. Porém, a forma de preparo do solo e a sua declividade ofereceram resistências ao deslocamento do micro-tractor, o que gerou vários problemas observados principalmente na segunda série de testes. Estes problemas poderão ser resolvidos com as recomendações sugeridas no item seguinte.

f) Alimentação da máquina - Segundo agricultores que participaram da realização dos testes como alimentadores dos cilindros, não houve problemas com relação ao tempo necessário para o posicionamento das mudas nas ranhuras dos cilindros alimentadores. Desta forma, verificou-se que as condições de alimentação inicialmente previstas no projeto atenderam às necessidades de campo.



### 8.3. Recomendações para Melhoramentos no Protótipo

No caso dos terrenos de menor declividade, a máquina desenvolvida no presente trabalho apresentou condições satisfatórias para o plantio de mudas de cebola. Nestas condições, serão feitas algumas recomendações para melhorar o desempenho da máquina e solucionar alguns inconvenientes surgidos durante os testes, e que são descritos a seguir:

a) Determinar a melhor maneira para o preparo do terreno com a finalidade de evitar os problemas relacionados com o deslocamento do micro-trator, citados anteriormente. Recomenda-se evitar o uso da enxada rotativa, pois esta operação deixa o solo muito pulverizado e solto, prejudicando o trabalho da máquina. Sugere-se, também, uma operação adicional de acabamento no preparo do terreno para o plantio, usando-se um rolo para compactar levemente a terra, facilitando tanto o trabalho da máquina como do micro-trator.

b) Estudar a possibilidade de colocação de lastro no micro-trator. Esta medida tem por objetivo aumentar a aderência das rodas do micro-trator no solo, evitando os problemas de tração da máquina.

c) Efetuar a colocação de aletas transversais na superfície das rodas compactadoras para evitar que as mesmas escorreguem no solo. Verificou-se esta necessidade durante a segunda série de testes, onde o solo encontrava-se muito seco e solto.

d) Executar um reprojeto do sulcador com o objetivo de reduzir a energia consumida no deslocamento da máquina pelo

micro-trator. Uma solução seria efetuar modificações na forma e reduzir as suas dimensões, visando diminuir o atrito com o solo.

e) Determinar soluções que visem diminuir o atual tamanho do chassi da plantadora. Devido a problemas construtivos, o chassi resultou com suas dimensões maiores que as inicialmente estipuladas. Isto fez com que as dimensões da carreta fossem aumentadas alterando a bitola da máquina, o que obrigou a montagem das rodas pelo lado interno dos perfis.

Outra alternativa para diminuição do tamanho do chassi seria a colocação do conjunto adubador embaixo do assento do operador do micro-trator. Estas soluções adotadas, além de reduzir o peso e o custo da máquina, facilitarão as manobras de fim de curso.

f) Efetuar um reprojeto da guia para abertura dos discos flexíveis na saída da muda. Talvez utilizar barras planas para hastes, com regulagens de altura e posição longitudinal, possibilitando a saída de mudas com as mais variadas dimensões.

Em terrenos com maior declividade, o desempenho global da máquina não foi satisfatório, devido, principalmente, aos problemas de deriva e tração em aclive do micro-trator, mencionados anteriormente. Sugere-se o reprojeto do chassi da plantadora para o engate nos três pontos de um trator de médio porte. Neste caso, recomenda-se efetuar modificações na plantadora de modo a permitir o plantio de 3 ou 4 linhas simultaneamente com a finalidade de aumentar a produtividade da máquina e, com isso, justificar economicamente os gastos com a utilização do trator. Tais soluções exigiriam, também, a redução na velocidade de trânsito do trator, já que, por questões de espaço, provavelmente apenas um operador

alimentaria cada dispositivo de alimentação.

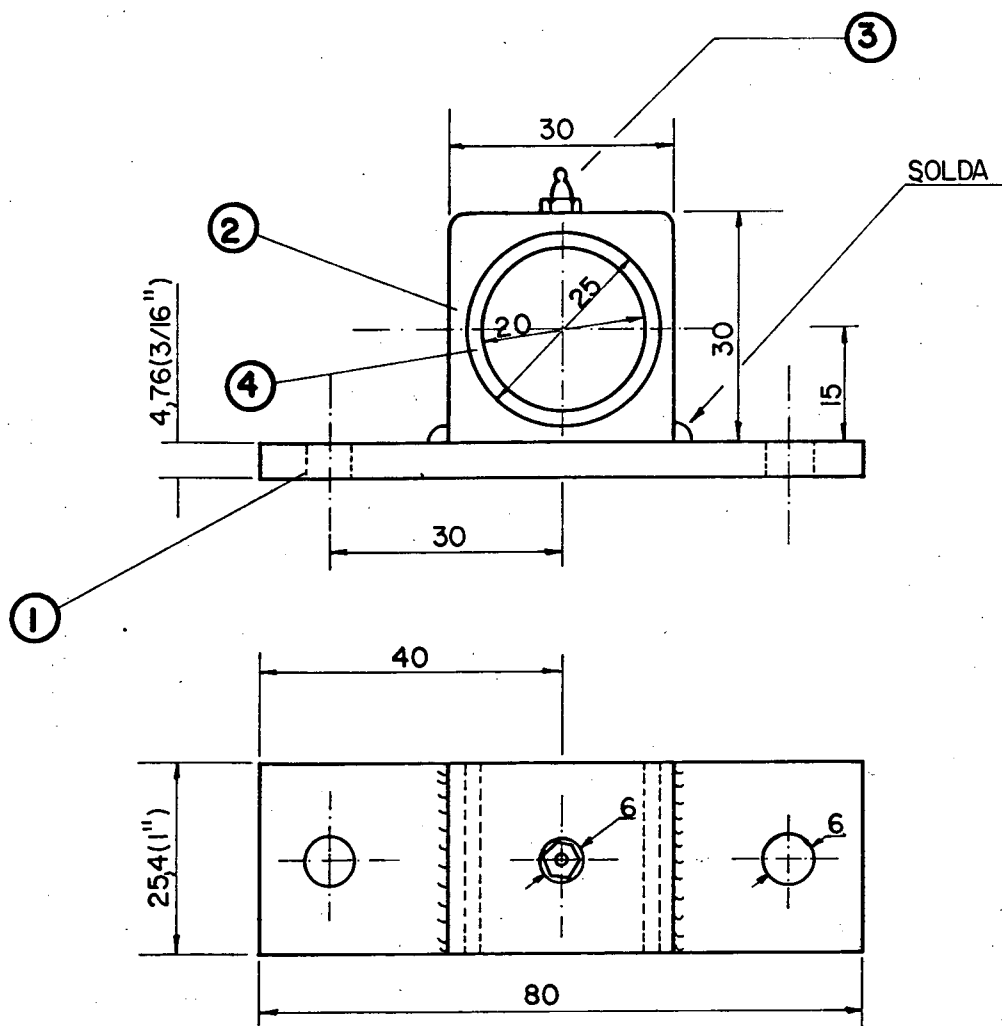
Considerando que uma alteração na caixa de câmbio do trator para reduzir a sua velocidade com a finalidade de possibilitar a alimentação de um operador seria muito complexa, sugere-se o desenvolvimento de um novo dispositivo com maior velocidade de alimentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] - EMPASC/ACARESC - Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária/ Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, Sistema de Produção para cebola; Santa Catarina - Florianópolis, 1983.
- [2] - SOUZA CRUZ S.A. - Companhia de Cigarros. Rua Lauro Müller, 1650 - Tubarão, SC. Plantadora de fumo, 1984.
- [3] - PATENTE: (1) 4305337; (19) United States Patent; (21) 165348; (22) 02/07/1980; (51) A01C 11/00; (54) Seedling Planter; (76) Armando P. Centofanti Youngstown, Ohio.
- [4] - PATENTE: (11) 2435890; (19) FR; (21) 7827015; (22) 15/09/1978; (51) A01C 11/02; (54) Machine agricole tractée pour planter en ligne; (73) Bon Hubert; (74) Cabinet Beau de Loménie, 14, rue Raphaël, 13008 Marseille.
- [5] - PATENTE: (11) 1888143; (19) 6B; (22) 15/11/1932; (51) A01C 11/02; (54) Planting machine; (73) L. Poll.
- [6] - PATENTE: (11) 2348787; (19) United States Patent Office; (21) 482412; (22) 16/05/1944 (51) A01C 11/02; (54) Planting mechanism; (73) Henry P. Cordes, Tracy, Calif., USA.

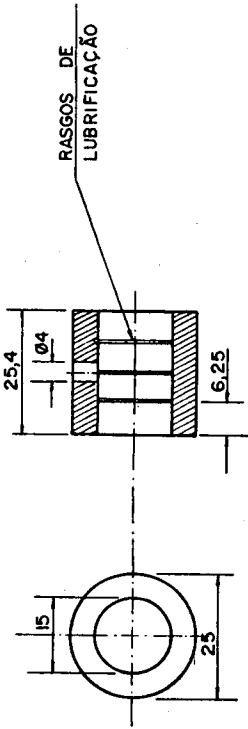
- |7| - PATENTE: (11) 886146; (19) Patent Specification; (22) 03/01/1962; (51) A01C 11/02; (54) Improvements in and relating to Planting Machines; (73) Paul Gerhard Stock, London.
- |8| - PATENTE: (11) 409497; (19) EXPOSÉ D'INVENTION; (21) 926543; (22) 15/10/66; (51) A01C 11/00; (54) Procédé de repiquage de plants et appareillage pour la mise en oeuvre de procédé.; (73) Ets Grégoire-Besson&Cie, Montigne-Sur-Moine (maine-et-Loire, France).
- |9| - BACK, NELSON, "Metodologia de projeto de produtos industriais", Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1983.



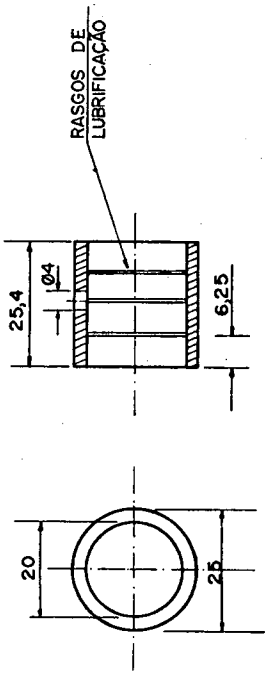


5	6	Buchas	bronze	espessura = 5mm
4	2	Buchas	bronze	espessura = 2,5mm
3	8	Graxeias Ø6mm		
2	8	Corpo Quadrangular	aço ABNT 1020	∇ 30 mm
1	8	Base 3/16" x 1"	aço ABNT 1020	
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO : FINEP/EMC-SPI2		Nome da Peça		Data: 10/09/86
Proc. nº		<b>Mancal</b>		Desenho: 01
Escala : 1:1		Projeto: Plantadora de mudas		Local: LAB. PROJETOS EMC - UFSC

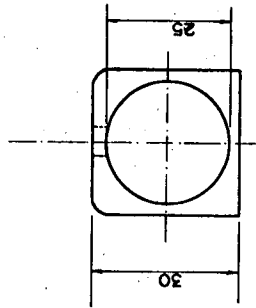
5



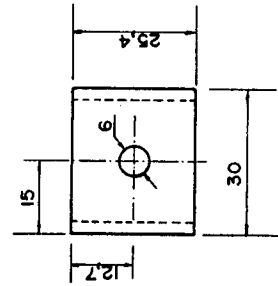
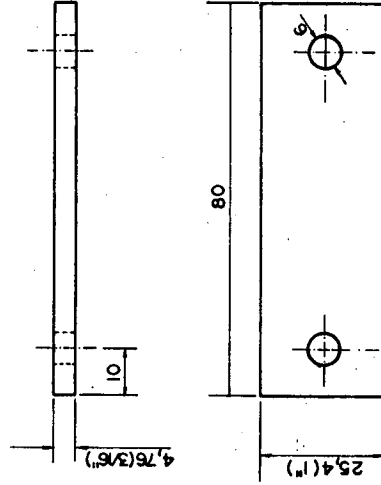
4



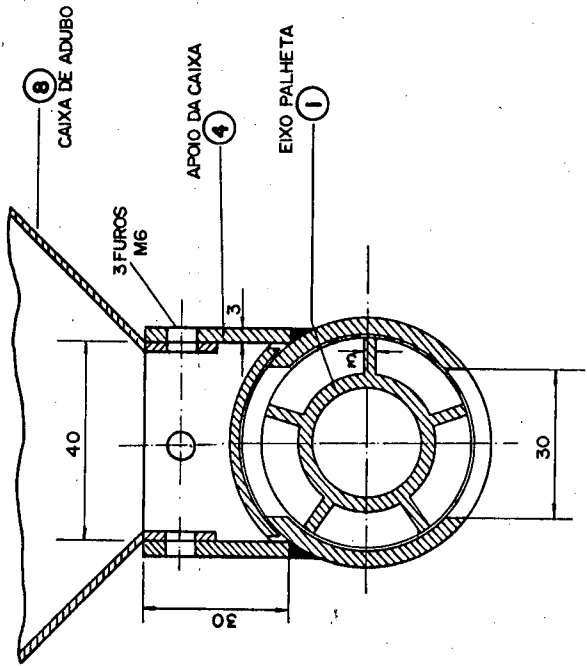
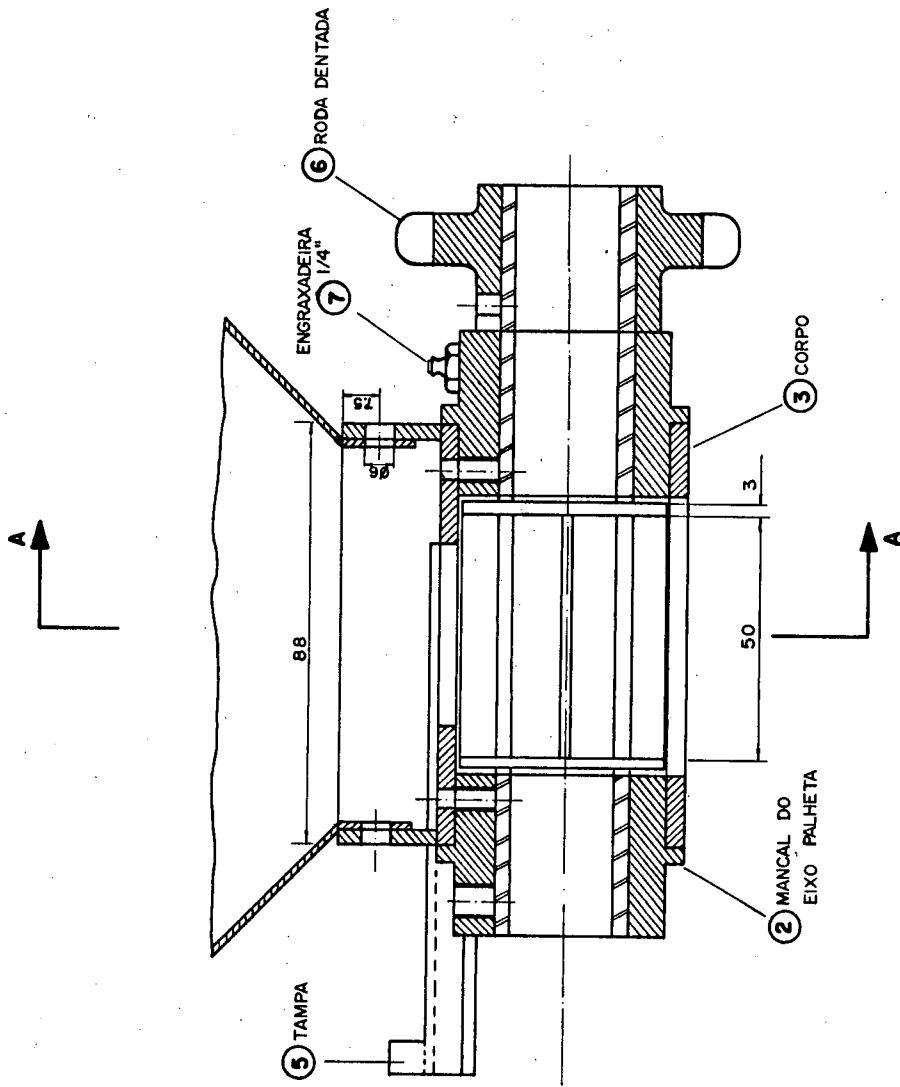
2



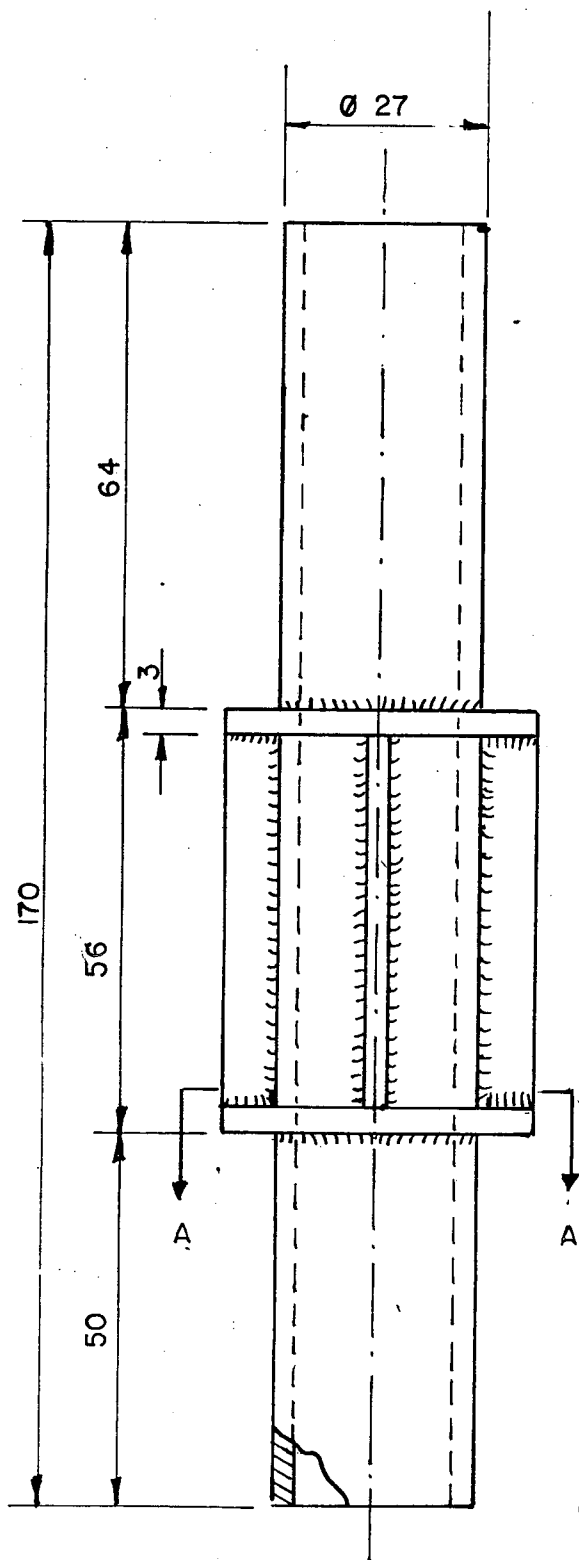
1



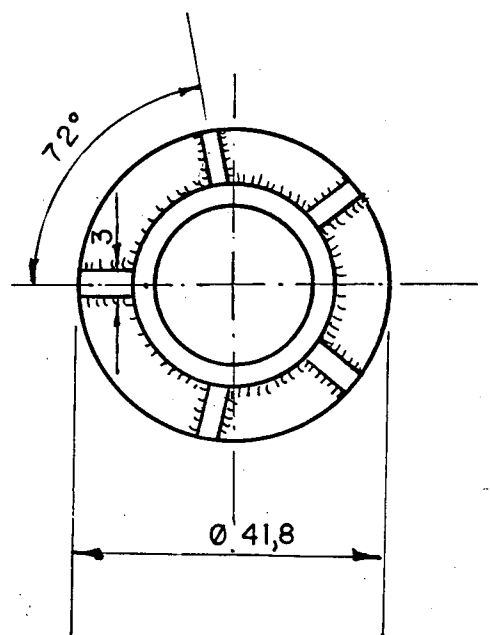
5	6	Buchas	bronze	$\varnothing_{int}$ 15 mm
4	2	Buchas	bronze	$\varnothing_{int}$ 20 mm
2	8	Corpo Quadrangular	aco ABNT 1020	$\varnothing$ 30 mm
1	8	Base (seção: 3/16"x1")	ferro chato	
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO: FINEP/EMC-SP12		Nome da Peça		Data: 12/10/86
Proc. n.º		Mancal		Desenho: 02
Escala: 1:1		Projeto: Plantadora de mudas		Local: LAB. PROJETOS
				EMC-UFSC



Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO: FINEP/EMC.SPI2		Nome da Peça	Conjunto adubador	Data: 20/10/86
Proc. nº	Projeto: Plantadora de mudas			Desenho: O3
Escala	1:1	Local: LAB. PROJETOS		
				EMC - UFSC

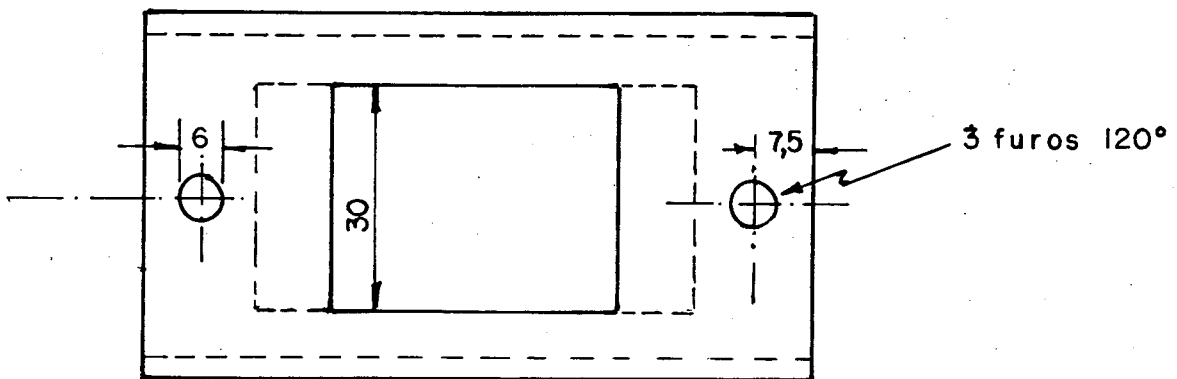
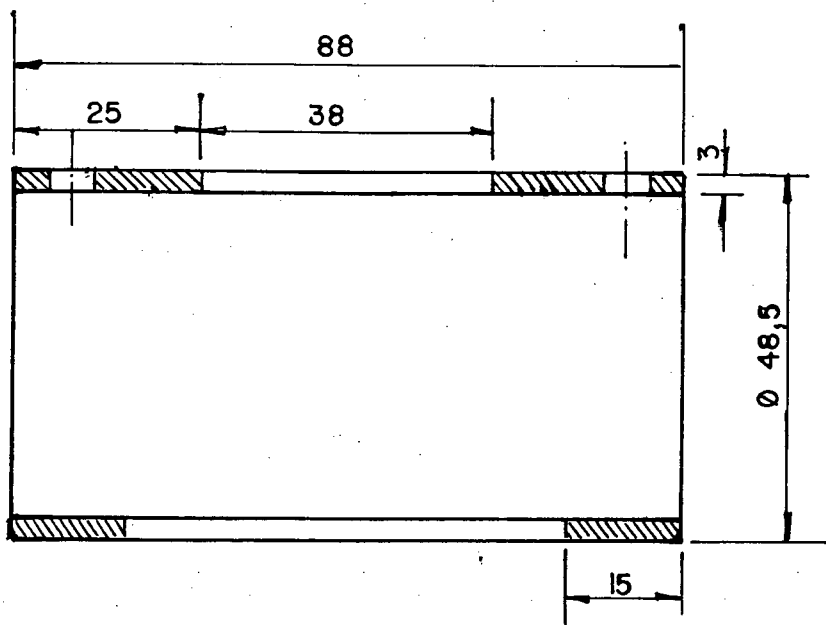


SECÇÃO A-A



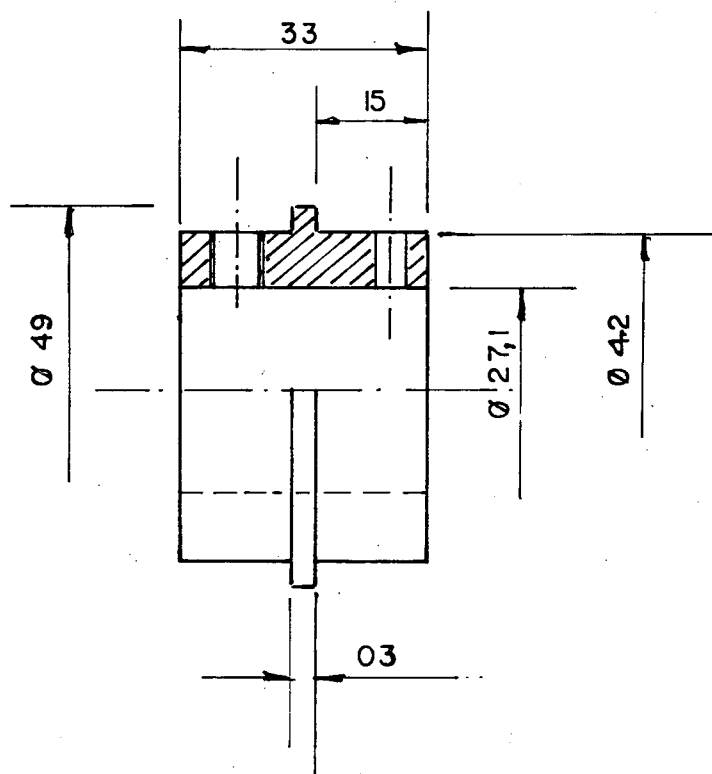
CANTOS : 0,5 X 45°

Ol	Ql	eixo	tubo galvanizado	Ø 27 mm
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO : FINEP EMC-SPI2		Nome da Peça		Data: 20/10/86
Proc. nº		Eixo palheta		Desenho: 04
Escala : 1:1		Projeto: PLANTADEIRA DE MUDAS		Local: LAB. PROJETOS EMC - UFSC

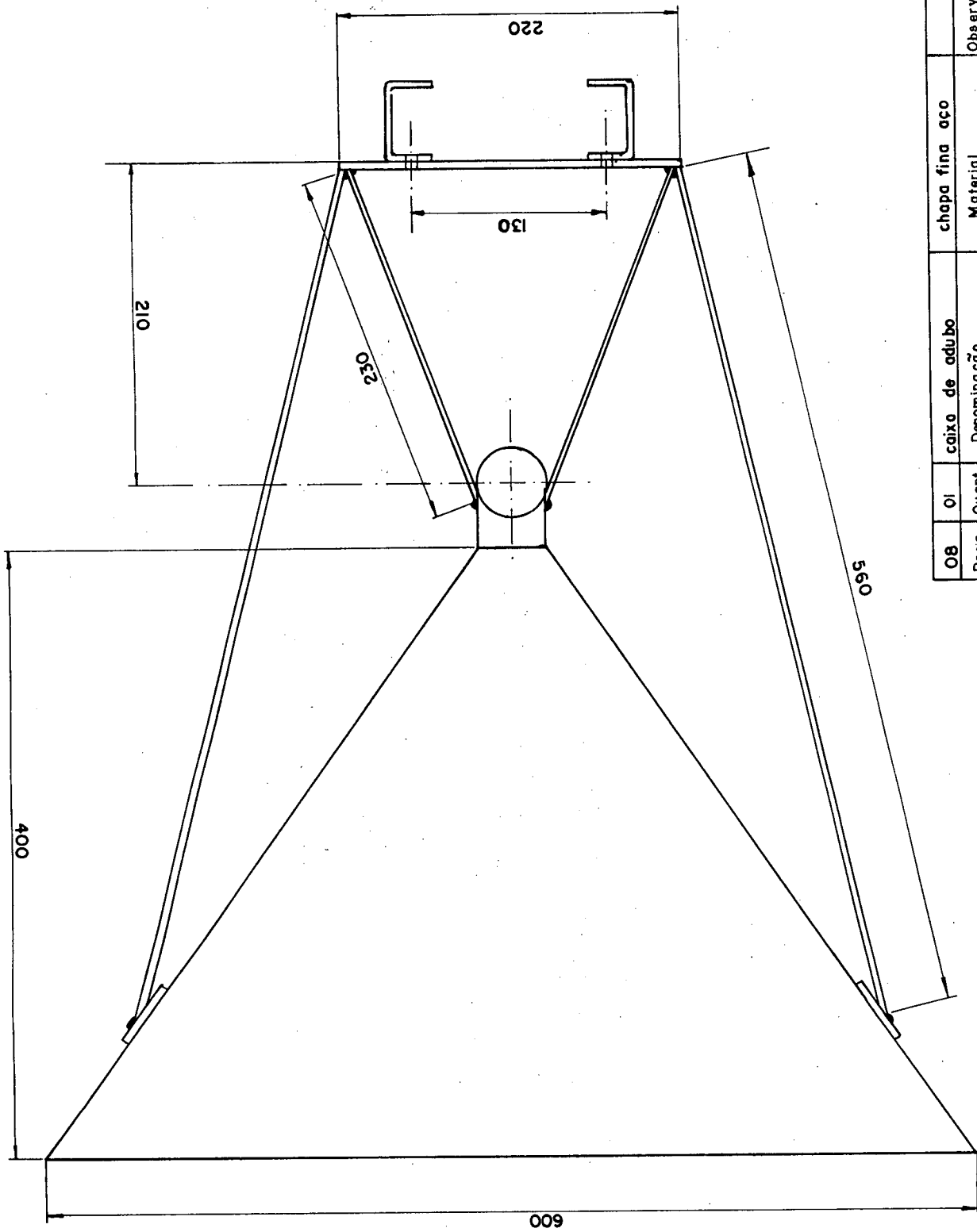


03	01	CORPO	tubo aço	
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO : FINEP/EMC- SP 12		Nome da Peça		Data: 20/10/86
Proc. n.º		adubador		Desenho: 05
Escala :	Projeto:			Local: LAB. PROJETOS
1:1	PLANTADEIRA DE MUDAS			EMC - UFSC

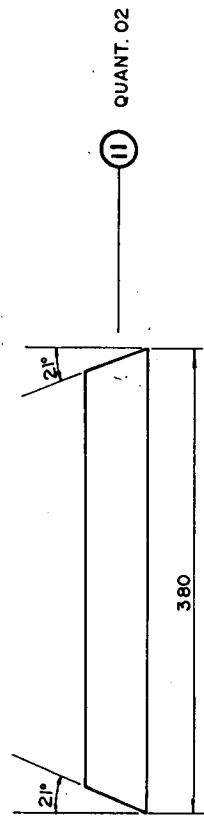
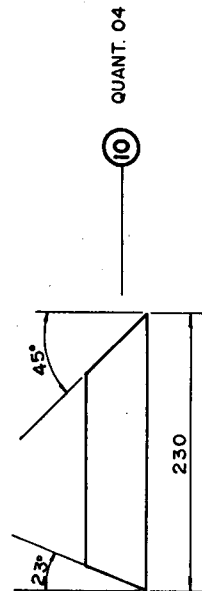
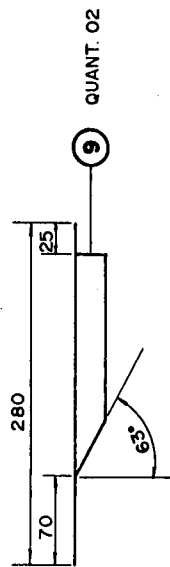
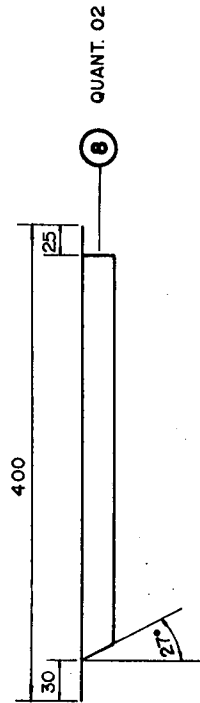
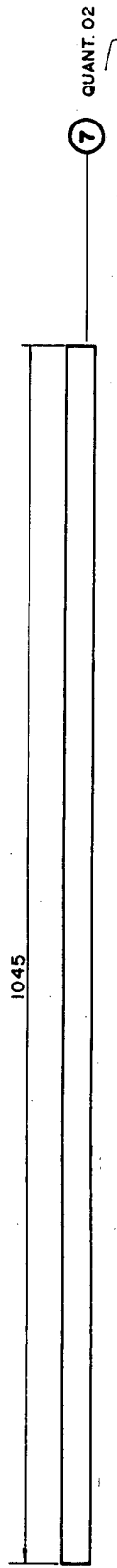
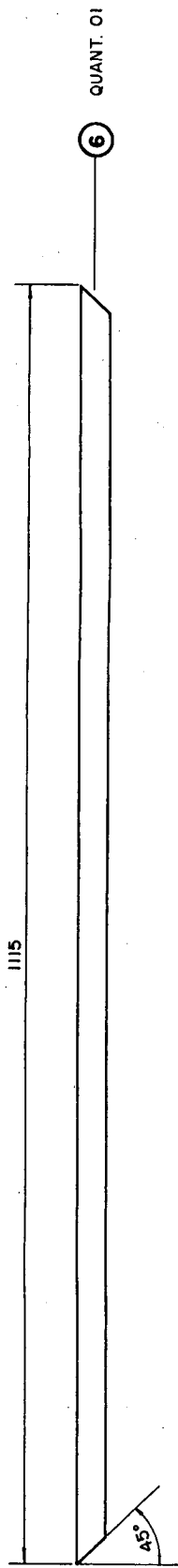




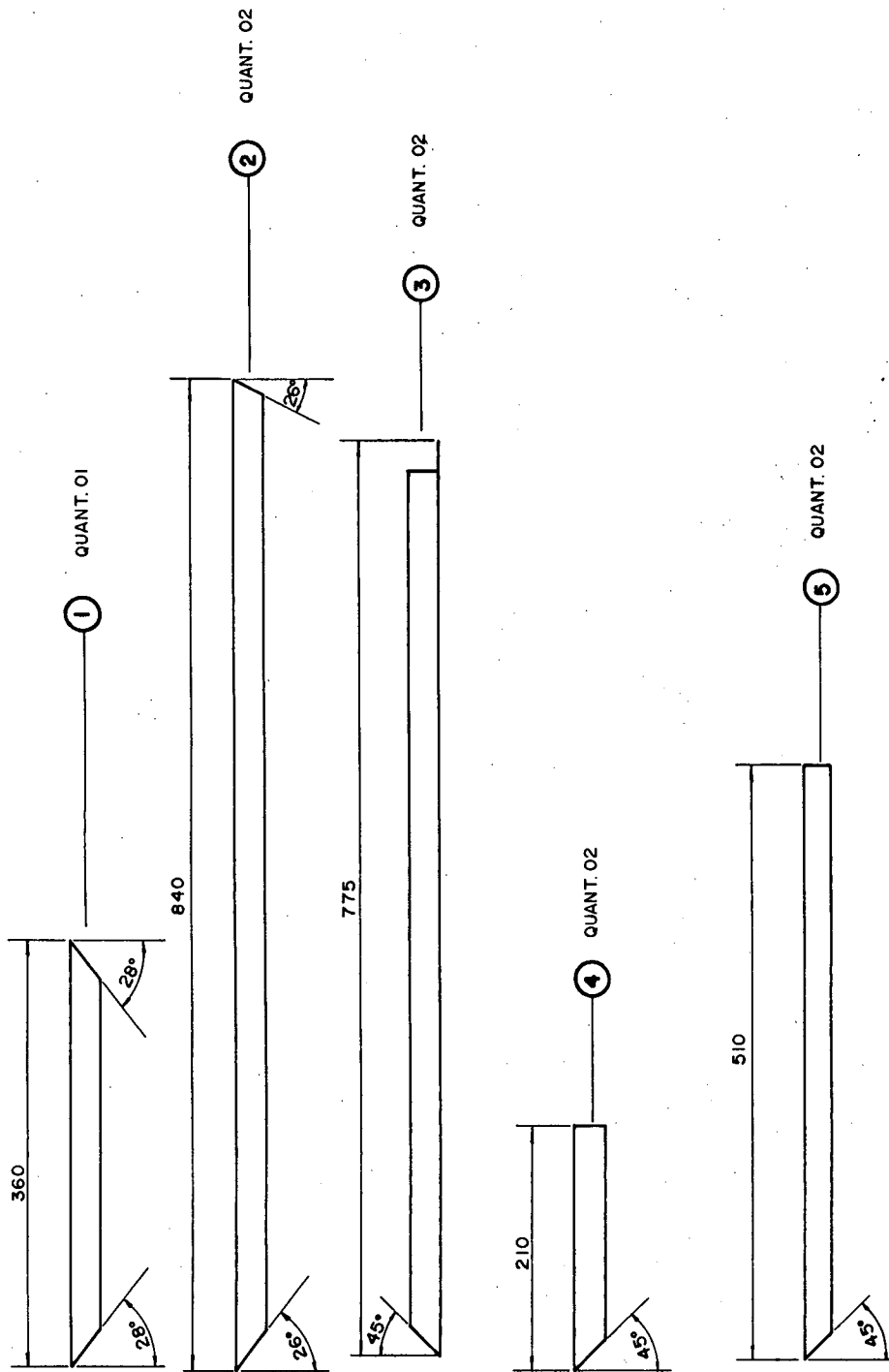
05	02	MANCAL DO EIXO PALHETA	tubo aço	
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO: FINEP EMC-SP12		Nome da Peça		Data: 21/10/86
Proc. n.º		adubador		Desenho: 06
Escala:	Projeto:			Local: LAB. PROJETOS
1:1	PLANTADEIRA DE MUDAS			EMC - UFSC



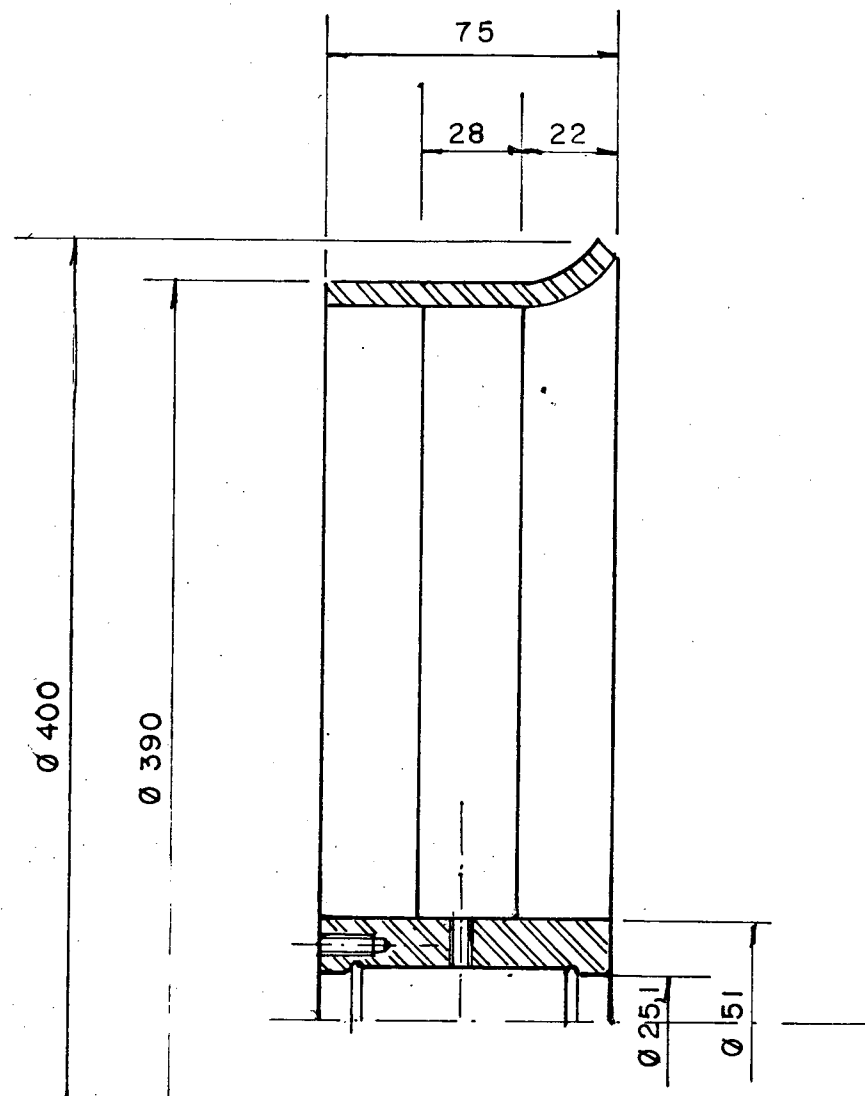
08	01	caixa de adubo	chapa fina aço	Observação
Peça	Quant.	Denominação	Material	Data: 22/10/86
CONVENIO : FINEP/EMC SP-12		Nome da Peça		Desenho: 07
Proc.nº		adubador		Local: LAB. PROJETOS
Escola	Projeto		EMC - UFSC	
1:2,5		PLANTADEIRA DE MUDAS		



perfis "U"	aco ABNT 1020	75 X 25 mm
Peca Quant	Denominação	Material
CONVÊNIO: FINEP / EMC		
Nome da Peca:		
SP- 12	perfis - chassi	
Projeto:		
Plantadora de mudas		
Escala		
1:4		
		Observação
		Data: 23/10/80
		Desenho: 08
		Local: Lab. Proj.
		EMC- UFSC

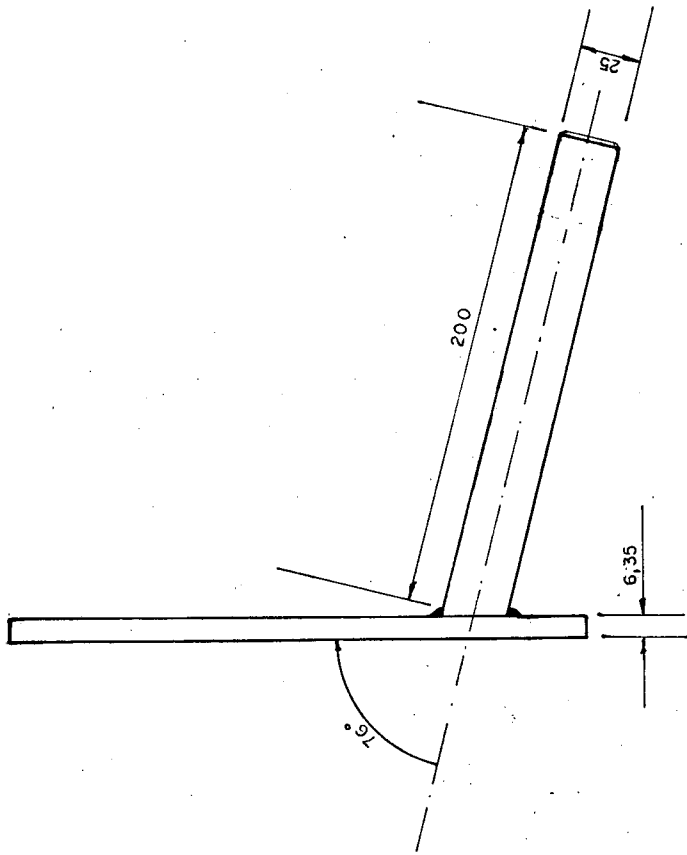
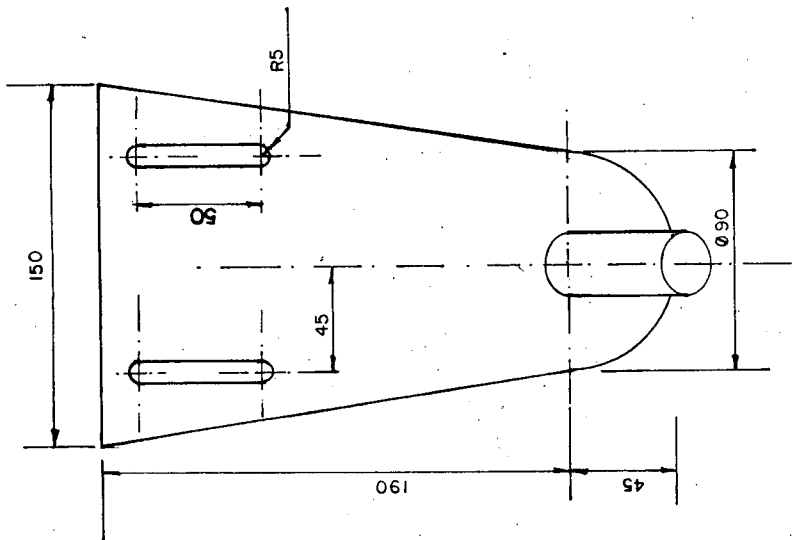


Peça	Quant.	perfil "U"	aco ABNT 1020	75 X 25 mm	Observação
CONVENIO: FINEP/ EMC		Denominação	Material	Data: 23/10/86	
SP- 12		Nome da Peça:	Desenho: 09		
Escola	Projeto:	Local: Lab. Proj.			
1:4	Plantadora de mudas	EMC - UFSC			

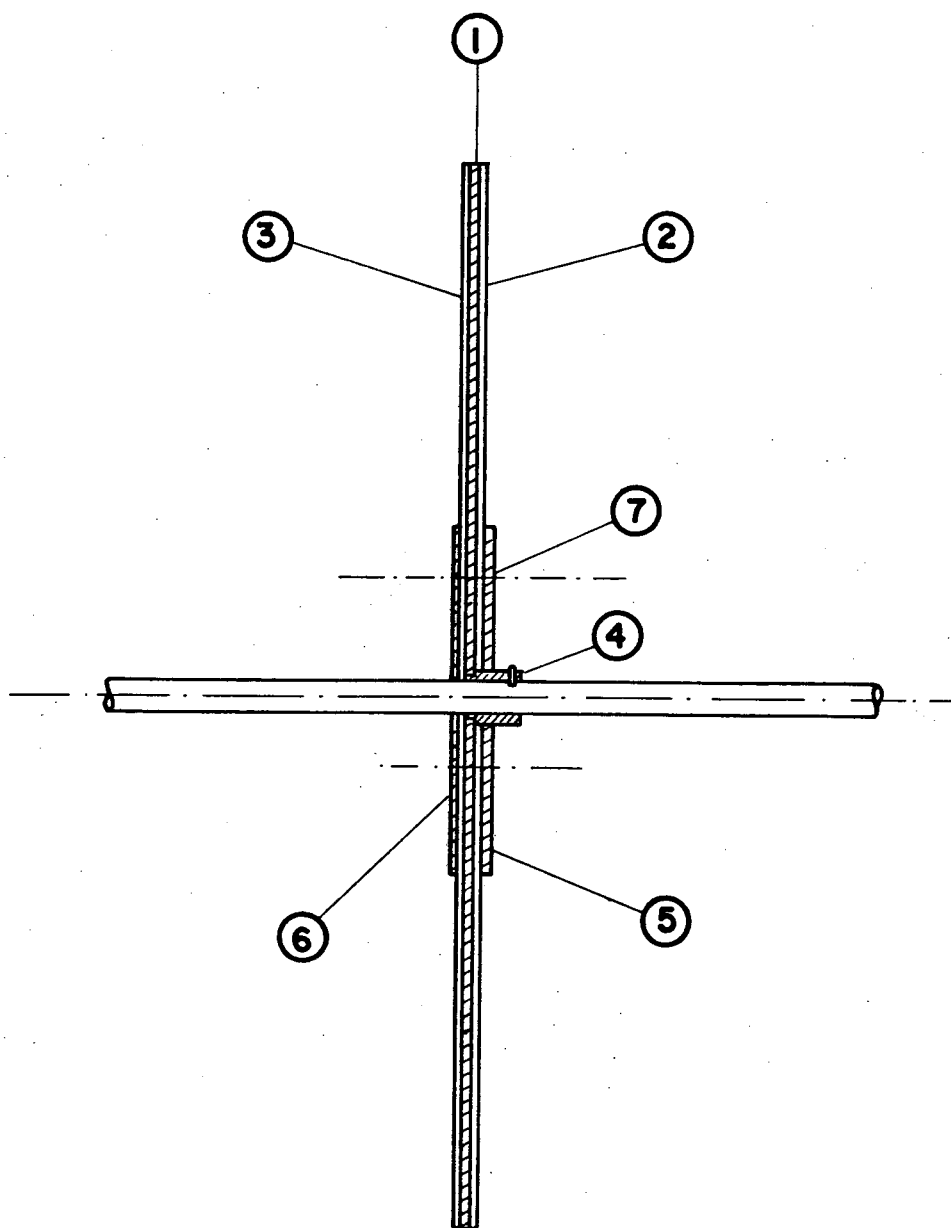


	02	DISCO COMPACTADOR	aco ABNT 1020	
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO : FINEP/EMC-SPI2		Nome da Peça		Data: 25/10/86
Proc. nº		Roda compactadora		Desenho: 10
Escala:	Projeto:			Local: LAB. PROJETOS
1:2	PLANTADEIRA DE MUDAS			EMC - UFSC

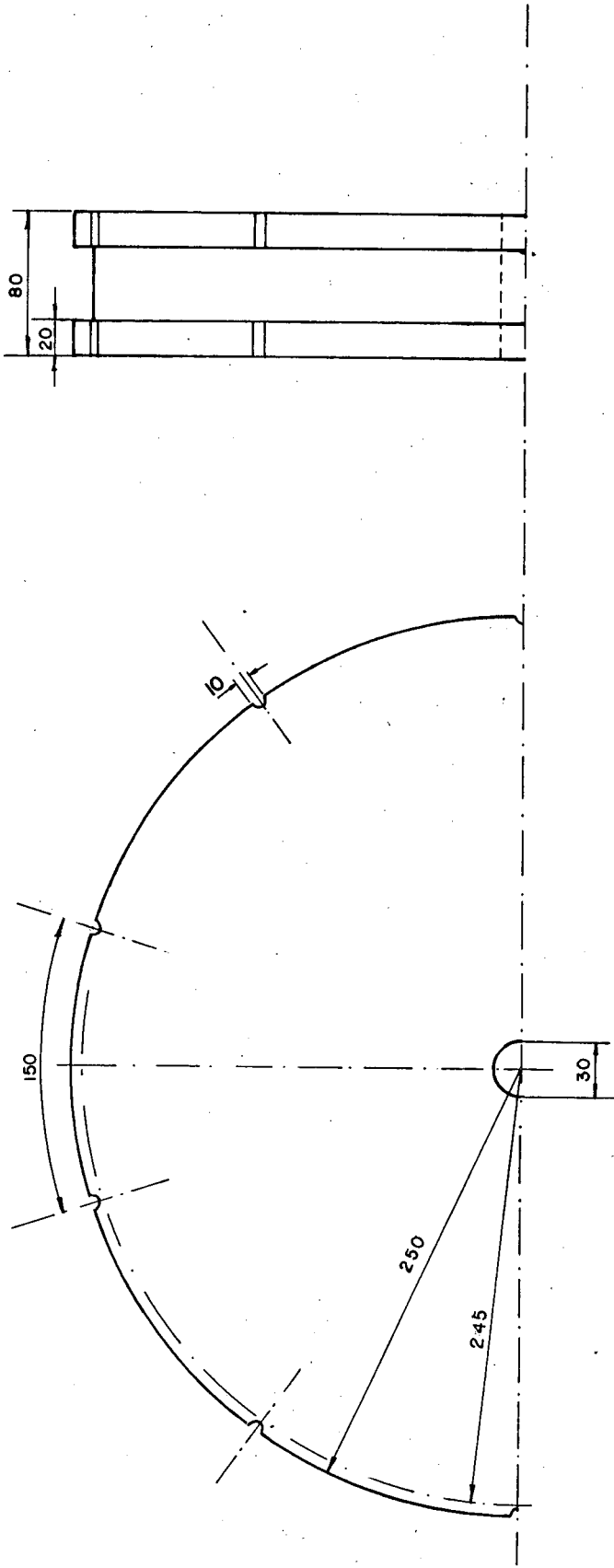




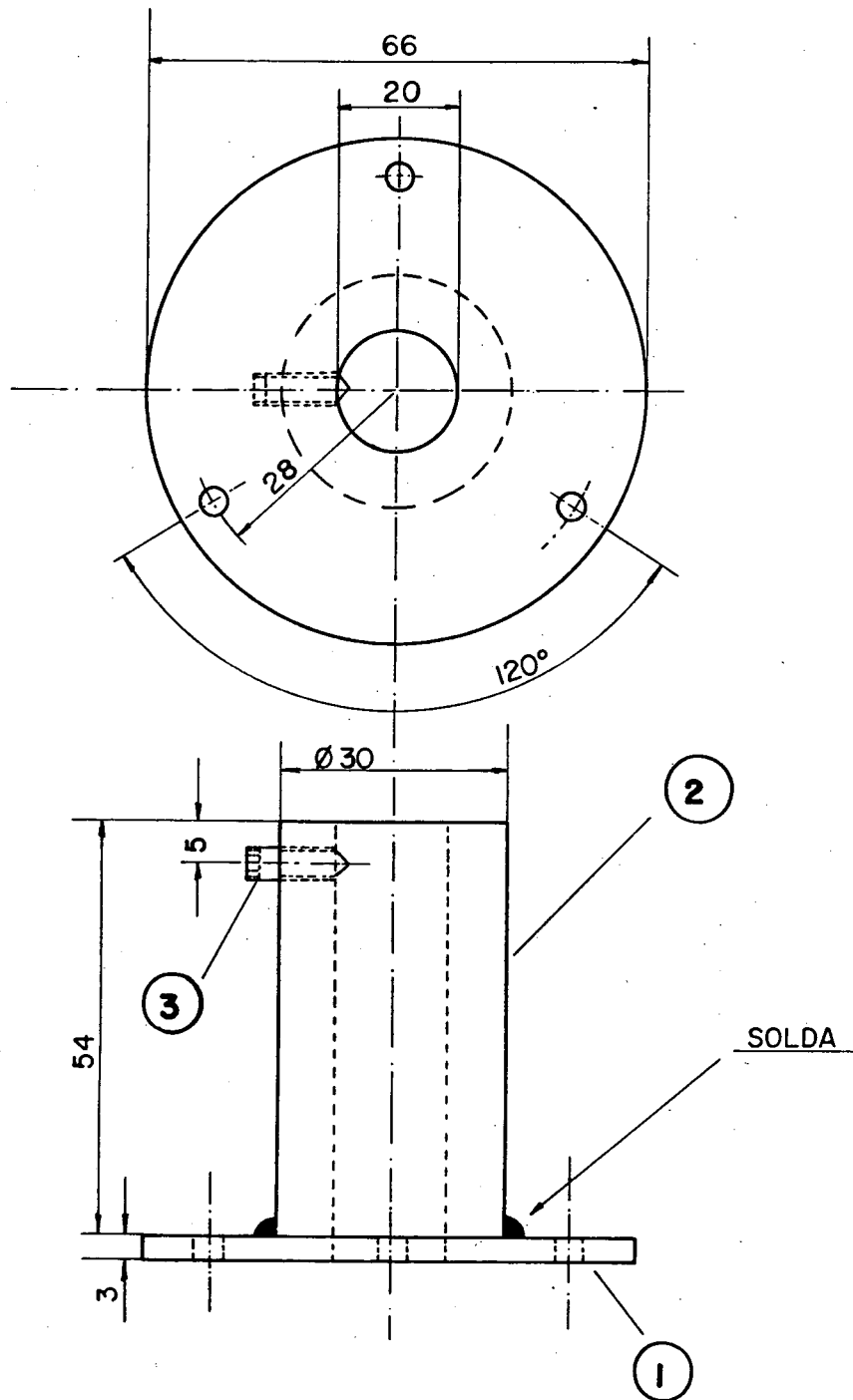
02	SUPORTE DO COMPACTADOR	qço	ABNT	1020	Observação
Peça	Quant.	Denominação	Material		
CONVÊNIO: FINEP/EMC-SP12		Nome da Peça:		Data: 01/11/86	
Proc.nº		Roda de compactação		Desenho: II	
Escala:	Projeto:	PLANTADEIRA DE MUDAS		Local: LAB. PROJETOS	
1:2				EMC - UFSC	



7	03	Paraf. (M4) e Porca	aço ABNT 1020	compr. 20 mm
6	01	placa circular	chapa fina de aço	esp. 3 mm
5	01	placa circular	chapa fina	esp. 3 mm
4	01	bucha	aco ABNT 1020	Ø 20 mm
3	01	disco flexível	neolight	esp. 4 mm
2	01	disco flexível	neolight	esp. 4 mm
1	01	disco flexível	chapa fina aço	esp. 3 mm
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO: FINEP/EMC-SPI2		Nome da Peça		Data: 01/11/86
Proc. nº		Conjunto plantador		Desenho: 12
Escala 1:5		Projeto: Plantadora de mudas		Local: LAB. PROJETOS EMC - UFSC



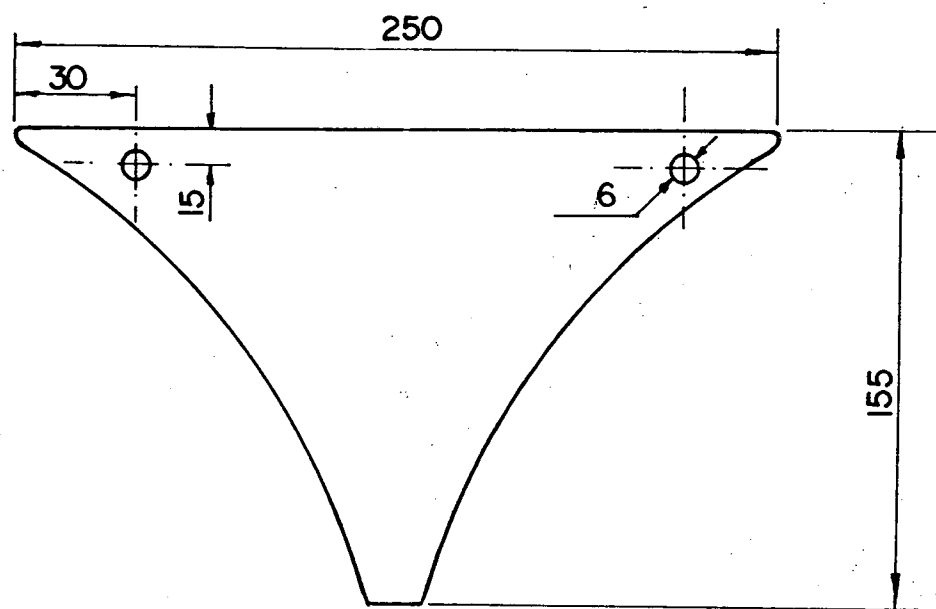
02	DISCO ALIMENTADOR	madeira	
Peça	Quant.	Material	Observação
CONVÊNIO: FINEP/EMC-SP 12		Nome da Peça	Data: 03/11/86
Proc. nº		Conjunto plantador	Desenho: 13
Escola:	Projeto:	Local: LAB. PROJETOS.	
1:2,5	PLANTADEIRA DE MUDAS	EMC-UFSC	



Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
3	2	Parafuso M4		compr. 6 mm
2	2	Barra cilíndrica	aço ABNT 1020	Ø 30 mm
1	2	Disco	chapa fina aço	espessura = 3mm

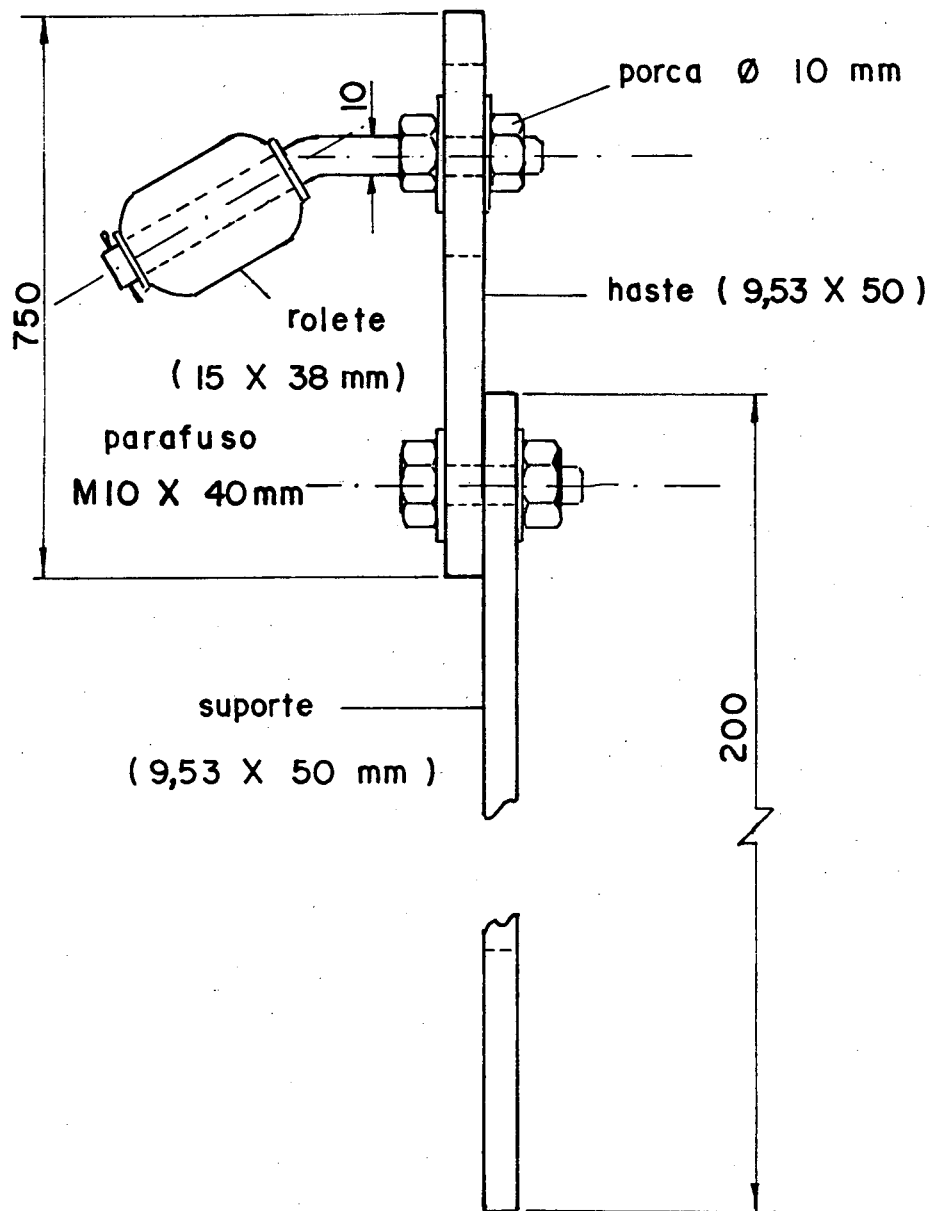
CONVÊNIO: FINEP/EMC.SPI2		Nome da Peça flange	Data: 07/11/86
Proc nº:			Desenho: 14

Escala	Projeto:	Local: LAB. PROJETOS EMC - UFSC
	Plantadora de mudas	

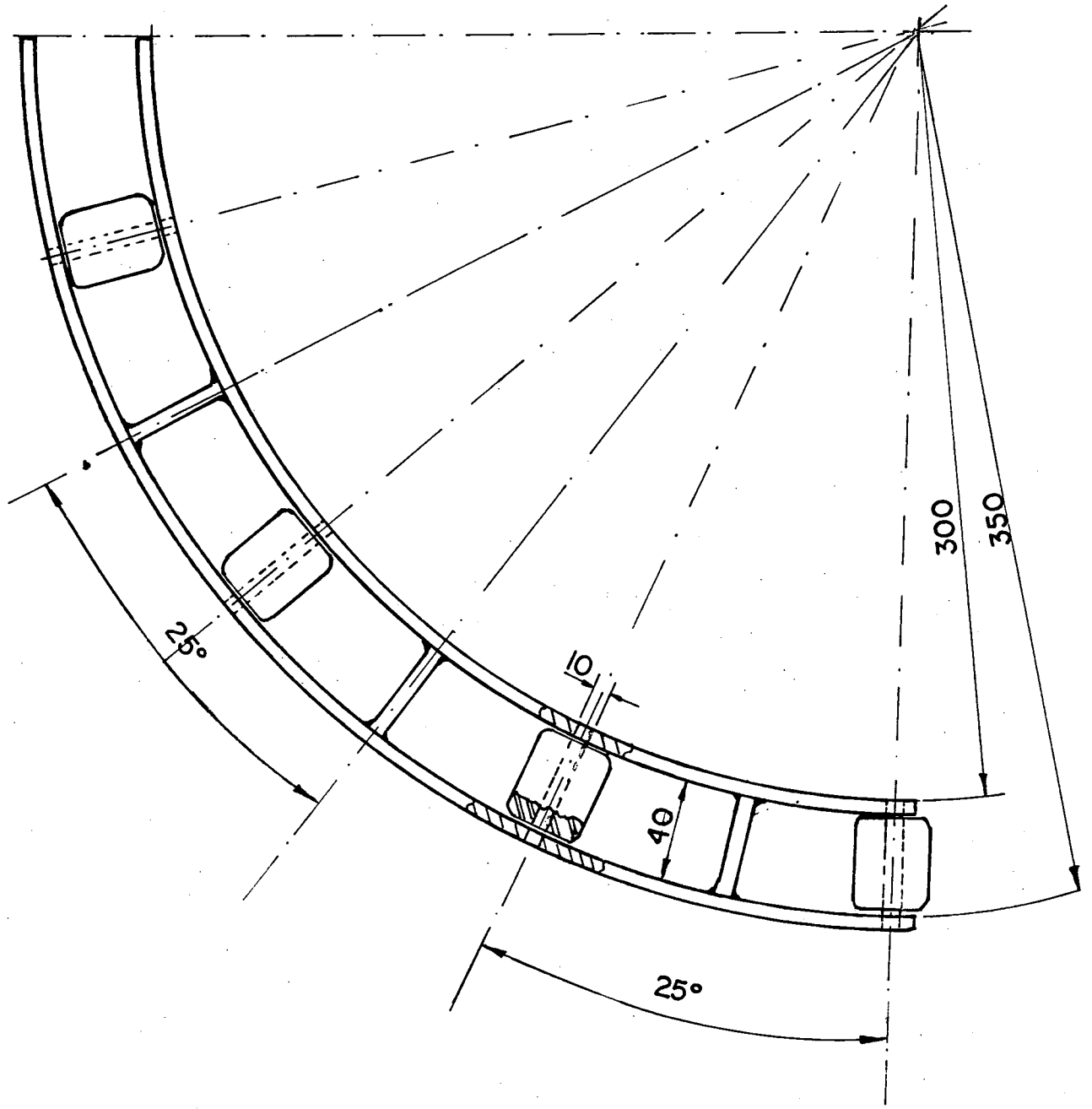


	01	GUIA DO ALIMENT.	MADEIRA	espessura = 08 mm
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO: FINEP/EMC-SP-12		Nome da Peça		Data: 07/11/86
Proc. n.º		GUIA		Desenho: 15
Escala: 1:2,5		Projeto: PLANTADEIRA DE MUDAS		Local: LAB. PROJETOS EMC - UFSC

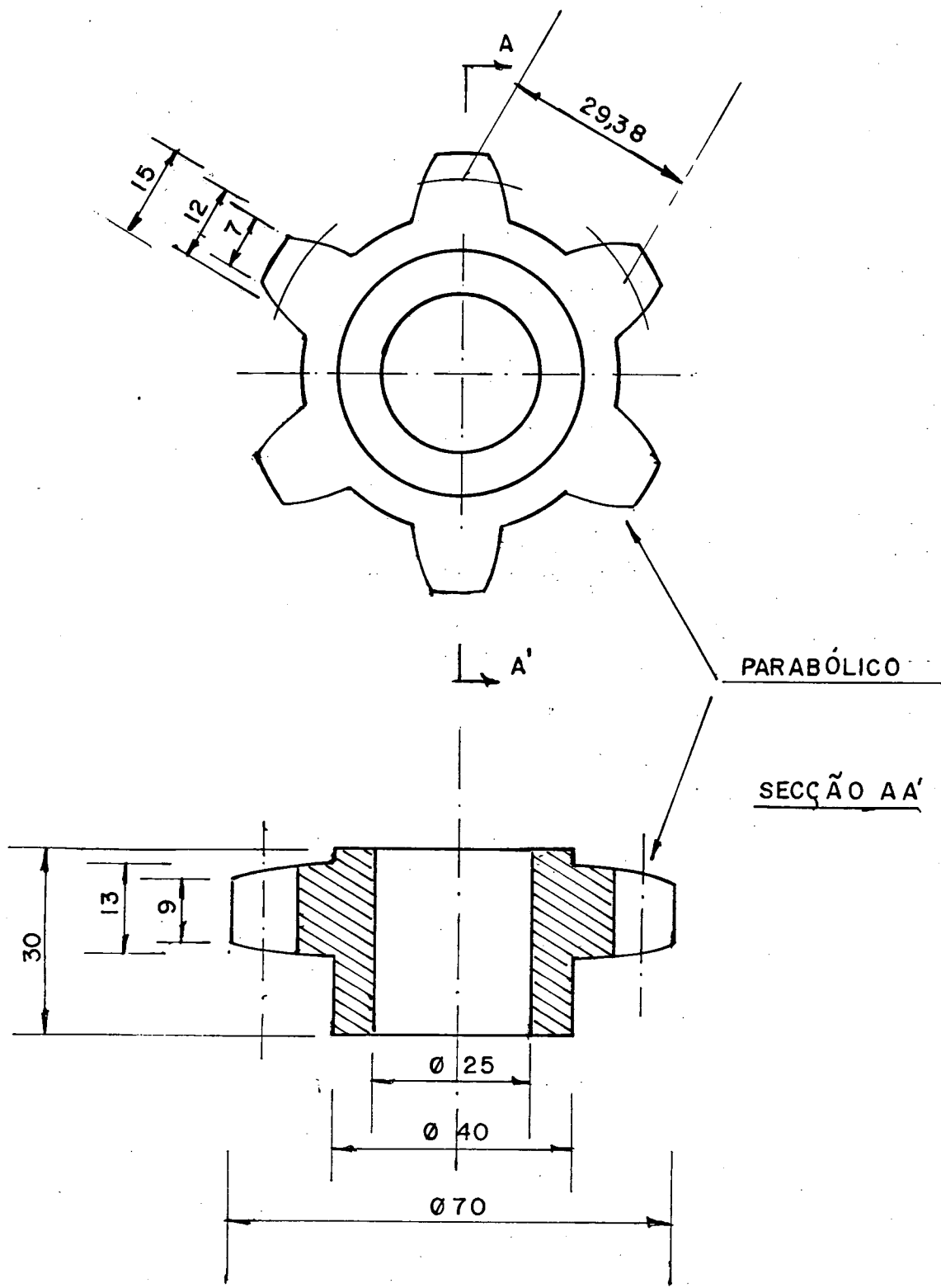




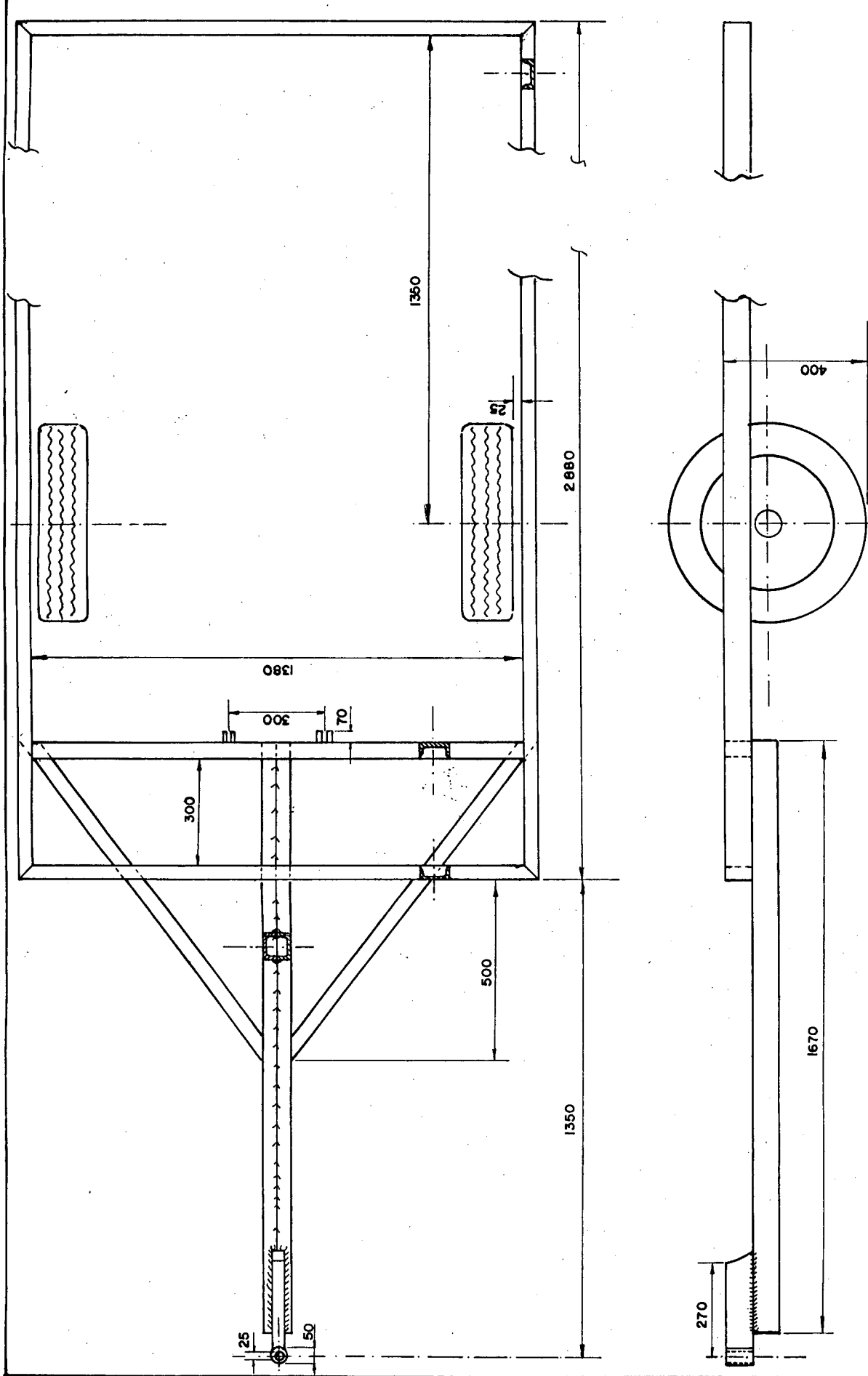
	02	CONJ. DA GUIA DE TRANS.	ferro chato	
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO: FINEP/EMC-SPI2		Nome da Peça		Data: 23/11/86
Proc.nº		Suporte de guia		Desenho: 16
Escala	Projeto:			Local: LAB. PROJETOS
1:1	PLANTADEIRA DE MUDAS			



	02	GUIA DE ROLETES	ferro chato 6,35 X 12,7	Ø rolete 30 mm
Peça	Quant.	Denominação	Materia	Observação
CONVÊNIO: FINEP/EMC-SP 12		Nome da Peça		Data: 12/11/86
Proc.nº		Guia inferior		Desenho: 17
Escala	Projeto			Local: LAB. PROJETOS
1:25	PLANTADEIRA DE MUDAS			

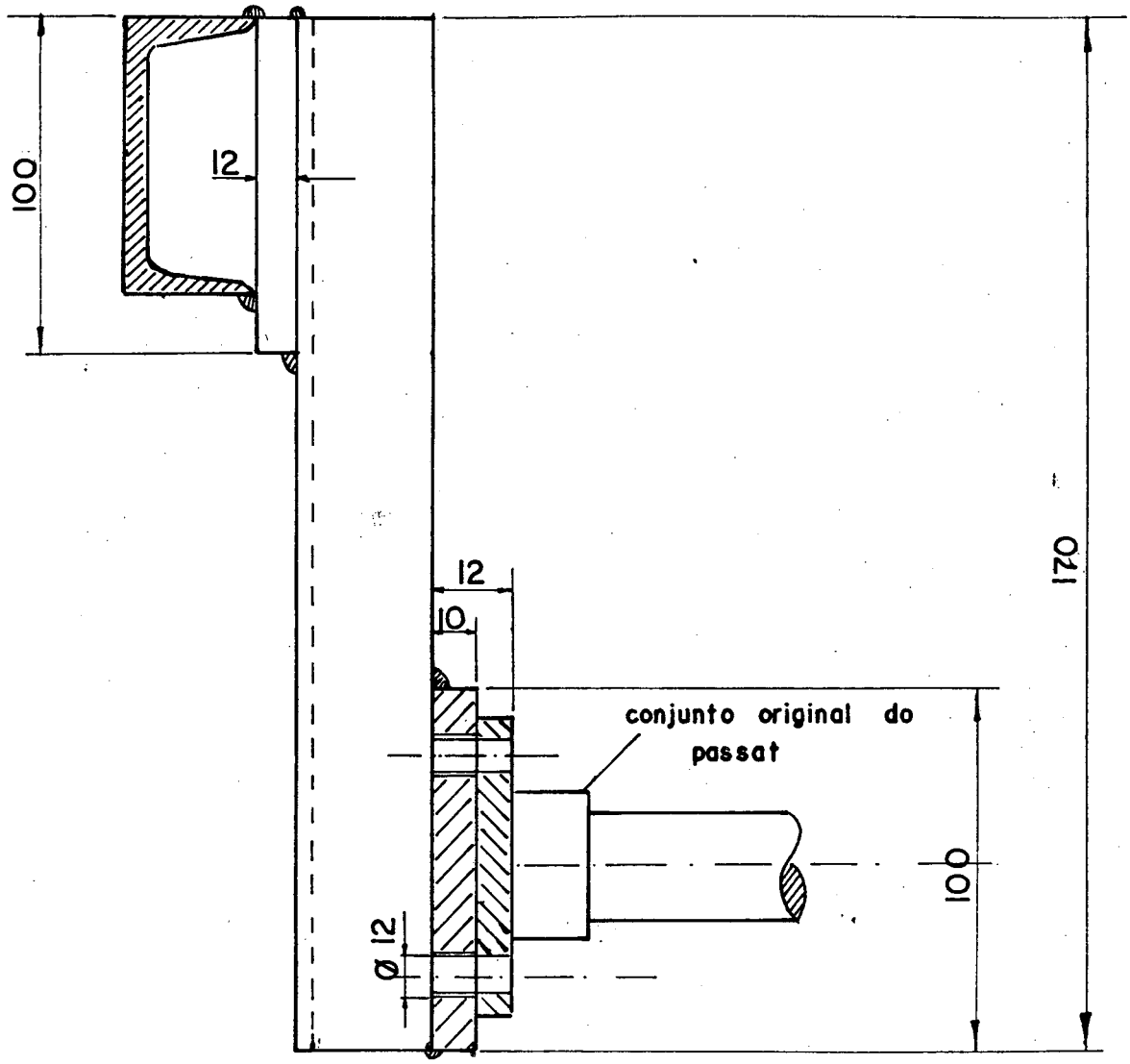


	06	roda dentada	ferro fundido	
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO: FINEP/EMC-SPI2		Nome da Peça		Data: 23/11/86
Proc.nº		Roda dentada		Desenho: 18
Escala: 1:1		Projeto: PLANTADEIRA DE MUDAS		Local: LAB. PROJETOS EMC - UFSC



QI	carreta	perfil "U" 25 X 75mm	Observação
Peça	Quant.	Denominação	Material
CONVÊNIO: FINEP/EMC SP-12		Nome da Peça	
Proc. n.º		Carreta de apoio	
Escala	Projeto	Local: LAB. PROJETOS	
1:10	Plantadora de mudas	EMC - UFSC	

Data: 23/11/86  
 Desenhista: 19



	02	suporte das rodas	perfil "U" 75 X 25mm	
Peça	Quant.	Denominação	Material	Observação
CONVÊNIO : FINEP/EMC-SP12		Nome da Peça		Data : 01/12/86
Proc.nº		Carreta de apoio		Desenho : 20
Escala :	Projeto:			Local : LAB. PROJETOS
1:2	Plantadora de mudas			EMC. UFSC