

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
PRO-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO  
DE SEMEADURA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
EM ENGENHARIA MECÂNICA

JÓGERSON PINTO GOMES PEREIRA  
ENGENHEIRO AGRÍCOLA

CAMPINA GRANDE - PB

SETEMBRO DE 1989

JÓGERSON PINTO GOMES PEREIRA

**ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO  
DE SEMEADURA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do Grau de Mestre.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROJETO DE PRODUTO MECÂNICO**

**Orientadores: CLAUDIO SHYINTI KIMINAMI**

**ODILON RENY RIBEIRO FERREIRA DA SILVA**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**SETEMBRO DE 1989**



P436a Pereira, Jogerson Pinto Gomes  
Adaptacao de um cultivador a tracao animal para a operacao de sementeira / Jogerson Pinto Gomes Pereira. - Campina Grande, 1989.  
138 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Mecanica) - Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e Tecnologia.

1. Sementeira - 2. Engenharia Mecanica 3. Dissertacao I. Kiminami, Claudio Shyinti, Dr. II. Silva, Odilon Reny Ribeiro Ferreira da, M.Sc. III. Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB) IV. Titulo

CDU 62-872.8(043)


ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR À  
TRAÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO  
DE SEMEADURA

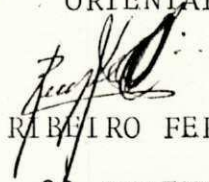


ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR À TRACÇÃO ANIMAL PARA A  
OPERAÇÃO DE SEMEADURA

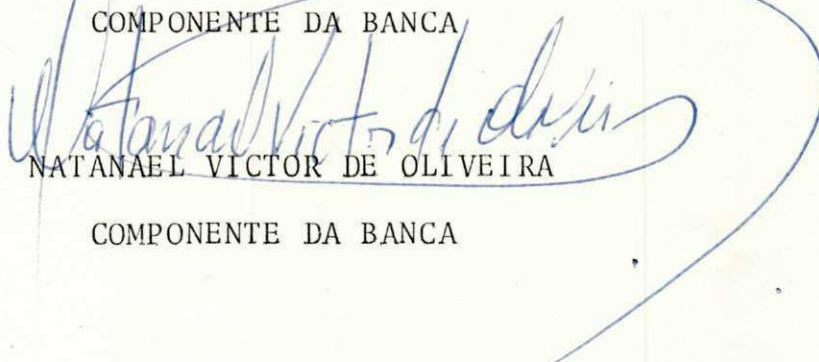
JOGERSON PINTO GOMES PEREIRA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 25 DE SETEMBRO DE 1989

  
CLÁUDIO SHYINTI KIMINAMI  
ORIENTADOR

  
ODILON RENEY RIBEIRO FERREIRA DA SILVA  
CO-ORIENTADOR

  
SANDOVAL FARIAS DA MATA  
COMPONENTE DA BANCA

  
NATANAEL VICTOR DE OLIVEIRA  
COMPONENTE DA BANCA

CAMPINA GRANDE - PB  
SETEMBRO - 1989

A meus pais, JORIETE e GERCINO

A meus irmãos, FRED, JÚNIOR, JORDÂNIO e RAMIRO MANOEL

E a toda minha Família Universal

D E D I C O

Ao Engenheiro Agrícola ODILON RENY RIBEIRO FERREIRA DA SILVA

E ao Professor CLÁUDIO SHYINTI KIMINAMI

O F E R E Ç O

## AGRADECIMENTOS

Aos orientadores Prof. Dr. CLÁUDIO SHYINTI KIMINAMI (UFPB/DEM) e ao Eng. M. Sc. ODILON RENEY RIBEIRO FERREIRA DA SILVA (EMBRAPA/CNPA), pela dedicação e maestria dos ensinamentos nos ministrados quando da elaboração deste trabalho.

A EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA, através do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão na pessoa do chefe Dr. DROZIMBO SILVEIRA CARVALHO, pelo financiamento de todo projeto, pelo apoio técnico de seus funcionários e pelo apoio material de seus laboratórios.

Ao CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA/CNPq, pelo financiamento de bolsa de estudo na nossa discência no Mestrado de Engenharia Mecânica da UFPb/Campus II.

A UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA/CCT-Campus II, através do Departamento de Engenharia Mecânica na pessoa do chefe Prof. MÚCIO COELHO DE OLIVEIRA e dos Profs. Dr. NATANAEL VICTOR DE OLIVEIRA e MARCO ANTÔNIO DOS SANTOS, respectivamente Coordenador e Vice-Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, pelo espírito de cooperação e solicitude.

Ao Agrônomo M. Sc. em Estatística Experimental, JOSÉ WELLINGTON DOS SANTOS (EMBRAPA/CNPA), pelos esclarecimentos necessários e análise estatística dos dados de campo.

Aos Profs. MARIA SOLANGE MORANI VIDAL (UFPB/DEM), JOHANES CORNELIS JOHANNA MARIA DERKS (UFPB/DEM) e MANOEL CORDEIRO DE BARROS (UFPB/DEM), pelas correções e sugestões dos desenhos e ao Prof. ANTÔNIO ALMEIDA SILVA (UFPB/DEM) pelo acompanhamento do memorial de cálculo e devidas propostas.

Aos colegas de curso, KÊNIA CARVALHO e ERINALDO CLEMENTE DOS SANTOS, pela solidariedade e repasse financeiro de suas bolsas de estudo em nosso favor durante os primeiros meses de curso.

Aos ex-coordenadores JOSÉ LEOPOLDO DA SILVA (UFPB/DEM), MARCINO DIAS DE OLIVEIRA JÚNIOR (UFRN/DEM) e ANA ALBERTINA GRAÇA BRANCO (UFPB/DEM), pela amizade e motivação para que a realização deste trabalho fosse possível.

A minha mãe JORIETE MARIA PINTO GOMES PEREIRA, pelo empenho e constante incentivo nesta trajetória.

A meus irmãos, em especial GERCINO PINTO GOMES PEREIRA (JÚNIOR), pela digitação e impressão de todos os exemplares exigidos pela Coordenação.

Enfim, a todos que de uma forma ou de outra, sempre solícitos, nos estenderam os braços fraternos agraciando-nos com a conclusão desta dissertação.

## RESUMO

O cultivador à tração animal é um instrumento bastante utilizado pelos pequenos agricultores da região Nordeste nas operações de preparo do solo e controle de ervas. A sementeira das culturas geralmente é manual, o que torna uma operação morosa e de custos elevados. Como alternativa de baixo custo foram desenvolvidas adaptações em um cultivador convencional de cinco enxadas para ser utilizado na sementeira em duas linhas. O protótipo foi submetido a testes de campo na implantação da cultura de algodão e milho onde foram avaliados sua performance na distribuição de sementes, esforço tratorio, capacidade operacional, desempenho econômico e deslizamento. O protótipo teve desempenho superior ao plantio manual e a sementeira à tração animal, demonstrando a sua viabilidade técnica e econômica.

## SUMMARY

Animal power cultivator is a very simple equipment largely used by small farmers from Northeastern Brazil as an aid for preparing the soil and weeding.

The seeding is generally handly-made, what makes it a very slow and expensive operation. A conventional five shovels cultivator was adapted to be used in a two-line seeder as a cheaper alternative.

The prototype was tested in the seeding of cotton and maize and its performance in seed distribution, traction exertion, operation capacity, economic performance and spinning of wheels was analysed. The performance showed by it was higher than ones by hand-seeding and animal power, what makes it technically and economically feasible.



## ABREVIATURAS

### a) Notação usual

$A$	- Área da lâmina ( $m^2$ )
$L$	
$b$	- Largura do dente (mm)
$B$	- Carga nominal ( $N/mm^2$ )
$AD$	
$CV$	- Coeficiente de variação (%)
$D$	- Deslizamento (%)
$d$	- Diâmetro do círculo de rolamento (mm)
$b_1$	
$d_{k1}, d_{k2}$	- Diâmetro da cabeça da coroa e de pinhão respectivamente (mm)
$d_m$	- Diâmetro médio (mm)
$d_{o1}, d_{o2}$	- Diâmetro do círculo divisor da coroa e do pinhão respectivamente (mm)
$ET$	- Esforço tratório (N)
$f_b, f_d$	- Linhas de contorno (adimensional)
$F$	- Força (N)
$g$	- Aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )



- GL - Grau de liberdade (adimensional)
- H - Profundidade de trabalho da enxada (m)
- $h_{f1}$ ,  $h_{f2}$  - Altura do pé da coroa e do pinhão respectivamente (mm)
- $h_{k1}$ ,  $h_{k2}$  - Altura da cabeça do dente para coroa e pinhão respectivamente (mm)
- $H_1, H_2, H_3$  - Volumes ( $m^3$ )
- i - Fator de multiplicação da engrenagem (adimensional)
- L - Largura da enxada (m)
- m - Módulo (adimensional)
- $n_1$  - Rotação do eixo (rpm)
- N1 - Número de voltas da roda motora do protótipo desenvolvendo a semeadura para dada distância (adimensional)
- N2 - Número de voltas da roda motora do protótipo desacoplado o mecanismo de transmissão para dada distância (adimensional)
- P - Dados coletados nos ensaios
- $P_R$  - Potência requerida pelo protótipo (cavalo vapor)

- QM - Quadrado médio (adimensional)
- $R_a, R_b$  - Comprimento do cone (mm)
- $r_{r01}, r_{r02}$  - Comprimento do cone posterior da coroa e do pinhão respectivamente (mm)
- $R_S$  - Resistência específica do solo ( $N/m^2$ )
- $R_{SO}$  - Força de reação do solo contra uma enxada (N)
- $R_{SI}$  - Força de reação do solo contra duas enxadas (N)
- $R_1$  - Força de reação no solo abaixo da roda motora (N)
- $R_2$  - Força de reação no solo abaixo da roda compactadora (N)
- S - Área de trabalho da enxada ( $m^2$ )
- V - Velocidade de trabalho do animal (m/s)
- $V_1, V_2, V_3$  - Volumes ( $m^3$ )
- $y_{ijk}$  - Observação dos tratamentos (adimensional)
- $x_k$  - Ângulo da cabeça da engrenagem (graus)
- $Z_1, Z_2$  - Número de dentes da coroa e do pinhão respectivamente (adimensional)

b) Notação não latina

- $\alpha$  - Ângulo de fixação do braço da enxada no chassi  
(graus)
- $\alpha_{on}$  - Ângulo de ataque (graus)
- $\beta_j$  - Efeito aleatório do bloco (adimensional)
- $\beta_m$  - Ângulo de inclinação (graus)
- $\delta_A$  - Ângulo entre os eixos das engrenagens (graus)
- $\delta_k$  - Efeito fixo repetido no tempo (adimensional)
- $\delta_1, \delta_2$  - Ângulo do cone da coroa e do pinhão  
respectivamente (graus)
- $\eta$  - Efeito da média geral (adimensional)
- $\xi_{ijk}$  - Efeito aleatório associado às observações  
(adimensional)
- $\theta$  - Ângulo de tração (graus)
- $\sigma^2$  - Variância (adimensional)
- $\tau_i$  - Efeito fixo do tratamento (adimensional)
- $(\tau\beta)_{ij}$  - Efeito aleatório da interação tratamento X bloco  
(adimensional)
- $(\tau\delta)_{ij}$  - Efeito fixo da interação tratamento X dia  
(adimensional)

## I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	01
1.1 Introdução.....	01
1.2 Objetivos.....	02
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
2.1 Processos de implantação das culturas.....	06
2.2 Funcionamento das semeadoras.....	09
2.3 Semeadura como fonte de danos mecânicos.....	13
3. PROJETO DESENVOLVIDO.....	15
3.1 Introdução.....	15
3.2 Projeto.....	19
3.2.1 Sistema de acionamento do equipamento....	20
3.2.2 Sulcadores e rodas compactadoras.....	25
3.2.3 Análise estrutural.....	26
4. CONSTRUÇÃO E MONTAGEM.....	28
4.1 Sistema de acionamento do equipamento.....	29
4.1.1 Roda dianteira.....	29
4.1.2 Sistema de transmissão.....	31
4.1.3 Depósito de sementes.....	34
4.1.4 Sistema de distribuição de sementes.....	35

4.1.5 Condutor de sementes.....	36
4.2 Sulcadores.....	36
4.2.1 Roda compactadora.....	37
4.3 Montagem.....	37
5. OPERAÇÃO DE AVALIAÇÃO.....	43
5.1 Teste de distribuição de sementes.....	43
5.2 Desempenho dos discos dosadores em função de di- ferentes quantidades de sementes nos depósitos.	44
5.3 Estudo dos danos causados às sementes pelos me- canismo de distribuição.....	45
5.4 Esforço tratório.....	46
5.5 Capacidade operacional.....	46
5.6 Ensaio de campo.....	47
5.7 Custo do protótipo.....	49
5.8 Desempenho econômico.....	49
5.9 Deslizamento da roda.....	50
5.10 Delineamento experimental e análise estatísti- ca.....	51
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	54
6.1 Teste de distribuição de sementes.....	54
6.2 Desempenho dos discos dosadores em função de diferentes quantidades de semente nos depósitos	54

6.3	Estudo dos danos causados às sementes pelos mecanismos de distribuição.....	55
6.4	Esforço tratório.....	57
6.5	Capacidade operacional.....	58
6.6	Germinação das sementes.....	59
6.7	Custo do protótipo.....	60
6.8	Desempenho econômico.....	60
6.9	Deslizamento.....	63
7.	CONCLUSÕES.....	81
8.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	83
9.	BIBLIOGRAFIA.....	84
	ANEXO 1 - Memorial de cálculos.....	91
	ANEXO 2 - Valores médios da maior dimensão das sementes de algodão, amendoim, feijão, girassol e milho.....	95
	ANEXO 3 - Verificação dos esforços.....	96
	ANEXO 4 - Componentes do protótipo em suas dimensões principais.....	103
	ANEXO 5 - Teor de umidade das sementes de amendoim.	137
	ANEXO 6 - Índice de germinação.....	138

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

### 1.1. Introdução

No Nordeste em geral, e em particular na Paraíba, a agricultura é uma atividade econômica que se mantém bastante tradicional, com predominância do trabalho manual, exaustivo e de baixa rentabilidade.

A limitação de área, aliada às baixas condições econômicas dos médios e pequenos proprietários, impõem restrições à introdução da moderna motomecanização, sempre de preço proibitivo às suas realidades.

Porém, no desempenho das atividades agrícolas alguns equipamentos à tração animal são utilizados, sendo o cultivador o mais difundido.

Verifica-se sua vasta utilização no preparo periódico do solo e nas capinas para combater as plantas invasoras.

Na semeadura empregam-se poucos implementos, encontrando-se mais comumente a matraca manual e as semeadoras à tração animal. No entanto, sua maior ocorrência é da atividade manual, trabalho extenuante e moroso, onde o agricultor deve levar consigo as sementes,

abrir as covas, lançar as sementes nestas e as enterrar, deslocando a terra com os pés.

A operação assim executada, exige do trabalhador um esforço físico conjunto e um consumo de tempo maior, comparado com outros métodos. A partir desta afirmação, justifica-se a introdução de um equipamento versátil, prático, barato e comercialmente difundido a exemplo do cultivador a tração animal, na execução de várias atividades de cultivo, inclusive na sementeira, e torna-se assim, opção técnica viável para a mecanização das médias e pequenas lavouras, de onde se obtém a maior parte da produção agrícola de importância econômica no Nordeste.

## **1.2. Objetivos**

O presente trabalho tem como objetivo adaptar um cultivador à tração animal para efetuar a operação de sementeira com fácil manuseio, com baixo custo e cuja aplicação seja voltada para a média e pequena lavoura.

Avaliar-se-á o equipamento proposto em condições de campo, quanto ao seu desempenho operacional, sua qualidade de trabalho e viabilidade econômica, comparando-o com a utilização de uma matraca, de uma semeadora à tração animal e da operação manual na implantação da cultura do algodão e do milho.



Nordeste em face de sua simplicidade de operação, baixo custo e economia de mão-de-obra.

Existem outros implementos à tração animal que são utilizados em menor escala, o caso dos arados, das semeadoras simples e semeadoras-adubadoras.

A aplicação da força animal de acordo com REIS (1983) é vantajosa para qualquer agricultor, principalmente os médios e pequenos de baixa renda devido ao menor custo e a perfeição do serviço, notadamente no cultivo, diminuindo o uso da enxada. Para os grandes proprietários, em terras acidentadas, ela é útil no complemento às atividades realizadas pelo trator, SCHMIDT (1979).

A disponibilidade de animais de trabalho para execução das atividades agrícolas é verificada com abundância em todo país. Dados do Censo Agropecuário de 1980, ilustram que a região Nordeste comporta 94% do rebanho de asininos, 44% de muares, 29% de eqüinos e 18% de bovinos, dos quais a Paraíba representa aproximadamente 10% dos rebanhos nordestinos.

Pelo exposto, viabiliza-se a possibilidade e a necessidade de intensificar-se e modernizar-se a mecanização à tração animal como solução imediata da reposição da força manual no contexto da realidade agrícola nordestina, pois a limitação de área dos produtores e a escassês de recursos

financeiros impõem restrições a plena utilização do trator, cujo preço é inviável para a grande maioria dos pequenos proprietários.

A simples substituição da força humana pela tração animal significa grande avanço tecnológico, seja pela eficiência na atividade produtiva, seja pela amenização do penoso trabalho do campo. Conforme NAKAMAE (1986), seu uso adequado é uma escola preparatória para o sucesso da motomecanização. Tanto é verdade, conclui esse autor, que verifica-se sua maior aplicação nas regiões de acelerado desenvolvimento agrícola, onde a tratorização também é usada em grande escala.

Estudando as pequenas propriedades da África Tropical, KUIEMBEH (1986) verificou que apesar de toda rusticidade e práticas primitivas na agricultura, elas eram muito produtivas. Na sua concepção, estas serão mais ainda quando implantarem-se inovações tecnológicas de baixo custo que atendam às condições peculiares da região com equipamentos manuais e, sobretudo a tração animal, que permitam trabalho eficiente, suave e com maior produtividade. Este raciocínio aplica-se a região semi-árida nordestina, cujo aspecto geoeconômico em muito assemelha-se a realidade africana. Todo progresso nesse sentido, terá reflexos extraordinários na oferta global de alimentos e demais matérias-primas industriais de origem vegetal.

## 2.1 Processo de implantação das culturas

A sementeira é o ato de lançar sementes ao solo em condições propícias a sua germinação. Para DELAFOSSE (1979) é uma das operações agrícolas mais importantes porque influi de maneira decisiva na germinação das sementes, no crescimento inicial das plantas, nos trabalhos intermediários e posteriores com os tratamentos culturais, na eficácia destas operações e, por último no rendimento da cultura.

A finalidade da sementeira, segundo ANDERSON (1986) é estabelecer uma densidade ótima de plantas por unidade de área, de forma a obter espaçamentos adequados, em função dos aspectos agronômicos das culturas e do potencial produtivo do solo.

Normalmente esta atividade é efetuada em fileiras onde se faz os sulcos, distribuindo as sementes em quantidades adequadas e em seguida promovendo-se seus enterramentos. A distância entre as fileiras e entre plantas é variável dependendo do tipo de cultura (como por exemplo, o espaçamento entre fileiras do algodão é de aproximadamente 1,0 metro e do feijão 0,60 metro. Entre plantas devem distar aproximadamente 0,20 e 0,25 metro respectivamente), CANECHIO FILHO (1984).

exploração de áreas maiores no semi-árido devido ao desperdício do período chuvoso. Esses autores recomendam ainda, o uso da matraca manual na sementeira de pequenas propriedades, pois além de ser um equipamento simples e de preço acessível, apresenta bom desempenho operacional, embora sua limitação se prenda ao fato de que o agricultor não esteja treinado para manuseá-lo e de apresentar danificações às sementes.

#### b) Sementeira à tração animal

A sementeira à tração animal é uma máquina tracionada por eqüinos, bovinos etc., que distribui as sementes no solo em quantidades prefixadas e em profundidades adequadas. A sementeira é feita em linhas paralelas, facilitando as operações posteriores de capinas, aplicação de defensivos, adubação de cobertura e colheita.

Este equipamento consta de um chassi com roda frontal, depósito de sementes com capacidade média de 0,015<sup>3</sup> m<sup>3</sup>, mecanismo ajustável de distribuição de sementes, sulcador com regulagem de profundidade, roda compactadora e um marcador de linha, que é optativo, além de rabiças de madeira ou metálica. O mecanismo de distribuição pode ser regulado para obter-se espaçamentos uniforme nas fileiras. O peso deste equipamento é em torno de 50 kg e com ele pode-se semear as mais diversas culturas. Usualmente, estas

semeadoras executam a sementeira em linhas por meio das operações de: abertura de sulcos, dosificação e deposição da quantidade adequada de sementes no solo, cobertura e compactação do solo sobre as mesmas.

## 2.2 Funcionamento das semeadoras

### a) Abertura dos sulcos no solo

Para uma germinação uniforme as sementes devem ser colocadas a uma profundidade determinada na superfície do solo, e para isso as semeadoras possuem sulcadores para esse fim, que promovem a abertura de sulcos em diferentes alturas de corte, ORTIZ-CANAVATE (1984). Estes sulcadores são lâminas de aço resistente com diversos formatos, que variam em função do tipo de solo e do nível tecnológico do equipamento, mas geralmente são enxadas do tipo facão, bota ou disco, sendo montados em suportes rígidos, articulados ou flexíveis, BALASTREIRE (1987).

Para ORTOLANI et alii (1986), tais mecanismos devem estabelecer um sulco de profundidade apropriada para os vários tipos e condições de solo.

As semeadoras à tração animal que operam em terrenos bem preparados, isentos de tócos e pedras, utilizam geralmente o sulcador tipo facão, SILVA & CARVALHO (s.d.).

Entretanto, segundo FINCH (1983) em condições favoráveis pode-se usar o sulcador tipo picão na abertura de sulcos.

Se a semente for plantada superficial ou demasiadamente profunda, poderá não germinar devido as condições edafoclimáticas adversas, fato corriqueiro no semi-árido nordestino.

#### **b) Dosagem da quantidade de sementes**

Para obter-se um rendimento satisfatório, MOREIRA et alii (1978) consideram que deve haver uma semeadura eficiente e nesse aspecto a distribuição das sementes em quantidades adequadas é de grande importância. Portanto a dosagem de sementes é considerada como uma das principais funções de qualquer semeadora, e o bom desempenho de seu mecanismo seletor resulta "stands" adequados para a cultura explorada.

Existem diversos seletores, cada um dos quais com funcionamento próprio, sendo os mais comuns: em hélices, gavetas, rotores acanalados, rodas dentadas, eixos com serpentina e discos perfurados, dispostos horizontal, inclinado ou verticalmente. Tais seletores são acionados pela roda motora da semeadora, KEPNER et alii (1978).

Para as semeadoras à tração animal o dispositivo para distribuição de sementes mais usado é o disco

perfurado, VIDAL (1982). Por outro lado, GARMAN (1982) recomenda a utilização de rotores perfurados, de nylon ou madeira, para semeadoras manuais ou de tração animal, cuja velocidade operacional esteja em torno de 1 m/s.

ORTIZ-CANAVATE (1984) não considera o tipo de seletor que se está trabalhando na semeadura. O controle de sua distribuição de sementes, torna-se imprescindível, tolerando-se mínimas oscilações sobre a quantidade recomendada por hectare.

#### c) Deposição das sementes no solo

As semeadoras devem proporcionar uma deposição de sementes no solo de forma uniforme quanto a profundidade e espaçamento, mesmo em se tratando de solos com pequenas ondulações.

Os mecanismos de colocação de sementes, tais como dispositivos de saída ou tubos condutores, lançam as sementes no interior do sulco aberto pelos sulcadores, KEPNER et alii (1978).

BREECE et alii (1975) estudando as várias formas de deposição de sementes no solo, afirmam que a inadequada colocação destas em relação a outras sementes ou a fertilizantes, afetam a germinação, o "stand" e conseqüentemente o rendimento.

#### d) Cobertura das sementes

A cobertura das sementes com quantidade adequada de terra é outra função da semeadora para assegurar o êxito de uma germinação regular. Essa cobertura é feita por meio de dispositivos que variam de aterradores a discos cobridores. Dependendo do tipo de solo e de sua preparação, a roda compactadora serve como mecanismo de cobrimento das sementes, BREECE et alii (1975) e KEPNER (1978).

#### e) Compactação do solo sôbre as sementes

As semeadoras dispõem de roda compactadora para comprimir o solo, ligeiramente sôbre e especificamente ao lado da semente, melhorando o contato solo-semente, beneficiando suas condições de germinação através de uma maior adsorção de umidade, ORTIZ-CANAVATE (1984).

Para melhorar o desempenho da compactação as semeadoras utilizam-se de rodas duplas de aço que são as mais comuns. Em alguns casos, estas podem servir de unidade impulsora dos mecanismos de distribuição de sementes. Para melhor operacionalidade das rodas compactadoras existem vários modelos, formas e tamanhos, tendo aros côncavos, convexos, planos etc, que variam em função do tipo e umidade do solo, KEPNER et alii (1978).

Normalmente o contrôle da profundidade de



semeadura nas semeadoras é feito através de articulações com furos ou de entalhes de regulagem ligados à roda compactadora, BALASTREIRE (1987).

As semeadoras que além das operações descritas anteriormente, efetuam também a adubação são chamadas semeadoras-adubadoras, BALASTREIRE (1987).

### 2.3 Semeadura como fonte de danos mecânicos

Injúrias mecânicas nas sementes são impactos, abrasões e cortes sofridos pelas mesmas durante seu manuseio.

A ocorrência de avaria às sementes é função das operações mecânicas, do operador e das características morfológicas e estruturais das sementes.

Trabalhando com semeadoras de tração animal e mecânica, MOREIRA et alii (1978) verificaram que a velocidade de trabalho foi o parâmetro de maior influência no desempenho de percentagem de sementes quebradas.

Para CARVALHO & NAKAGAWA (1975) a semeadura é fonte desprezível de danos mecânicos. O impacto nas sementes, além de tolerável, é de efeito rápido. Eles atribuem que sua ocorrência faz-se no instante em que as mesmas são empurradas através dos orifícios do disco dosador.

Apesar de se conhecer a comprovada eficiência das semeadoras à tração animal, seu custo é fator limitativo para muitos dos pequenos produtores da região Nordeste. Além disso, sua utilização restringe-se apenas à época de plantio, verificando-se sua ociosidade no resto do ano. Portanto, é fundamental o desenvolvimento de equipamentos simples e versáteis em detrimento a equipamentos específicos por questões econômicas e de múltiplas operabilidades, BARDON et alii (1983), EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1983) e PINHEIRO NETO (1987).

Nesse sentido, o uso do cultivador para operações de preparo de solo, cultivo e também adaptado para a execução da semeadura, será de fundamental importância para o agricultor nordestino.

### 3. PROJETO DESENVOLVIDO

#### 3.1 Introdução

Os cultivadores são equipamentos empregados na movimentação superficial do solo com o objetivo principal de extipar as ervas daninhas e quebrar a crosta da superfície do terreno para melhorar seu arejamento além de favorecer a retenção da água.

Existem diversos tipos de cultivadores para tração animal. Todos basicamente, possuem as mesmas peças constituintes, conforme ilustra a figura 3.1, que apresentam aproximadamente as seguintes características:

- O chassi é uma barra de aço com cerca de 1 m de comprimento e secção de  $0,00044 \text{ m}^2$ , na qual se prendem as rabiças e as peças de regulagens.

- As rabiças são estruturas de madeiras que apresentam aproximadamente as dimensões de 1,420 m X 0,25 m X 0,25 m. Elas possibilitam que o operador controle o implemento quando em operação.

- A haste de atrelamento é formada de chapa de aço e atrela o balacim para o movimento de tração.

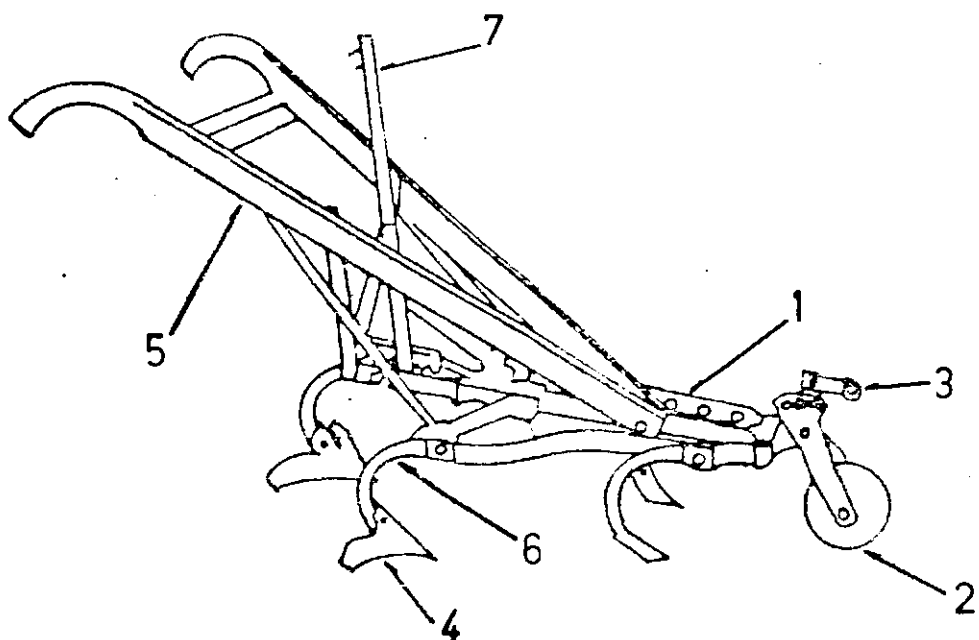


FIGURA 3.1 Cultivador de tração animal. 1. Chassi; 2. Roda de controle de profundidade; 3. Haste de atrelamento; 4. Enxada; 5. Rabiça; 6. Braço; 7. Alavanca.

- A roda de controle de profundidade é de aço, possuindo 0,25 m de diâmetro e ajusta-se a profundidade de trabalho desejado além de promover a estabilização do equipamento quando em deslocamento.

- Os braços em geral são de aço e têm formatos curvos, com seção transversal retangular de 0,0004 m<sup>2</sup>. Eles sustentam as enxadas através de 3 pontos de fixação opcionais.

- A alavanca regula a largura de operação do cultivador no espaçamento desejado de acordo com a distância entre as linhas da cultura plantada.

- As enxadas são órgãos ativos de trabalho normalmente em aço temperado e em formatos variados conforme a função a ser utilizada. A enxada tipo picão é a mais estreita e tem dimensão de 0,20 m X 0,07 m. Ela é empregada no cultivo profundo com pouco deslocamento lateral de solo e em condições favoráveis pode servir ao sulcamento. Um outro tipo, a asa de andorinha é utilizada para eliminar as ervas daninhas; a enxada tipo coração é usada nos cultivos profundos e para abrir sulcos; a aterradora de aiveca, para cultivos largos e chegamento de terra as plantas; a de bico de pato para sulcamento e a riscadora para marcar o solo principalmente para semeadura de culturas anuais.

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo através da adaptação de um cultivador do tipo anteriormente descrito para além de suas funções normais executar a atividade de semeadura. Esse protótipo terá as seguintes especificações:

- Utilização de um cultivador à tração animal comercialmente difundido.

- Efetuar a semeadura simultânea em duas linhas.

- Adequar-se aos diferentes tipos de semente lisas, tais como: algodão deslintado, milho, feijão, amendoim, arroz, girassol, sorgo, soja etc., cujo espaçamento é específico para cada uma delas.

- Possuir 2 recipientes para depósito de sementes com capacidade de  $0,005 \text{ m}^3$  cada um, que permita atender a uma área de plantio de aproximadamente  $1.000 \text{ m}^2$ , tratando-se de uma cultura com densidade de  $0,004 \text{ kg/m}^3$ , exemplo do feijão.

- Dosar as sementes necessárias por metro linear.

- Promover a abertura do sulco em profundidade adequada conforme o tipo de semente.

- Depositar as sementes no solo entre 0,03 a 0,05 m, controlada por dispositivos de regulagem de profundidade, para favorecimento de sua germinação em tempo hábil.

- Efetuar a compactação do solo deslocado sob as sementes.

Para o desenvolvimento do projeto, os seguintes critérios serão observados:

- Minimização do custo
- Reduzir ao máximo o serviço técnico especializado
- Funcionalidade eficiente
- Praticidade
- Facilidade de manutenção
- Adequação

### 3.2 Projeto

Vários componentes do cultivador (roda dianteira, haste de atrelamento, alavanca de espaçamento e braço do sulcador) devem ser extraídos por problemas funcionais, enquanto outros (mancais de fixação da roda motora, eixo de transmissão, depósitos e dispositivos de distribuição de sementes, roda compactadora, embreagem e barra regulável de espaçamentos) devem ser introduzidos, observando-se os recursos de natureza construtivas e econômicas.

As figuras 3.2 e 3.3 apresentam um esboço da concepção do projeto em sua vista lateral e superior,

destacando-se suas dimensões principais. O princípio do seu funcionamento, inicia-se a partir do movimento giratório da roda motora, que aciona um jogo de transmissão sob o qual estão instalados os depósitos de sementes. Estes últimos são providos de discos calibrados, para a distribuição adequada de sementes no solo, as quais são depositadas em sulcos e enterradas pelos aterradores de sementes, sendo a fração de terra de cobertura levemente comprimida pelas rodas compactadoras.

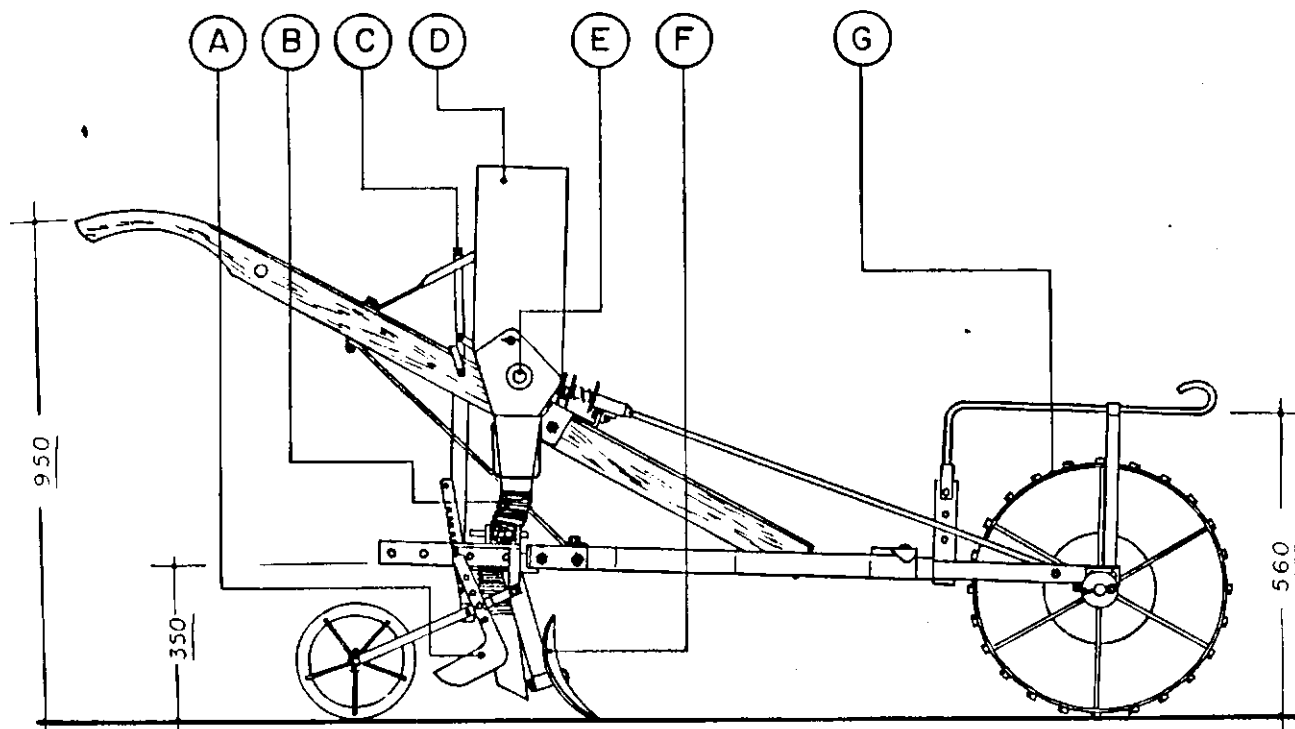
### 3.2.1 Sistema de acionamento do equipamento

#### a) Roda dianteira

A roda original deve ser substituída por outra roda, visto que a mesma desempenhará uma nova função que é a de transmitir potência para o sistema distribuidor de sementes.

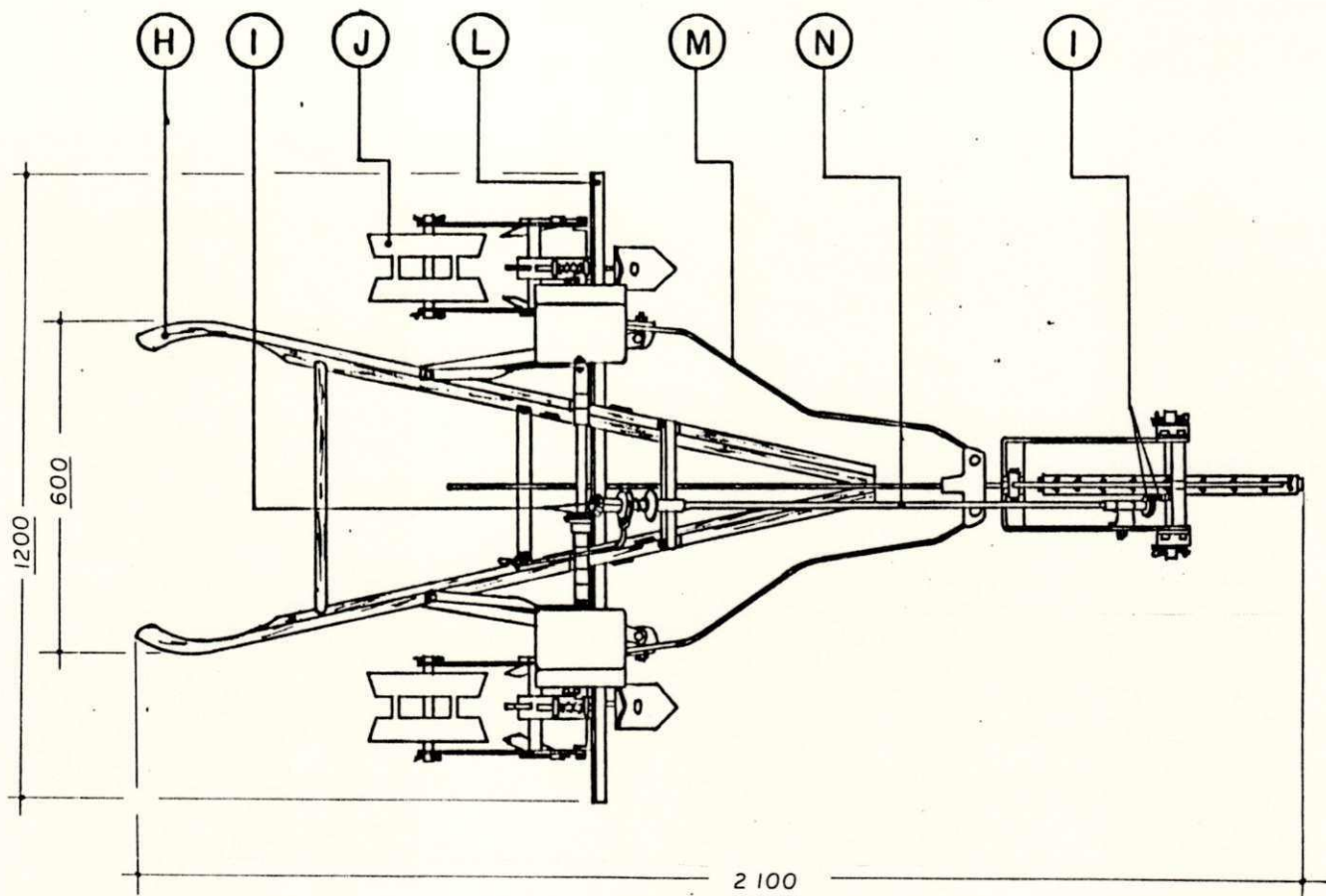
A roda projetada tem diâmetro de 0,45 m, percorrendo assim, a cada giro, a distância de 1,4 m, facilitando a escolha de um sistema de transmissão que trabalhe na razão de 1:1, isto é, evite a utilização de dispositivo extra de redução ou multiplicação. A nova roda possui ainda aro raiado, visando a minimização de peso e grampos anti-derrapantes visando melhorar sua aderência no solo.





CONVENÇÕES	
POS.	DISCRIMINAÇÃO
A	ATERRADORES DE SEMENTES
B	TUBO CONDUTOR DE SEMENTES
C	ALAVANCA
D	DEPÓSITO DE SEMENTES
E	MECANISMO DE DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES
F	ENXADA
G	RODA NOTORA

FIGURA 3.2 Vista lateral do protótipo para a sementeira.



CONVENÇÕES	
POS.	DISCRIMINAÇÃO
H	RABIÇAS
I	ENGRENAGENS
J	RODA COMPACTORA
L	BARRA DE SUSTENTAÇÃO MECANISMO DE PLANTIO
M	CHASSIS
N	EIXO DE TRANSMISSÃO

FIGURA 3.3 Vista superior do protótipo para sementeira

## b) Sistema de transmissão

A escolha pelas engrenagens cônicas em detrimento da corrente agrícola, da correia e da roda de atrito, deve-se ao bom rendimento das primeiras quando montadas sob eixos perpendiculares a distâncias consideráveis.

Outro fator de relevância é que elas transmitem a força de rotação sem deslizamentos, mantendo constante a relação de multiplicação independente do carregamento.

Com as engrenagens resiste-se melhor as sobrecargas do movimento giratório da roda motora causada pelos obstáculos do solo, sem alteração do movimento de transmissão. O conjunto coroa-pinhão especificado para a composição dos mecanismos de transmissão foi selecionado a partir do cálculo de engrenagens (Anexo 1), constituindo-se de um jogo satélite-planetário de um Chevette, podendo ser adquirido no comércio de autopeças usadas.

## c) Embreagem

A embreagem é uma alavanca manual que tem a finalidade de acoplar e desacoplar o sistema de transmissão durante as evoluções de contorno no final das linhas de plantio e no transporte do equipamento para o campo.

#### d) Depósitos de sementes

Dois depósitos de sementes com formatos retangulares de 0,16 m X 0,11 m e altura de 0,27 m, localizam-se em cada uma das laterais do equipamento contrabalanceando sua massa.

A capacidade máxima de cada depósito é de 0,005 <sup>3</sup> m de sementes, e permite reabastecimento esporádico conforme exigência da densidade de semeadura.

Anexo a base dos depósitos existe um pequeno compartimento onde localiza-se o disco dosador das sementes oriundas do depósito principal. Este compartimento possibilita um contato permanente do disco dosador com as sementes, assegurando uma distribuição uniforme.

#### e) Sistema de distribuição de sementes

Os dispositivos de distribuição de sementes são compostos por discos de madeira de lei, que são leves, resistentes e de simples geometria. Estes posicionados na vertical, tornam-se um sistema de distribuição mais simplificado que os usuais, ocupando menos espaços e adequando-se satisfatoriamente a flutuações de velocidade de acionamento.

A remoção e substituição dos discos de uma

espaçamentos.

O ângulo da lâmina de trabalho com o solo é de 135° e o controle de sua profundidade é feito através de entalhes de regulagem articulada ao dispositivo da roda de compactação.

#### b) Rodas compactadoras

A construção das rodas compactadoras com diâmetro de 0,22 m e com 5 raios sustentadores do aro, têm a finalidade de suportar parte do peso do equipamento em operação, além de compactar o solo sobre as sementes. Seu formato duplo, espaçados de 0,04 m é para evitar a compactação excessiva sobre as sementes, deixando o solo sob esta solto, comprimindo apenas suas laterais.

Os componentes adicionais ao cultivador, adaptando-o para a operação de semeadura foram desenhados seguindo-se as normas da ABNT (Anexo 3).

### 3.2.3 Análise estrutural

O protótipo foi idealizado baseado nos princípios de funcionamento dos equipamentos agrícolas convencionais para semeadura. Considerando-se as alterações introduzidas no cultivador, que possui originalmente cerca de 30 kg, estima-se que com a nova concepção, sua massa passa a ser em torno

de 50 kg quando abastecido de sementes.

As novas peças introduzidas; roda motora, eixo de transmissão, depósito etc., causam este acréscimo no peso final do equipamento, justificando a necessidade de analisar-se estruturalmente suas grandezas físicas do ponto de vista da estabilidade do equilíbrio do protótipo (Anexo 4).

O esforço tratório de um bovino por exemplo, oscila na razão de 1/8 a 1/10 de seu peso vivo que, aos 4 anos de idade já pesa aproximadamente 400 - 500 kg. Convencionou-se 4 a 6 horas de trabalho / dia, obtendo-se um esforço médio de 50 kg, suficiente para tracionar-se o protótipo, a uma velocidade de 0,8 - 1,0 m/s, própria dos animais de tração, SAARD (1981).

#### 4. CONSTRUÇÃO E MONTAGEM

O protótipo foi construído na oficina mecânica do Setor de Mecanização Agrícola do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão/EMBRAPA, Campina Grande, PB. Sua confecção se deu a partir de um cultivador à tração animal de 5 enxadas, com base no sistema utilizado pelas semeadoras convencionais. Os principais materiais usados na sua construção foram:

- Aço ABNT 1020 em chapas e barras pela sua resistência e durabilidade. É relativamente de baixo custo e adapta-se por calandragem as mais variadas formas, podendo ainda ser laminadas, cortadas, soldadas, etc.

- Madeira de lei do tipo massaranduba, além de já compor as rabiças, foi usado na construção dos discos dosadores de sementes.

- Chapa zincada de 0,02 m de espessura pela sua maleabilidade e resistência a corrosão, na confecção da embocadura de recebimento e descarga das sementes.

- Latão como arame de 0,02 m de diâmetro, para fixação como presilhas dos elementos anteriores aos depósitos de sementes.

- Polímeros sintéticos, do tipo polietileno expandido, como envoltório dos discos dosadores para melhor condução das sementes ao tubo de descarga, e do tipo PVC na forma de mangueiras de 0,05 m de diâmetro, como condutores de sementes até o sulco aberto no solo.

- Tinta líquida, como tratamento superficial e final para acabamento do implemento.

#### **4.1 Sistema de acionamento do protótipo**

##### **4.1.1 Roda dianteira**

O conjunto que compõe a roda dianteira é formado pelos seguintes elementos:

- Aro, raios e grampos anti-derrapantes
- Eixo
- Mancais de fixação
- Garfo e haste de atrelamento

##### **a) Aro e raios**

O aro da roda dianteira foi construído a partir da calandragem da barra de aço ABNT 1020 de 1,4 m X 0,032 m X 0,007 m, costurada com máquina de solda elétrica, usando-se eletrodos AWS E6013 de 0,0032 m de bitola, obtendo-se como diâmetro final 0,45 m. Seis raios de 0,21 m de comprimento foram construídos a partir de uma barra de aço ABNT 1020 de



1,26 m X 0,024 m X 0,005 m e fixos ao aro por igual processo de soldagem e eletrodos e também a uma chapa do mesmo material com formato redondo de 0,20 m de diâmetro, 0,004 m de espessura e 0,015 m de diâmetro central para a passagem do eixo.

Os grampos anti-derrapantes em número de 24 unidades, foram construídos a partir de cantoneira de aço ABNT 1020 de abas iguais, com 0,025 m X 0,006 m. Esta peça foi cortada com o arco de serra manual em várias frações com altura de 0,005 m. Sua fixação ao aro foi por idêntico processo de soldagem anteriormente descrito.

#### b) Eixo

O eixo foi construído a partir de barra de aço ABNT 1020 com 0,24 m de comprimento, 0,015 m de diâmetro externo e 0,003 m de espessura de parede. A 0,001 m de suas extremidades perfurou-se com broca de 0,0075 m de diâmetro, e máquina de bancada de acionamento a motor elétrico de 3 CV e 1500 rpm, para instalação dos pinos de fixação.

#### c) Mancais de fixação

Os mancais de fixação em número de dois, foram construídos a partir da junção por soldagem elétrica da cantoneira de abas iguais de 0,025 m X 0,06 m e a luva de 0,03 m de diâmetro externo, 0,025 m de comprimento e 0,005

m como espessura da parede, ambos elementos de aço ABNT 1020.

#### d) Garfo e haste de atrelamento

O garfo foi construído por calandragem de uma barra com 0,72 m X 0,22 m X 0,017 m soldada com máquina de solda elétrica a uma luva com diâmetro de 0,01 m, 0,003 m de parede interna e 0,022 m de comprimento. Ambos elementos sendo de aço ABNT 1020.

A haste de atrelamento foi desenvolvida por idêntico processo e materiais, usando-se uma barra de 0,01 m de diâmetro e 0,720 m de comprimento, soldada a outra de 0,145 m X 0,016 m X 0,004 m que faz sua fixação.

#### 4.1.2 Sistema de transmissão

O sistema de transmissão é composto pelos seguintes componentes:

- Engrenagens cônicas
- Suporte de fixação
- Braçadeiras de sustentação

##### a) Engrenagens cônicas

O conjunto coroa-pinhão foi composto de 2 pares de engrenagens cônicas retas com 16 e 11 dentes respectivamente. As coroas foram montadas com máquina de

solda elétrica a uma luva de aço ABNT 1020 com 0,025 m de diâmetro, apresentando 0,003 m de espessura de parede e 0,055 m de comprimento, respectivamente estando montadas sob o eixo da roda dianteira e eixo comunicante dos depósitos de sementes, através de pinos de 0,006 m de diâmetro.

Quanto aos pinhões, um foi soldado com solda elétrica à extremidade do eixo de transmissão que é um varão de aço ABNT 1020 de 0,01 m de diâmetro e 1,01 m de comprimento, e outro no carretel, que é composto pela junção do tubo de 0,026 m de diâmetro com abas de 0,06 m de diâmetro e 0,003 m de espessura, com chanfro interno de 0,035 m X 0,007 m. Todos são componentes de aço ABNT 1020.

#### b) Suporte de fixação

O suporte de fixação do eixo de transmissão na rabiça consistiu de uma cantoneira de abas iguais de 0,02 m X 0,003 m, com furos de 0,008 m de diâmetro para aparafusamento.

#### c) Braçadeira de sustentação

As braçadeiras de sustentação do eixo que une os depósitos de sementes foram compostas por uma luva de aço ABNT 1020 com 0,024 m de diâmetro, paredes de 0,003 m de espessura e 0,025 m de comprimento, soldado a uma base do mesmo material, com dimensões de 0,23 m X 0,025 m X 0,005 m,

unidos a outra chapa com 0,060 m X 0,040 m X 0,005 m que lhe serve de apoio. As peças foram soldadas com solda elétrica e eletrodos AWS E6013 com 0,0032 m de bitola.

#### d) Embreagem

A embreagem foi composta por:

- Luva de transmissão
- Mola
- Alavanca

A luva consistiu da junção por soldagem de tubo de 0,02 m de diâmetro, 0,003 m a espessura de parede e 0,05 m de comprimento sobre chapa de 0,07 m X 0,025 m X 0,005 m, com orifícios de 0,008 m próximos a suas extremidades para aparafusamento. Estes materiais foram de aço ABNT 1020.

A mola selecionada foi de aço resistente para compressão com 12 espiras de 0,003 m de diâmetro e 0,1 m de comprimento longitudinal.

A alavanca foi formada por chapa de aço ABNT 1020 de 0,34 m X 0,014 m X 0,004 m articuladas por rebites a outra chapa de mesmo material calandrada com 0,24 m X 0,06 m X 0,003 m, cuja extremidade forma um gancho para mover o carretel.

#### 4.1.3 Depósitos de sementes

Os dois depósitos de sementes com formato retangular de 0,016 m X 0,011 m e altura de 0,31 m foram construídos com chapa de aço ABNT 1020 com 0,002 m de espessura, apresentando uma capacidade de 0,005 m<sup>3</sup> (5 litros). A junção de suas paredes laterais foi através de solda de oxi-acetileno e metal de adição.

A sua fixação sobre as rabiças se deu através de mão-francesa formada de chapa de aço ABNT 1020 de 0,32 m X 0,015 m X 0,004 m, retorcida longitudinalmente. Na base inferior dos depósitos para receber o eixo de transmissão, soldou-se com solda elétrica um tubo de aço ABNT 1020 de 0,026 m de diâmetro externo, 0,003 m de espessura de parede e 0,12 m de comprimento.

##### a) Tampas superiores dos depósitos

As tampas superiores dos depósitos foram formadas do mesmo material nas mesmas dimensões e processos que os depósitos, com alça de pegar e presilha de pressão.

##### b) Tampas dos dispositivos dosadores

As tampas dos dispositivos dosadores tiveram formatos trapezoidais, sendo construídas a partir do retângulo de 0,19 m X 0,16 m, fixadas ao depósito por encaixe e porca borboleta de 0,005 m de diâmetro.

#### 4.1.4 Sistema de distribuição de sementes

O sistema de distribuição de sementes é formado pelos:

- Discos dosadores
- Seletores de sementes
- Componentes auxiliares

##### a) Discos dosadores

Os discos dosadores de sementes foram construídos em madeira de lei, tipo massaranduba, usinando-se externa e internamente até a obtenção do diâmetro de 0,062 m e 0,026 m respectivamente. A abertura de furos em suas bordas, foi em função do tamanho médio das sementes e as quantidades requeridas por metro linear. Por tentativa e testes de ajuste a partir dos perímetros da roda e dos discos, bem como da relação de transmissão, obteve-se a distribuição recomendada para cada cultura. As arestas dos furos foram chanfradas para melhor acomodar as sementes sem danificá-las durante o movimento de rotação.

##### b) Seletor de sementes

O seletor de sementes consiste de uma escova com cerdas de cabelo de equino com 0,07 m de altura, 0,03 m de largura e 0,015 m de espessura, afixado por porca borboleta de 0,008 m de diâmetro, no compartimento dos discos.

### c) Componentes auxiliares

Os componentes auxiliares foram de fibra de polietileno expandido para envolver os discos dosadores, com o fim de direcionar a corrida de sementes até a abertura de saída do depósito. Esta esponja de 0,09 m X 0,035 m X 0,030 m foi montado dentro de uma estrutura retangular de aço zincado nas mesmas dimensões e cuja espessura da folha foi de 0,002 m. Por rebites estas estruturas são fixas dentro de cada um dos compartimentos dos discos dosadores.

#### 4.1.5 Condutor de sementes

O condutor de sementes foi formado de mangueiras flexíveis do tipo PVC de 0,05 m de diâmetro e comprimento de 0,15 m.

Na embocadura superior e na descarga, elas são montadas por pressão em estruturas circulares de aço zincado, cuja espessura da chapa é de 0,002 m e apresentam formato afunilado e pontiagudo respectivamente.

#### 4.2 Sulcadores

Os sulcadores foram formados pelas enxadas tipo picão que compõem o cultivador. Os braços de sustentação das enxadas foram compostos pelas barras de aço ABNT 1020 de 0,27 m X 0,033 m X 0,010 m e de 0,30 m X 0,04 m X 0,007 m



respectivamente. Os entalhes de regulagens foram feitos com furadora de bancada e arco de serra manual, sendo as estruturas soldadas por solda elétrica e eletrodos já descritos anteriormente, conforme as dimensões especificadas.

#### **4.2.1 Roda compactadora**

As rodas compactadoras foram calandradas a partir de chapa de aço ABNT 1020 de 0,004 m de espessura, apresentando diâmetro externo final de 0,22 m. Seus eixos foram de 0,010 m de diâmetro e 0,19 m de comprimento. Foram perfurados em suas extremidades para receberem pinos de 0,004 m de diâmetro. As estruturas de sustentação com formato retangular, foram compostas de barras de aço ABNT 1020 de 0,310 m X 0,020 m X 0,007 m, soldadas com máquina de solda elétrica. Os aterradores de sementes foram formados de chapa de mesmo material com 0,35 m X 0,025 m e 0,003 m de espessura, com formatos curvos e ajustáveis a várias profundidades por orifícios de 0,001 m de diâmetro, espaçados de 0,04 m.

#### **4.3 Montagem**

A partir do cultivador nas condições de trabalho, montou-se a semeadora através do procedimento seguinte:

- a. Substituição da roda do cultivador



- b. Retirada da haste de atrelamento
- c. Recolhimento das enxadas de trabalho
- d. Extração das alavancas de espaçamento
- e. Introdução da barra de espaçamento
- f. Instalação do eixo de transmissão
- g. Fixação da embreagem
- h. Colocação dos depósitos de sementes
- i. Acoplamento do conjunto: enxadas e rodas compactadoras
- j. União dos depósitos ao tubo de descarga de sementes com as mangueiras flexíveis
- l. Colocação das sementes nos depósitos

As ferramentas manuais imprescindíveis na montagem do equipamento foram: chaves fixas de duas bocas 0,011 mm (7/16") X 0,014 mm (9/16"), chave de fenda, alicate e martelo.

O tempo consumido nesta operação variou de 3.600 - 4.500 s (1 - 1,25 hs) para uma única pessoa.

Os acessórios constituintes do equipamento, suas vistas lateral e frontal, detalhes de sua roda motora, conjunto de engranagens, dosador de sementes e conjunto de abertura de sulcos, aterramento e compactação do solo encontram-se ilustrados nas Figuras 4.1 a 4.7.



FIGURA 4.1 Acessórios do protótipo para sementeira

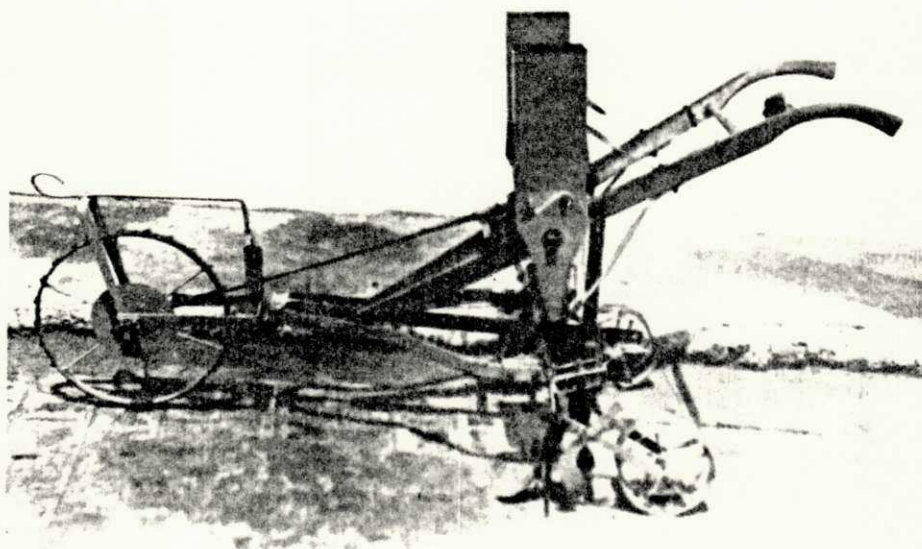


FIGURA 4.2 Vista lateral do protótipo

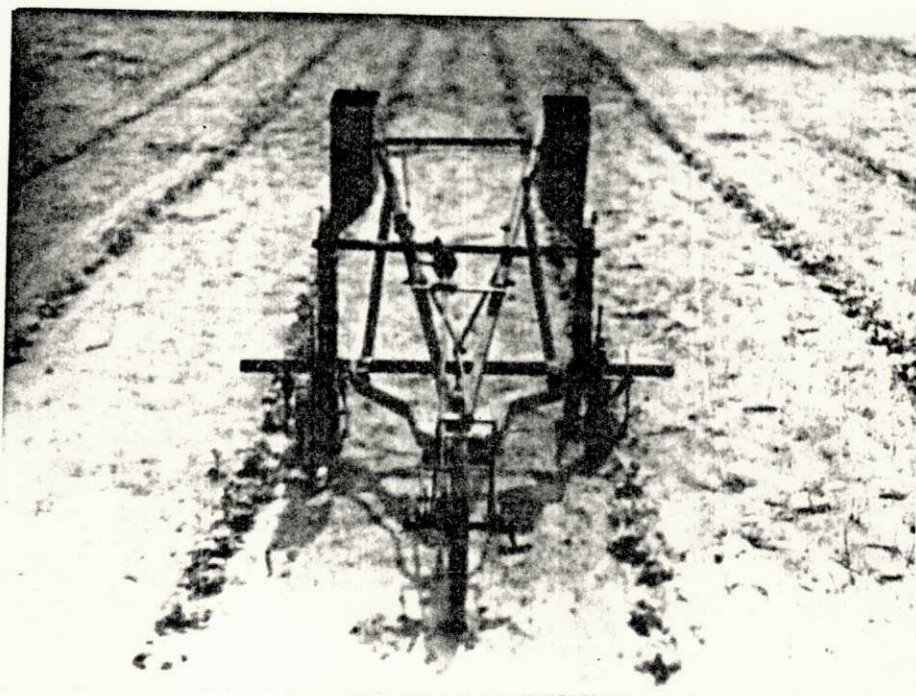


FIGURA 4.3 Vista frontal do protótipo



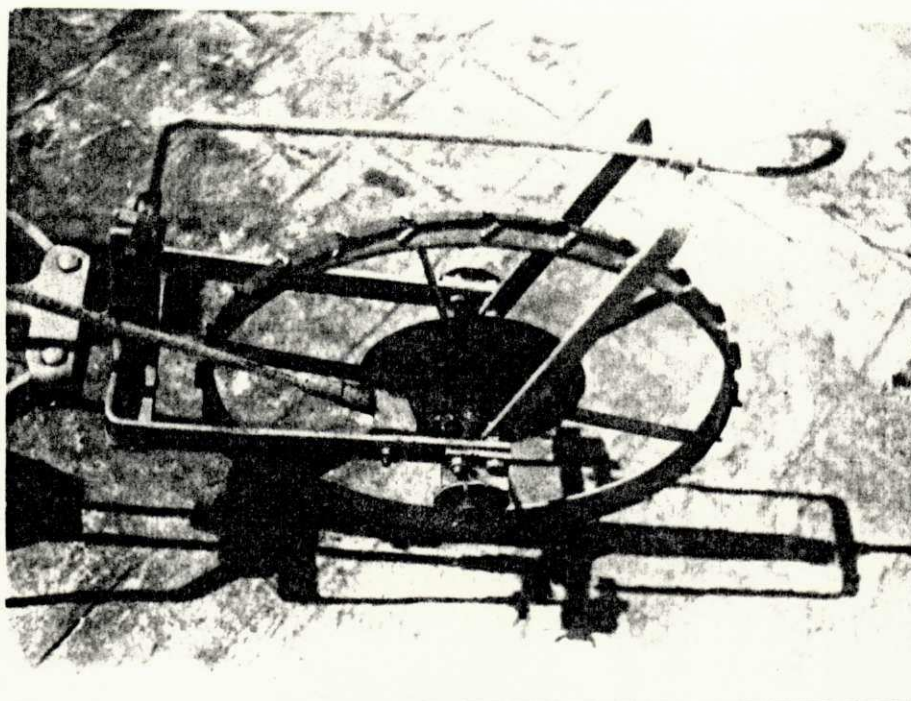


FIGURA 4.4 Roda motora e haste de atrelamento

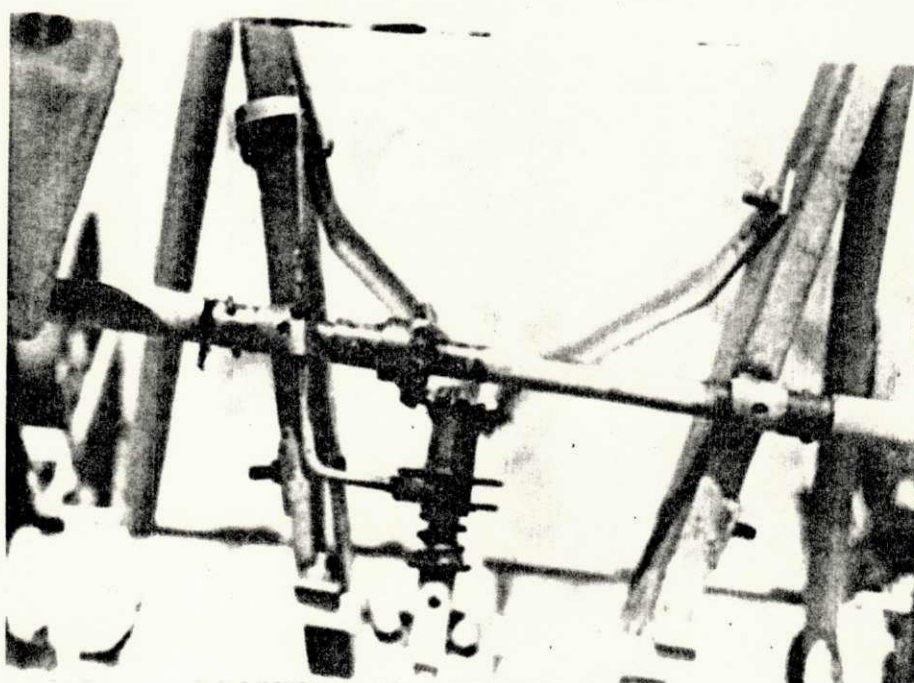


FIGURA 4.5 Conjunto de engrenagem cônica

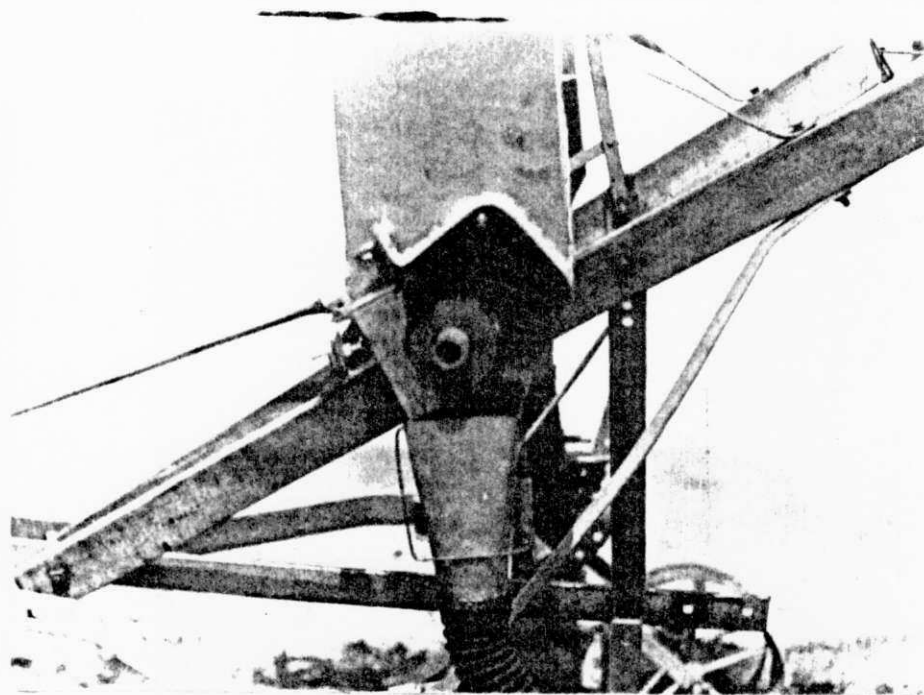


FIGURA 4.6 Dispositivo de distribuição de sementes

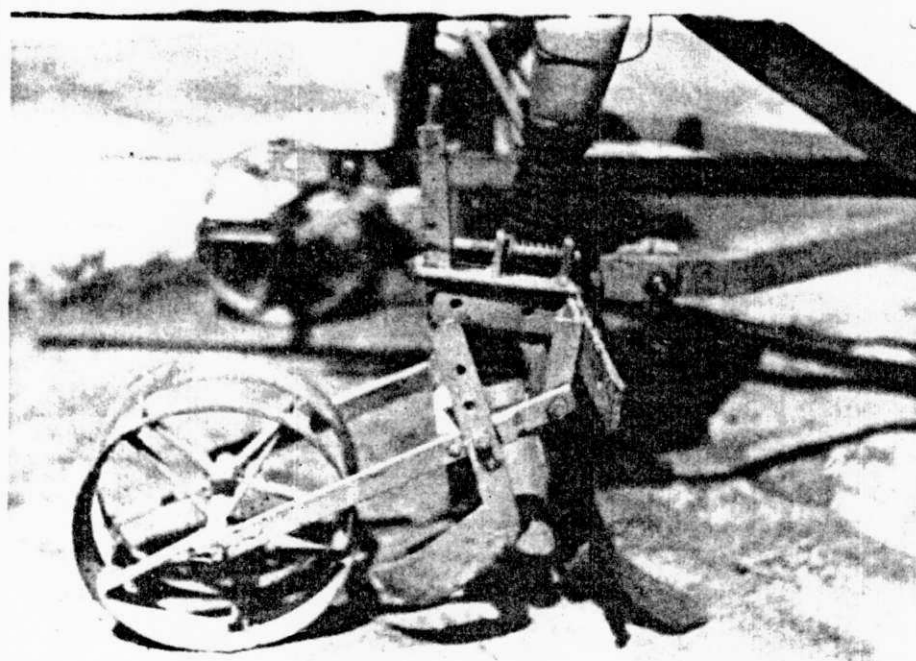


FIGURA 4.7 Sistema de abertura de sulcos e roda compactadora

## 5 - OPERAÇÃO DE AVALIAÇÃO

Constituído o protótipo, fez-se necessário submetê-lo a múltipla avaliação através de vários ensaios de laboratório e de campo, cujas metodologias são descritas a seguir:

### 5.1 Testes de distribuição de sementes

#### a) Em bancada de testes

A distribuição de sementes foi feita suspendendo-se a roda motora sobre cavaletes de madeira. O acionamento foi manual, girando a roda motora a uma velocidade de aproximadamente 1 m/s. As sementes foram coletadas colocando-se saquinhos de papel na embocadura de descarga, contando-as em seguida. Para preenchimento de todos os orifícios dos discos dosadores pelas sementes, fazia-se girar a roda motora sem coletar-se as deposições iniciais de sementes.

Além do milho e algodão, o protótipo teve seu desempenho testado com outras culturas de alcance econômico da região, como: amendoim, arroz, feijão, girassol, soja e sorgo.



## b) Em campo

O teste de distribuição de sementes em campo efetuou-se em selecionar uma área de 10 m X 2 m, em terreno plano sem obstáculos, cuja distância metro a metro estava demarcada. Tracionava-se o equipamento a uma velocidade média de 1 m/s e observava-se sua distribuição de sementes. Para efeito de uniformização de deposição de sementes na área demarcada, a semeadura iniciava-se com cerca de 5 metros antes desta, para garantir o preenchimento pelas sementes de todos os orifícios dos discos dosadores.

### 5.2 Desempenho dos discos dosadores em função de diferentes quantidades de sementes nos depósitos

Para verificar-se se havia influência na distribuição causada pelas diferentes quantidades de sementes no interior dos depósitos, três volumes foram escolhidos.

H1, reservatório cheio de sementes, cujo volume foi de  $0,005 \text{ m}^3$ .

H2, reservatório de sementes com metade de seu volume,  $0,0025 \text{ m}^3$ .

H3, reservatório de sementes com uma altura máxima de 0,050 m acima do mecanismo de distribuição, ou seja, com volume de  $0,001 \text{ m}^3$ .

Em seguida, observou-se seus respectivos comportamentos de distribuição.

### **5.3 Estudo dos danos causados às sementes pelos mecanismos de distribuição**

#### **a) Seleção visual das sementes**

Para este ensaio optou-se por sementes sensíveis a impactos mecânicos, sendo escolhidas as sementes de amendoim, variedade Tatuí, cujo teor de umidade foi determinado no Laboratório de Solos do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - EMBRAPA (Anexo 5).

As amostras de todas repetições com aproximadamente 0,3 kg, sofreram minuciosa escolha visual, separando-se os fragmentos de sementes partidas ao longo dos cotilédones, que foram computadas no cálculo da percentagem de sementes quebradas.

A amostra equivalente a operação da semeadura manual foi designada como testemunha, porque não submetia-se a nenhum dispositivo seletor de sementes.

#### **b) Teste de germinação**

Os testes de germinação foram efetuados no Laboratório de Sementes do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - EMBRAPA (ANEXO 6).



Estes, processaram-se em um germinador de marca Elo's, a temperatura de  $23^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C, entre as folhas de papel Germitest, BRASIL (1976).

Estabeleceu-se como testemunha, amostras de sementes mecanicamente não trabalhadas.

#### 5.4 Esforço tratório

##### a) Fonte de potência

O equipamento teve como fonte de potência para tração, um bovino mestiço com 6 anos de idade e com cerca de 500 kg.

##### b) Esforços tratórios

Os esforços tratórios foram determinado através de um dinamômetro, marca Kratos, aferido para tensões de tração de até 5.000 N. A instalação deu-se entre o balancim e a haste de atrelamento, sendo a leitura dos esforços máximo e médio obtido diretamente pela deflexão do ponteiro no painel mostrador.

#### 5.5 Capacidade operacional

A capacidade operacional representada como a habilidade de se realizar determinada operação, é expressa por MIALHE (1974) como a razão da área trabalhada por

unidade de tempo. Este parâmetro foi obtido dividindo-se a área de cada parcela pelo tempo gasto para sua semeadura.

### 5.6 Ensaio de campo

Em 5 de abril de 1989, foi instalado o ensaio de campo em um solo de textura mediana, na Estação Experimental do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - EMBRAPA, no Município de Monteiro, PB, distante 180 km de Campina Grande, PB.

#### a) Preparo do solo

O solo foi arado e gradeado antes de efetuar-se a operação de semeadura.

#### b) Área de plantio

Os experimentos ocuparam uma área de aproximadamente  $3.500 \text{ m}^2$  (0,35 ha) e foram delimitados por piquetes esféricos de madeira de 0,5 m X 0,03 m. Cada parcela tinha 8 m X 5 m de dimensão, espaçadas de 3 m. Estas parcelas eram constituídas por 5 linhas separadas entre si por 1 m de distância e orientadas no sentido Norte-Sul.

Considerou-se como área útil das parcelas, as 3 linhas centrais, das quais desprezou-se 1,5 m de cada extremidade.

### c) Semeadura

A semeadura foi realizada utilizando-se os seguintes tratamentos experimentais: protótipo, semeadora à tração animal, matraca e plantio manual.

### d) Sementes

Utilizou-se o algodão herbáceo deslintado, variedade CNPA PRECOCE 1 e milho de variedade CENTRALMEX. A densidade média de plantio utilizada foi de 20 e 10 sementes por metro linear respectivamente, a uma profundidade de aproximadamente 0,05 m da superfície do solo.

### e) Germinação

Foi verificada o início da germinação a partir do <sup>o</sup> 5- dia de semeadura quando surgiram acima da superfície do solo as primeiras plântulas.

A contagem foi feita diariamente, estendendo-se até o <sup>o</sup> 9- dia, e contava-se toda plântula emergida individualmente. O índice de germinação foi medido através de percentagem de sementes germinadas por dia em relação ao total de sementes que nasceram na parcela.

### f) Tempo de trabalho

O tempo de trabalho foi determinado efetuando-se a operação de semeadura no percurso de 8 m, compreendido

entre o início e o final de cada linha. Nos plantios manuais computaram-se o tempo necessário para cobrir toda parcela, enquanto que utilizando-se os equipamentos de tração animal, anotaram-se o tempo gasto até o final de cada linha, excluindo-se o tempo gasto nas manobras, que em média é de 20 segundos.

### 5.7 Custo do protótipo

Desconsiderando-se o custo do desenvolvimento do projeto, a adaptação do cultivador para a semeadura de sementes lisas foi levantado em BTN (Bônus do Tesouro Nacional).

### 5.8 Desempenho econômico

O desempenho econômico do sistema mecanizado, ou seja, da fonte de potência, do equipamento e do operador, foi determinado pela relação entre a produção do conjunto e as despesas efetuadas.

Para equipamentos manuais e a tração animal, algumas despesas são tão baixas que podem ser eliminadas sem prejudicar o custo/hora significativamente, LAL & FREIRE (1984). Assim os parâmetros incluídos no levantamento dos custos operativos, conforme SAAD (1981) e SILVA & CARVALHO (s.d.), foram agrupados como:

**a) Custos fixos**

- Juros sobre o capital
- Depreciação da máquina e de sua fonte de potência
- Alojamento para o animal

**b) Custos variáveis**

- Reparos
- Mão-de-obra
- Manutenção do animal de tração

Os valores destes custos foram registrados em BTN's.

**5.9 Deslizamento da roda**

Segundo BREECE et alii (1975) e FINCH (1983), o deslizamento da roda de uma semeadora ocorre quando a força requerida para movimentar seus mecanismos de distribuição de sementes e/ou adubos excede a força de tração de deslocamento, tornando irregular a quantidade a ser distribuída.

A verificação da insuficiência de aderência ao solo, foi determinada deslocando-se o equipamento em solo previamente preparado para ser semeado. Fazia-se o protótipo percorrer uma distância de 15 m a uma velocidade média de 1 m/s, com a embreagem em repouso e acoplada ao sistema de



transmissão, na realização da semeadura de algodão e milho com volumes de  $0,0005 \text{ m}^3$ ,  $0,0025 \text{ m}^3$  e  $0,0045 \text{ m}^3$ , anotando-se o número de voltas gasto nestes itinerários. Em seguida, aplicou-se a equação segundo MIALHE (1974):

$$D = \frac{N1 - N2}{N1} \cdot 100$$

Onde D é o deslizamento em percentagem, N1 o número de voltas da roda motora do equipamento executando a operação de semeadura para dada distância e N2 o número de voltas da roda motora para a mesma distância sem execução desta operação.

## 5.10 Delineamento experimental e análise estatística

### a) Delineamento experimental

Dos dados obtidos nos vários testes anteriormente citados, adotou-se três desenhos experimentais, segundo SAMPAIO (1985):

- Ensaio inteiramente casualizados, para estudar-se a influência da quantidade de sementes nos depósitos sobre a distribuição destas, seu patinamento e o esforço tratorio. O primeiro e o segundo tiveram 3 tratamentos e o terceiro 2, todos com 6 repetições e obedecendo ao modelo matemático:

$$y_{ij} = \eta + \tau_i + \xi_{ij} \quad (5.1)$$

Onde  $y_{ij}$ ,  $i=1, \dots, a$  e  $j=1, \dots, b$  representa a  $j$ -ésima observação do tratamento  $i$ ,  $\eta$  o efeito da média geral na população,  $\tau_i$  o efeito fixo do  $i$ -ésimo nível de tratamento e  $\xi_{ij}$  o efeito aleatório associado a cada observação  $y_{ij}$ , suposta NID  $(0, \sigma^2)$ , ou seja, média 0 e variância  $\sigma^2$ .

- Blocos casualizados, para examinar-se os danos mecânicos causados às sementes, a capacidade operacional e o desempenho econômico. Todos com 4 tratamentos e 6 repetições e usou-se a expressão:

$$y_{ij} = \eta + \tau_i + \beta_j + \xi_{ij} \quad (5.2)$$

Onde  $\beta_j$  é o efeito aleatório de  $j$ -ésimo bloco com  $j=1, 2, \dots, b$ .

- Experimento com parcela repetida no tempo, na qual determinou-se a velocidade emergencial das culturas de milho e algodão, que tiveram 4 tratamentos e 6 repetições e a seguinte equação aritmética associado ao experimento:

$$y_{ijk} = \eta + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \delta_k + (\tau\delta)_{ik} + \xi_{ijk} \quad (5.3)$$

Onde  $y_{ijk}$  é a observação referente ao  $i$ -ésimo tratamento no  $k$ -ésimo dia e no  $j$ -ésimo bloco;  $(\tau\beta)_{ij}$  o efeito aleatório da interação do  $i$ -ésimo tratamento com o  $j$ -ésimo bloco, caracterizado como efeito do erro amostral ( $\alpha$ );  $\delta_k$  o efeito fixo do  $k$ -ésimo nível de dia com  $k=1, 2, \dots, c$ ;  $(\tau\delta)_{ik}$  o efeito fixo da interação entre o  $i$ -ésimo nível de

tratamento com o k-ésimo nível de dia e  $\xi_{ijk}$  o erro aleatório associado a cada observação  $y_{ijk}$ , suposta NID  $(0, \sigma^2)$ .

#### b) Análise estatística

Os dados experimentais estudados pela análise da variância, obedeceram os modelos matemáticos anterior e suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade, GOMES (1978).

Visando homogeneizar as variâncias dentro dos tratamentos, para fins de inferência estatística, os dados originais de alguns ensaios foram transformados através da função  $y = \arcsen \sqrt{P/100}$ , onde P é dado em percentagem, SOUZA (1978).



## 6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 Teste de distribuição de sementes

As médias, os desvios padrões e os coeficientes de variação do número de sementes distribuídas no ensaio de campo utilizando-se o protótipo na semeadura de várias culturas a velocidade de 1 m/s encontram-se na tabela 6.1.

O desempenho dos discos dosadores verticais mostraram-se satisfatórios, pois propiciaram uma distribuição de sementes uniforme, dentro das recomendações técnicas para diferentes culturas. Não foi verificada discrepância significativa entre os valores obtidos e os recomendados. As variações decorreram da adoção de espaçamentos diferentes nas entrelinhas e nas linhas de plantio, bem como na dosagem por metro linear, conforme orientação para o cultivo das culturas citadas na Tabela 6.1 em condições de sequeiro, PRATA (1983).

### 6.2 Desempenho dos discos dosadores em função de diferentes quantidades de sementes nos depósitos

A análise da variância e as médias dos coeficientes de variação, que são indicadores da influência da quantidade de sementes sobre a sua uniformidade de distribuição, assim como a comparação das mesmas pelo teste de Tukey, são

apresentados na Tabela 6.2.

As três quantidades de sementes analisadas não influenciaram significativamente na sua uniformidade de distribuição, resultado também encontrado por MOREIRA et alii (1978), que estudaram a influência desse parâmetro em vários tipos de semeadoras com diferentes formatos de depósitos e diversos tipos de sementes. Fato este que credencia o protótipo, cujo mecanismo de distribuição apresenta desempenho satisfatório e similar aos demais equipamentos existentes comercialmente.

### **6.3 Estudo dos danos causados às sementes pelos mecanismos de distribuição**

#### **a) Seleção visual das sementes**

Nas tabelas 6.3 e 6.4, exibem-se respectivamente a análise da variância e as médias dos valores do número de sementes de amendoim, variedade Tatuí, com 6,5% de umidade. Estes valores foram transformados pela função  $y = \arcsen \sqrt{P/100}$ , com P sendo dado em percentagem do número de sementes semeadas por quatro tratamentos em 10 metros lineares e que não foram mecanicamente danificadas.

A testemunha, semeadura manual, comparada com os demais tratamentos, diferiu significativamente aplicado o

teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, quanto a preservação da integridade das sementes. Ela mostrou-se superior, sem índice de avaria mecânica às sementes porque este método não submete-se a nenhum dispositivo de distribuição de sementes.

A semeadora à tração animal e o protótipo não distinguiram-se significativamente entre si, contudo mostraram-se superiores a matraca, equipamento que mais quebrou sementes, em média 5% do total semeado.

Os resultados obtidos, trabalhando-se com a velocidade média de 1 m/s, tamanho médio das sementes de 0,11 m (Anexo 2) e teor de umidade de 6,5% , estão de acordo com as afirmações de BUTIERRES (1980), que estudou semeadoras de disco horizontal, estabelecendo que a interação dos fatores velocidades e tamanho das sementes eram fundamentais quanto a sua danificação mecânica, além de seu teor de umidade ser inversamente proporcional ao índice de quebra.

#### b) Teste de germinação

A análise da variância do índice de germinação das sementes de amendoim distribuídas ao longo de 10 metros pelas testemunha, matraca, semeadora à tração animal e protótipo, analisados em laboratório, também foram transformados pela função  $y = \arcsen \sqrt{P/100}$  e acham-se na

tabela 6.5. As médias equivalentes a estes dados, revelam que os tratamentos não apresentaram variações entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey, quanto aos danos mecânicos causados às sementes que prejudiquem sua germinação. Estes resultados mostraram que apesar de se ter observado danos mecânicos na forma visual, não afetaram o embrião da semente quanto ao poder germinativo, reforçando as afirmações de CARVALHO & NAKAGAWA (1983), que consideram desprezíveis as avarias causadas às sementes pelas semeadoras ora em uso.

#### 6.4 Esforço tratório

Os valores máximo e médio do esforço tratório desenvolvido pelo protótipo e pela semeadora, ambos à tração animal, respectivamente na semeadura de algodão e milho com depósitos a cargas plenas, em solo de textura mediana e a uma profundidade de 0,005 m em 15 metros de distância, são mostrados nas Tabelas 6.6 através da análise da variância, e na Tabela 6.7 pela comparação de suas médias.

O maior esforço registrado correspondeu ao protótipo na semeadura do milho, enquanto o menor ocorreu na implantação do algodão com a semeadora à tração animal. Tal resultado, já era esperado, uma vez que novo implemento opera com duas linhas de plantio contra uma única da semeadora à tração animal. SAAD (1981) lembra que a

resistência desenvolvida pelo animal é inversamente proporcional a jornada de trabalho, e equivale à 1/10 do peso vivo do animal, e cita ainda, como sendo 735 N a força média produzida pelos eqüinos com 500 kg quando submetidos à tração de equipamentos agrícolas à velocidade de 1 m/s, com jornada de trabalho de 6 hs/dia. Portanto, mesmo verificando que o protótipo requereu um acréscimo de aproximadamente 6% no esforço de tração do animal, este implemento continua na sua faixa aceitável de trabalho que é de 400 - 1.108 N, segundo o mesmo autor.

#### 6.5 Capacidade Operacional

A capacidade de semeadura para o algodão e milho respectivamente desenvolvido pelo protótipo, semeadora à tração animal, matraca e plantio manual, propiciou valores distintos, cuja análise da variância situa-se na Tabela 6.8 e a comparação entre as suas médias na 6.9.

Desta última, afirma-se que para ambos ensaios, todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si, aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, tendo o protótipo obtido o melhor desempenho, superando vantajosamente os demais tratamentos. A semeadora foi superior a matraca e ao plantio manual, sendo este último o que menor grau de rendimento apresentou.

## 6.6 Germinação das sementes

O comportamento da emergência das plântulas das sementes de algodão e milho observado no ensaio de campo entre o quarto e nono dia após a semeadura, esboça-se respectivamente nas Figuras 6.1 e 6.2. Estes valores em percentagem, foram transformados pela função  $y = \arcsen \sqrt{P/100}$  e posteriormente foram analisados estatisticamente. O número de sementes distribuídas em 5 metros ficou em 100 e 35 respectivamente para a cultura do algodão e milho. Na Tabela 6.10, visualiza-se a análise da variância para os dados obtidos, e na Tabela 6.11 a comparação das médias alcançadas pelos tratamentos.

Verifica-se que os quatro tratamentos não discerniram estatisticamente entre si, ao nível de erro de 5%, quanto a velocidade emergencial das plântulas de algodão e milho dentro de cada dia, e que o sexto e sétimo dia para estas culturas apresentaram as melhores médias de germinação, enquanto as menores registraram-se no quarto dia para o algodão e no oitavo dia para o milho. Resultado diverso, foi determinado por PINHEIRO NETO (1987), que comparando duas semeadoras à tração animal com o plantio manual na semeadura de milho, verificou que este último superou outros dois tratamentos do quinto ao sétimo dia, concluindo que tal ocorrência devia-se, provavelmente, às diferentes profundidades de sementeação utilizados entre os

## Semeadora à tração animal

### A) Custos fixos

A.1) Custo de aquisição, 150 BTN

A.2) Da semeadora à tração animal

- Depreciação, 1,16 BTN/h

- Juros, 1,43 BTN/h/ano

A.3) Do animal

- Custo de aquisição, 300 BTN

- Depreciação, 0,018 BTN/h

- Juros, 0,036 BTN/h/ano

- Alojamento, 0,0024 BTN/h/ano

A.4) Do arreamento

- Custo inicial, 100 BTN

- Depreciação, 0,0028 BTN/h

- Juros, 0,046 BTN/h/ano

### B) Custos variáveis

B.1) Da semeadora

- Reparos, 0,644 BTN/h

- Mão-de-obra, 0,405 BTN/h

B.2) Do animal

- Alimentação, 0,302 BTN/h

- Despesas veterinárias, 0,048 BTN/h

c) Custo total horário, 4,12 BTN

## Protótipo

### A) Custos fixos

#### A.1) Do protótipo

- Depreciação, 0,874 BTN/h
- Juros, 0,795 BTN/h/ano

A.2) Do animal, idem item A.2 da semeadora à tração animal.

A.3) Do arreamento, idem item A.3 da semeadora à tração animal.

### B) Custos variáveis

#### B.1) Do protótipo

- Reparos, 0,485 BTN/h
- Mão-de-obra, idem item B.1 da semeadora à tração animal.

B.2) Do animal, idem item B.2 da semeadora à tração animal.

### C) Custo total horário, 3,04 BTN

Na tabela 6.13 tem-se a análise da variância equivalente ao trabalho efetivo desenvolvido na operação de semeadura de algodão e milho com o plantio manual, matraca, semeadora à tração animal e o protótipo, revelando que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



A comparação entre suas médias, encontra-se na Tabela 6.14 onde verificou-se que o protótipo e a matraca apresentaram comportamentos semelhantes com menores despesas por hectare. O plantio manual foi o que apresentou maior despesa, ficando em posição intermediária a semeadora à tração animal. Na implantação do milho a matraca diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Provavelmente, as diferenças nas despesas entre esta e o protótipo deveu-se ao fato de que o espaçamento entre as covas para essa cultura serem maiores do que para o algodão.

#### 6.9 Deslizamento

A análise da variância equivalente ao deslizamento da roda motora do protótipo encontra-se na Tabela 6.15. Os resultados revelam que não houve diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey entre as três quantidades de sementes nos depósitos quanto a sua influência na aderência dessa roda ao solo. O efeito deslizamento resultou uma defasagem de 2,5% e segundo BREECE (1975), tal resultado é normal e ocorre em função de fatores variados: condições de solo, dispositivos de medição, peso do equipamento e condução mecânica. Por outro lado FINCH (1983) cita que em condições normais o deslizamento nas semeadoras à tração animal pode ser considerado em torno de 10%, fato que credencia a eficiência do protótipo, cujo resultado encontrado foi de 2,5%.

Culturas	Repetições							Médias por metro			CV(%)
	1	2	3	4	5	6	7	Obtida	Tabelada*	s	
Algodão	46	40	38	39	34	39	44	20	18 - 22	3,96	9,90
Amendoim	32	28	26	28	19	32	29	14	10 - 15	1,00	3,57
Arroz	202	164	192	171	169	141	109	82	50 - 80	31,24	19,05
Feijão	34	26	25	28	30	28	29	14	10 - 15	8,61	10,48
Girassol	26	33	29	34	35	29	26	15	10 - 20	3,72	12,43
Milho	21	21	20	25	19	19	23	10	10 - 15	2,19	10,43
Soja	28	33	33	27	29	24	25	14	15 - 30	3,55	12,69
Sorgo	260	224	215	130	262	223	228	117	80 - 150	18,67	7,98

\* Recomendações técnicas segundo CANECHIO FILHO (1981 e 1984) e FILGUEIRA (1982).

TABELA 6.1 - Distribuição de sementes em dois metros lineares, desvio padrão (s) e coeficiente de variação (CV) para várias culturas.

Fator de variação	GL	QM				
		Algodão	Amendoim	Feijão	Milho	Soja
Tratamento	2	0,243 <sup>ns</sup>	0,115 <sup>ns</sup>	0,112 <sup>ns</sup>	0,034 <sup>ns</sup>	0,082 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	0,108	0,040	0,082	0,056	0,039
Média		12,302	10,904	10,034	10,591	12,553
CV(%)		2,675	1,837	2,851	2,244	1,567

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 6.2 - Análise da variância da transformação  $y = \sqrt{F}$ , onde F é o número de sementes distribuídas pelo protótipo em dez metros lineares, abastecido a volumes  $H_1 = 0,005 \text{ m}^3$ ,  $H_2 = 0,0025 \text{ m}^3$  e  $H_3 = 0,001 \text{ m}^3$ , GL o grau de liberdade, QM o quadrado médio e CV o coeficiente de variação.

Fator de variação	GL	QM
Bloco	6	0,002
Tratamento	3	0,062*
Resíduo	18	0,002
Média	1,417	
CV(%)	3,012	

\* Significativo a 5% de probabilidade aplicado o teste de Tukey.

TABELA 6.3 - Análise da variância, médias e coeficiente de variação para os valores transformados pela função  $y = \arcsen \sqrt{P/100}$  do número de sementes de amendoim mecanicamente não danificadas, semeadas por quatro tratamentos em dez metros lineares, onde GL é o grau de liberdade, QM o quadrado médio e CV o coeficiente de variação.

Tratamento	Média
Testemunha	1,571 a
Protótipo	1,502 b
Semeadora à tração animal	1,471 b
Matraca	1,344 c

# As médias ligadas com uma mesma letra a, b ou c não são discerníveis estatisticamente entre si.

TABELA 6.4 - Comparações entre as médias dos valores transformados pela função  $y = \arcsen \sqrt{P/100}$ , onde P é o número em percentagem de sementes de amendoim mecanicamente não danificada, usando-se quatro tratamentos em dez metros lineares.

Fator de variação	GL	QM
Bloco	6	0,002 <sup>ns</sup>
Tratamento	3	0,009
Resíduo	18	0,014
Média	1,299	
CV(%)	9,272	

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 6.5 - Análise da variância dos valores transformados pela função  $y = \arcsen \sqrt{P/100}$ , onde P é o índice de germinação em percentagem, determinado em laboratório, para sementes de amendoim distribuídas por quatro tratamentos, GL o grau de liberdade, QM o quadrado médio e CV o coeficiente de variação.

Fonte de variação	GL	QM			
		Esfôrço máximo		Esfôrço médio	
		Algodão	Milho	Algodão	Milho
Tratamento	1	816,75	520,08	19.280,08*	6,75
Resíduo	10	3.404,82	2.600,62	612,48	1.151,95
Média		357,58	395,25	243,42	232,75
CV(%)		16,32	12,90	10,56	14,58

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 6.6 - Análise da variância do esfôrço tratório máximo e médio desenvolvido pelo protótipo e pela semeadora à tração animal na semeadura do algodão e do milho. Os valores estão em Newtons (N), GL é o grau de liberdade, QM o quadrado médio e CV o coeficiente de variação.

Tratamentos	Esforço máximo		Esforço médio	
	Algodão	Milho	Algodão	Milho
Protótipo	349,33 a	401,83 a	274,50 a	232,00 a
Semeadora	365,83 a	388,67 a	194,33 b	233,50 a

# Os valores na mesma coluna unidos por letras iguais a ou b, não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 6.7 - Médias dos esforços tratórios máximo e médio desenvolvido pelo protótipo e pela semeadora à tração animal na semeadura do algodão e do milho, com valores em Newtons (N).



Fonte de variação	GL	QM	
		Algodão	Milho
Bloco	5	0,001	0,001
Tratamento	3	0,467*	0,192*
Resíduo	15	0,001	0,0006
Média		0,290	0,233
CV(%)		11,684	9,866

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 6.8 - Análise da variância da capacidade operacional (ha/h) obtida por quatro tratamentos, executada por um único trabalhador na semeadura de algodão e milho. Onde GL é o grau de liberdade, QM o quadrado médio e CV o coeficiente de variação.

---

Tratamentos	Algodão	Milho
Protótipo	0,662 a	0,444 a
Semeadora	0,328 b	0,289 b
Matraca	0,152 c	0,180 c
Plantio manual	0,016 d	0,020 d

---

# As médias da mesma coluna ligadas com uma mesma letra a, b, c ou d, não são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 6.9 - Médias da capacidade operacional (ha/h) relativo aos tratamentos protótipo, semeadora à tração animal, matraca e plantio manual na implantação em campo da cultura do algodão e do milho.

Fonte de variação	GL	QM	
		Algodão	Milho
Tratamento	3	6,483 <sup>ns</sup>	78,784 <sup>ns</sup>
Bloco	5	15,522	109,522
Erro a	15	118,705	123,848
Dia	5	17,054	158,952
Erro b	15	2,047	75,454
Resíduo	100	105,705	186,952
Média		22,669	21,545
CV(%)		45,353	64,463

ns: Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 6.10 - Análise da variância para a transformação  $y = \arcsen \sqrt{P/100}$ , onde P é o número em percentagem de plântulas de algodão e milho emergidas diariamente em campo entre o quarto e nono dia, GL o grau de liberdade, QM o quadrado médio e CV o coeficiente de variação.

Tratamentos	Culturas	
	Algodão	Milho
Protótipo	22,939 a	22,880 a
Matraca	22,935 a	22,306 a
Plantio manual	22,757 a	21,499 a
Semeadora	22,046 a	19,495 a

# As médias para cada coluna ligadas com uma mesma letra a, não são significativamente diferentes.

TABELA 6.11 - Médias da transformação  $y = \arcsen \sqrt{P/100}$ , onde P é o número em percentagem de plântulas de algodão e milho emergidas diariamente em campo entre o quarto e o nono dia.

Quantidade	Discriminação	Custos
1 m	Madeira massaranduba 3" x 3"	2,86
2 m	Mangueira flexível de PVC de 2"	7,71
2 und	Conjunto de engrenagens cônicas	2,46
15 kg	Barras de aço ABNT 1020	13,27
2,5 m	Tubos de aço ABNT 1020	1,67
0,27 m <sup>2</sup>	Chapas de aço ABNT 1020	0,97
2 l	Tinta	11,52
15 h-homem	Mão-de-obra	38,70
	Diversos	5,72
T O T A L		91,62

TABELA 6.12 - Levantamento dos custos em BTN na adaptação de um cultivador à tração animal para a operação de semeadura.

Fator de variação	GL	QM	
		Algodão	Milho
Tratamento	3	550,955*	358,874*
Resíduo	20	0,646	0,752
Média		11,545	11,406
CV(%)		6,963	7,601

\* Significativo a 5% de probabilidade aplicado o teste de Tukey.

TABELA 6.13 - Análise da variância do desempenho econômico (BTN/ha), relativo ao trabalho efetivo, desenvolvido por quatro tratamentos na semeadura de algodão e milho, onde GL é o grau de liberdade, QM o quadrado médio e CV o coeficiente de variação.

Tratamentos	Média	
	Algodão	Milho
Plantio manual	24,104 a	19,786 a
Semeadora à tração animal	13,933 b	15,853 b
Protótipo	4,503 c	6,886 c
Matraca	3,642 c	3,699 d

# As médias da mesma coluna ligadas por letras iguais a, b, c ou d, não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 6.14 - Comparação do desempenho econômico médio (BTN/ha), relativo ao trabalho efetivo, obtido por quatro tratamentos na semeadura de algodão e milho.

Fator de variação	GL	QM	
		Algodão	Milho
Tratamento	2	1,412 <sup>ns</sup>	3,764 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	4,886	11,668
Média		8,558	8,846
CV(%)		25,828	38,612

ns: Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 6.15 - Análise da variância dos valores médios transformados pela função  $y = \arcsen \sqrt{P/100}$ , onde P é o deslizamento da roda motora do protótipo na semeadura de algodão e milho para os volumes de  $V_1 = 0,0005 \text{ m}^3$ ,  $V_2 = 0,0025 \text{ m}^3$  e  $V_3 = 0,0045 \text{ m}^3$ , em 15 metros lineares a uma velocidade de 1 m/s, GL o grau de liberdade, QM o quadrado médio e CV o coeficiente de variação.



(Número médio de plântulas emergidas por dia)

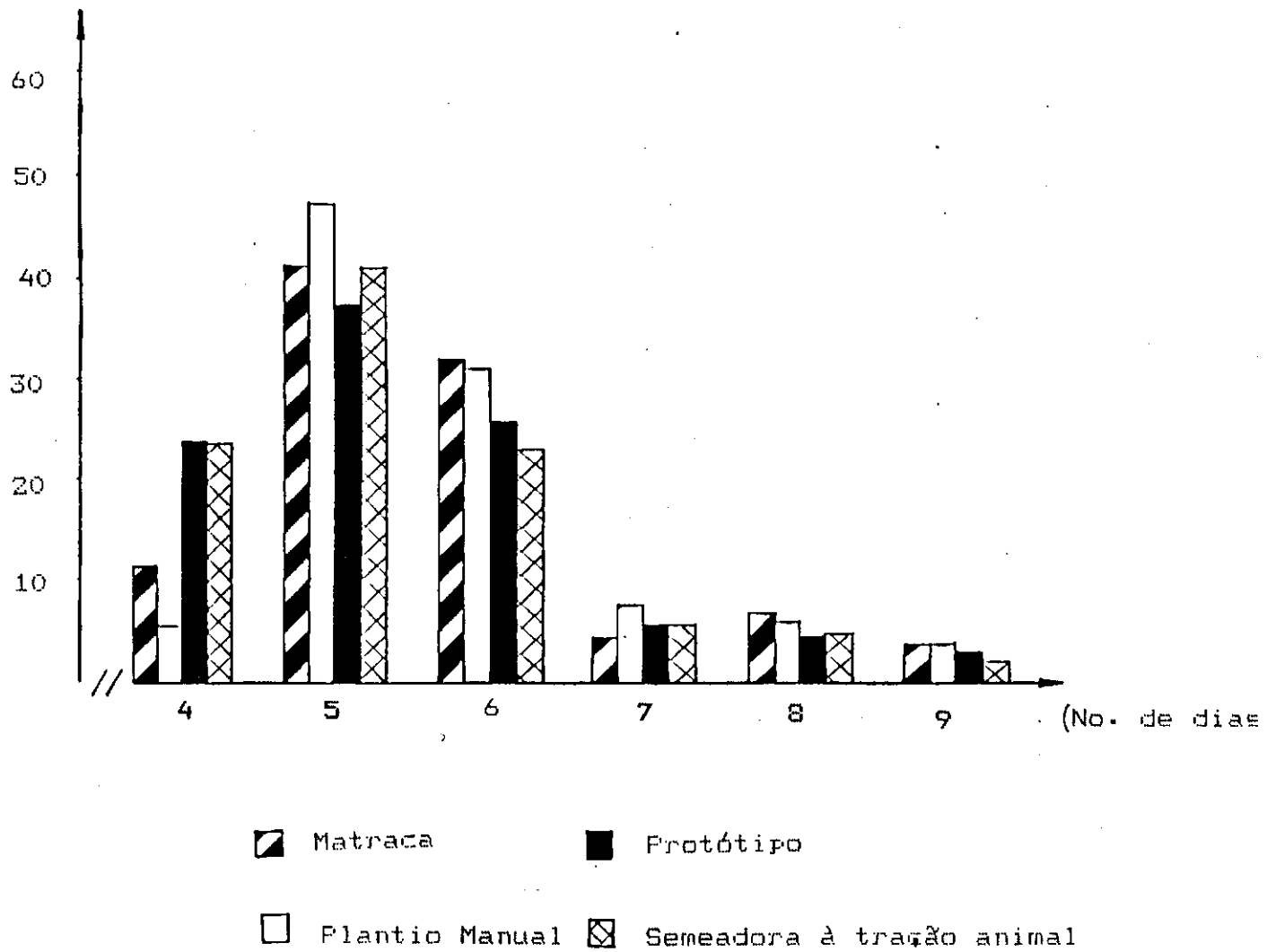


FIGURA 6.1 - Desempenho emergencial do algodão entre o quarto e nono dia após a sementeira.

(Número médio de plântulas emergidas por dia)

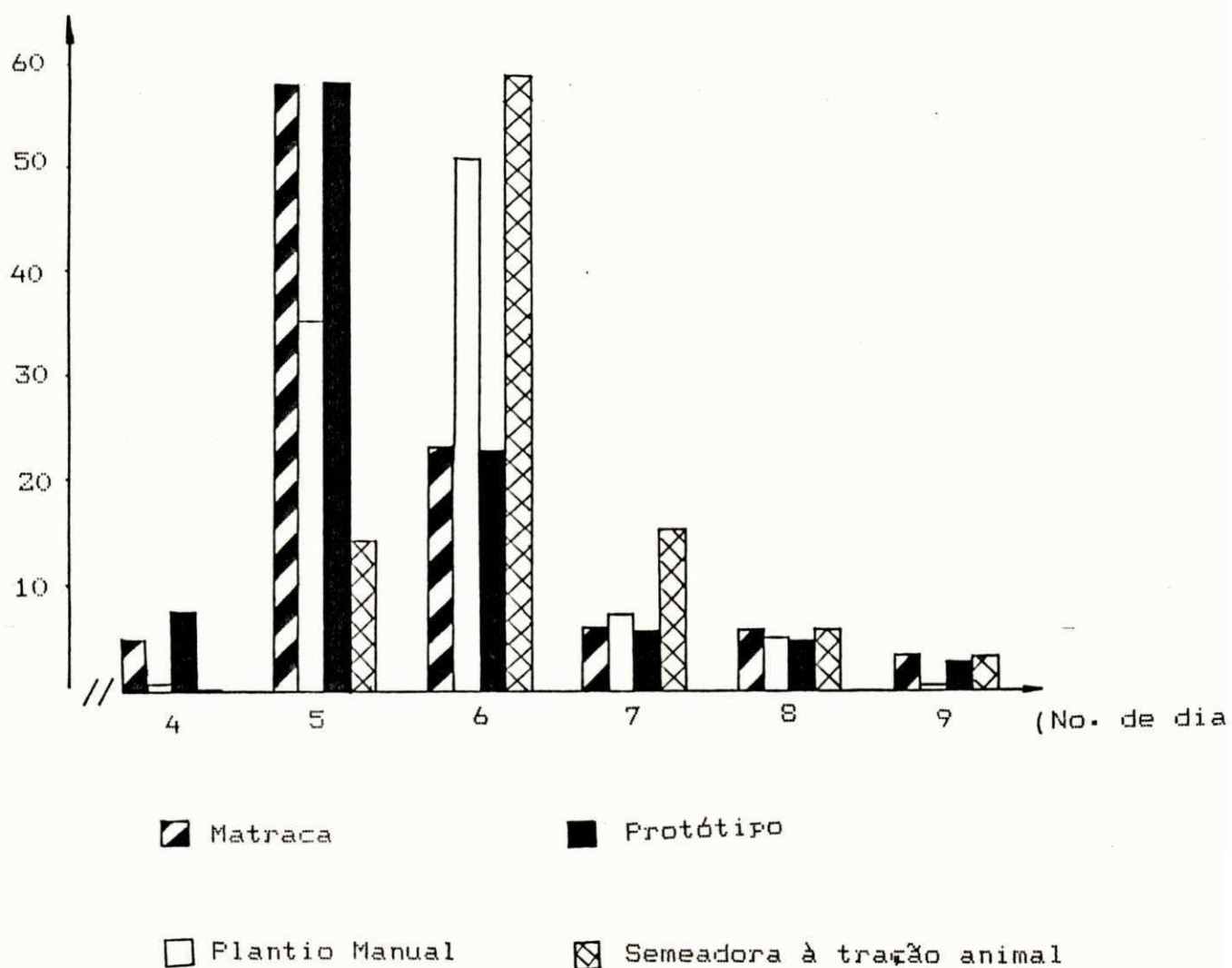


FIGURA 6.2 - Desempenho emergencial do milho entre o quarto e o nono dia após a semeadura.

## 7. CONCLUSÕES

- O sistema de distribuição de sementes com algodão, amendoim, arroz, feijão, girassol, milho, soja e sorgo, teve um bom desempenho tanto no que se refere ao número de sementes distribuídas por metro linear quanto na manutenção de sua integridade física.

- O esforço tratório requerido pelo protótipo foi cerca de 6% superior ao da semeadora à tração animal, continuando entretanto, na faixa aceitável de trabalho para os animais de média tração.

- O protótipo apresentou uma capacidade operacional superior a semeadora convencional à tração animal, a matraca e ao plantio manual em 200%, 300% e 3.000% respectivamente.

- O custo da adaptação do cultivador foi cerca de 60% do custo de uma semeadora à tração.

- O desempenho econômico do protótipo foi equivalente ao da matraca e superior a semeadora à tração animal e ao plantio manual.

- O deslizamento observado de cerca de 2% não compromete o desempenho do protótipo.

Como conclusão final tem-se que a adaptação do cultivador para a operação de semeadura em duas linhas é viável técnica e economicamente.

## 8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A experiência vivenciada no desenvolvimento do presente trabalho, falcuta-nos mencionar algumas idéias para projetos futuros:

- Testar a corrente agrícola como sistema de transmissão de movimento giratório da roda motora.

- Desenvolver discos dosadores para sementes miúdas, menores que 3 mm, exemplo do gergelim, entre outras.

- Analisar diferentes formatos de perfuração dos discos verticais.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, C. A. Ensaio de máquinas semeadeiras  
In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA,  
15., São Paulo, 1986. Anais. p. 18-26.
- BALASTREIRE, Luis Antônio. Máquinas agrícolas. São Paulo,  
Manole, 1987. 307 p.
- BARON, V. & ANJOS, J. B. dos. Mecanização agrícola com  
tração animal. Informe Agropecuário. Belo  
Horizonte, 9 (103) 30-5, jul.1983.
- BARON, V; DURET, Th. & ANJOS, J. B. dos. Experiências de  
cultivos no Nordeste do Brasil. Revue Machinisme  
Agricole Tropical, Antony, (94): 62-74, 1983 .
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Mudas.  
Regra de análise de sementes. Brasília, 1976.
- BREECE, H. Edward; HANSEN, Harold V. & HOERNER, Thomas A.  
Fundamentos de funcionamiento de maquinaria -  
siembra. Moline, Illinois, John Deere, 1975. 171 p.

- BUTIERRES, Elton. Análise da uniformidade de espaçamento e danificação mecânica na distribuição de sementes de soja. Santa Maria, UFSM, 1980. (Tese de Mestrado)
  
- CANECHIO FILHO, V. et alii. Principais culturas. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1981. V. 2
  
- Id., Ibid., 1984. V. 1
  
- CARVALHO, Nelson Moreira & NAKAGAWA, João. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas, Fundação Cargill, 1983, 429 p.
  
- DELAFOSSE, R. M. Máquinas para las siembras características y utilizaciones. Castelar, Argentina, Instituto Nacional de Pesquisa Agropecuária, 1979.
  
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido, Petrolina, PE, Mecanização da cultura do milho utilizando à tração animal. Petrolina, 1983. (Circular Técnico, 9)

- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**. São Paulo, **Ceres**, 1982. 357 p.
  
- FINCH, E. O. **Plantio mecanizado a tração animal**. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG. **Mecanização na cultura do milho utilizando a tração animal**. Sete Lagoas, MG, 1983. p. 7-23
  
- FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. **Anuário estatístico do Brasil - 1984**. Rio de Janeiro, p. 399-403
  
- Id., **Censo Agropecuário**. In: **Recenseamento Geral do Brasil, 9o.** Rio de Janeiro, 2(1): 1980.
  
- FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DA PARAÍBA. **Anuário estatístico do Estado da Paraíba**. João Pessoa, Coordenadoria de Estatística e Informática. 1980 V. 2
  
- GARMAN, C. F; NGAMBEKI, D. S. & NAVASERO, N. C. **Appropriate mechanization for no-tillage in the tropics**. St. Josephi, Michigan, American Society of Agricultural Engineers, 1982. 18 p. (ASAE paper, 5002)
  
- GOMES, Frederico Pimentel. **Curso de estatística experimental**. São Paulo, Nobel, 1978. 465 p.



- HÖPFEN, H. J. **Aperos de labranza para las regiones aridas y tropicales.** Roma, FAO, 1970. p. 83-109 (FAO. Cuadernos de Fomento Agropecuario 91)
  
- KEPNER, R. A; BAINER, R. & BARGER, E. L. **Principles of farm machinery.** 3. Ed. Westport, USA, AVI, 1978. 527 p.
  
- KUYEMBEH, N. G. **Mechanization of small farms in tropical Africa. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Lantin America.** 17 (3): 41-6, 1986.
  
- LAL, Harbans & FREIRE, Luiz Corsino. **Custos operacionais de máquinas agrícolas à tração animal em vários tamanhos de propriedade.** Petrolina, EMBRAPA - CPATSA, 1984. 33 p. (Boletim de Pesquisa, 21)
  
- MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola.** São Paulo, Ceres, 1974. 301 p.
  
- MOREIRA, C. A; PEREIRA, J. S. V. N. A; MENEZES, J. F. de & COSTA, J. A. S. **Desempenho de mecanismos dosadores - distribuidores de sementes em plantadeiras - adubadeiras.** Campinas, 1978. 22 p. (Circular técnico, 90)

- NAKAMAE, Ivan. Tração animal, o progresso possível: Guia Rural, São Paulo, 1988. P. 78 - 95
- NIEMANN, Gustav. Elementos de máquinas. São Paulo, Edgard Blucher, 1971. 207 p. V. 2
- Id., Ibid. 1971, 170 p. V. 3
- ORTIZ-CANAVATE, J. Técnica de la mecanización agraria. Tratores y aperos de labranza y de cultivo. Madrid, Instituto Nacional de investigaciones agrarias. 1976, 324 p.
- Id., Las maquinas agricolas y su aplicacion. 2. Ed., Madrid, Mundi-prensa, 1984. p. 125-144
- ORTOLANI, A. F; BANZATTO, D. A. & BORTOLI, N. M. Influência da profundidade de sementeira e da compactação do solo, na emergência e desenvolvimento do sorgo granífero (*Sorghum losolor* (L.) mench). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRICOLA, 15., São Paulo, 1986. Anais, p. 27-39
- PFEIL, Walter. Estruturas de aço - dimensionamento prático segundo as normas brasileiras. 3. Ed., Rio de Janeiro, LTC, 1984. 282 p.

- PINHEIRO NETO, Raimundo. **Desenvolvimento e avaliação de um protótipo de equipamento a tração animal para fins agrícolas.** Campina Grande, UFPB, 1987. (Tese de Mestrado)
  
- PRATA, F. da C. **Principais culturas do nordeste.** 2. Ed. Mossoró, ESAM, 1983. 215 p. V. 2
  
- REIS, Osmar Goeden. **Uso da mecanização agrícola a tração animal no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 9 (103): 24-8, 1983.**
  
- SAAD, Odilon. **Seleção de equipamentos agrícolas.** São Paulo, Nobel, 1981. 123 p.
  
- SAMPAIO, Eliana Miranda. **Noções de planejamento de experimento.** Fortaleza, UFC, 1985, 137 p.
  
- SCHMIDT, W. **Mecanização agrícola - tração animal.** Brasília, EMBRATER, 1979. (Manual Técnico)
  
- SILVA, O. R. R. F. da; BEZERRA, J. E. S. & CARVALHO, O. S. de. **Tração animal, uma alternativa para o nordeste. Diário da Borborema, Campina Grande, 17.08.80 a, Suplemento Dominical.**

- SILVA, O. R. R. F. da & CARVALHO, O. S. **Tração animal.** Campina Grande, s.d., 46 p. Mimeo
  
- SILVA, O. R. R. F. da; PIMENTEL, C. R. M; CARVALHO, O. S. & BEZERRA, J. E. S. **Estudos comparativos de várias formas de semeadura para o algodoeiro herbáceo.** Campina Grande, EMBRAPA/CNPA, 1980 b. 4 p. (Comunicado Técnico 9)
  
- SINGH, S; McMENNAMY, J. A. & GAJENDRA, S. Evaluation of selected upland crops establishment techniques. **Agricultural mecanization in Asia.** Spring, 11 (2): 11-16, 1980.
  
- SOUZA, Benedito Barbosa de. **Uso de transformações que visam à homocedasticidade.** Brasília, UNB, 1978. (Tese de Mestrado)
  
- VIDAL, L. S. **Operações agrícolas com máquinas de tração animal.** Belo Horizonte, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1982. 52 p.
  
- WIJEWARDENE, Ray. Energy - conserving farming systems for the humid tropics. **Agricultural mecanization in Asia.** Spring, 1980. p.47 - 53

## ANEXO 1

## MEMORIAL DE CÁLCULOS

## 1. Determinação das dimensões das engrenagens.

Dados preliminares:

$$N_1 = 2,5 \text{ CV}$$

$$\delta_A = 90^\circ$$

$$n_1 = 42,5 \text{ rpm}$$

$$\alpha_{on} = 20^\circ$$

$$\beta_m = 0^\circ$$

Onde  $N_1$  é a potência desenvolvida pelo animal,  $\delta_A$  o ângulo entre os eixos das engrenagens,  $n_1$  a rotação do eixo,  $\alpha_{on}$  o ângulo de ataque e  $\beta_m$  o ângulo de inclinação.

## 1.1 Valores recomendados para engrenagens cônicas.

Adotando-se a multiplicação (i) de 0,5, conforme NIEMANN (1971), tem-se:

$$\frac{b}{d} = 0,212 ; f_b = 0,15 ; f_d = 2,83 ; h_{k1} = h_{k2} = m$$

Onde  $b$  é a largura do dente,  $d$  o diâmetro do círculo de rolamento,  $f$  e  $f$  linhas de contornos,  $h$  e  $h$  alturas da cabeça do dente e  $m$  o módulo.

1.2 Escolhe-se aleatoriamente o número de dentes da coroa ( $z_1$ ) igual a 20.

1.3 Determinação do número de dentes do pinhão ( $z_2$ ).

$$z_2 = i \cdot z_1 \rightarrow z_2 = 0,5 \times 20 \rightarrow z_2 = 10 \text{ dentes}$$

1.4 Determinação do ângulo do cone de rolamento ( $\delta_1$  e  $\delta_2$ ).

$$i = \frac{z_2}{z_1} \rightarrow \tan \delta_1 = \frac{1}{0,5} \rightarrow \delta_1 = 63^\circ \quad (I)$$

Substituindo-se (I) na equação abaixo, obtém-se:

$$\delta_A = \delta_1 + \delta_2 \rightarrow \delta_2 = 90^\circ - 63^\circ \rightarrow \delta_2 = 27^\circ$$

1.5 Determinação do diâmetro médio ( $d_{m1}$ ), com  $B_{AD} = 0,16$  Kgf/mm.

$$d_{m1} \geq 113 \cdot \frac{\sqrt{N_1 \cdot f d}}{n_1 \cdot B_{AD}} \rightarrow d_{m1} \geq 115 \text{ mm}$$

onde  $B_{AD}$  é a carga nominal.

1.6 Determinação do diâmetro do círculo de rolamento ( $d_{o1}$ ).

$$d_{o1} = \frac{d_{m1}}{(1-f)} \rightarrow d_{o1} = 135 \text{ mm}$$

1.7 Determinação do módulo de corte aparente (m).

$$m = \frac{d_{01}}{z_1} \quad \rightarrow \quad m = 7 \text{ mm}$$

1.8 Determinação do diâmetro do círculo divisor ( $d_{02}$ ).

$$d_{02} = m \cdot z_2 \quad \rightarrow \quad d_{02} = 70 \text{ mm}$$

1.9 Determinação da largura do dente (b).

$$b = \frac{f \cdot d_{01}}{\sin \delta_1} \quad \rightarrow \quad b = 23 \text{ mm}$$

2. Determinação das dimensões secundárias

2.1 Comprimento do cone de rolamento ( $R_b = R_a$ ).

$$R_a = \frac{0,5 \cdot d_{b1}}{\sin \delta_1} \quad \rightarrow \quad R_a = 39 \text{ mm}$$

2.2 Ângulo da cabeça ( $\alpha_K$ ).

$$\tan \alpha_K = \frac{h_{k1}}{R_A} \quad \rightarrow \quad \alpha_K = 10^\circ$$

2.3 Altura do pé ( $h_{f1} = h_{f2}$ ).

$$h_{f1} = 1,1 m_n \quad \rightarrow \quad h_{f1} = 8 \text{ mm}$$

2.4 Diâmetro da cabeça ( $d_{k1}$ ).

$$d_{k1} = d_{a1} + 2 \cdot h_{k1} \cdot \cos \delta_{a1} \rightarrow d_{k1} = 141 \text{ mm}$$

$$d_{k2} = d_{a2} + 2 \cdot h_{k2} \cdot \cos \delta_{a2} \rightarrow d_{k2} = 82 \text{ mm}$$

2.5 Comprimento do cone posterior ( $r_{r01}$ ).

$$r_{r01} = R_a \cdot \operatorname{tg} \delta_{a1} \rightarrow r_{r01} = 76 \text{ mm}$$

$$r_{r02} = R_b \cdot \operatorname{tg} \delta_{a2} \rightarrow r_{r02} = 20 \text{ mm}$$



Aplicação da equação de equilíbrio em relação aos eixos das ordenadas.

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\text{sen}25 \times 232 + R_1 - 490 + \text{sen}60 \times 420 - R_2 = 0$$

$$R_1 - R_2 = 28 \text{ N} \quad (2.1)$$

Aplicação da equação de equilíbrio em relação ao momento no ponto 1.

$$\Sigma M_1 = 0$$

$$\text{sen}25 \times 232 \times 0,2 + 490 \times 1 - \text{sen}60 \times 420 \times 1,7 + 1,9 \times R_2 = 0$$

$$R_2 = 57 \text{ N} \quad (2.2)$$

Aplicando-se (2.2) em (2.1), tem-se:  $R_1 = 85 \text{ N}$

e) Os diagramas do esforço cortante e do momento fletor, encontram-se na figura A.2.

### 3 - Verificação da estabilidade do equipamento

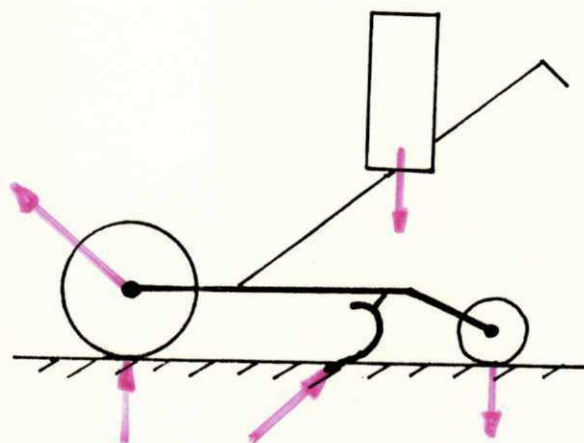
Segundo PFEIL (1984), para efeito de projetos estruturais adota-se para o aço comum:  $S_{24}$ , o limite de escoamento de 24 Kgf/mm<sup>2</sup> e a tensão admissível de 14 Kgf/mm<sup>2</sup> para esforços de tração.

a) Determinação da seção da barra, com  $P = 480 \text{ N}$ .

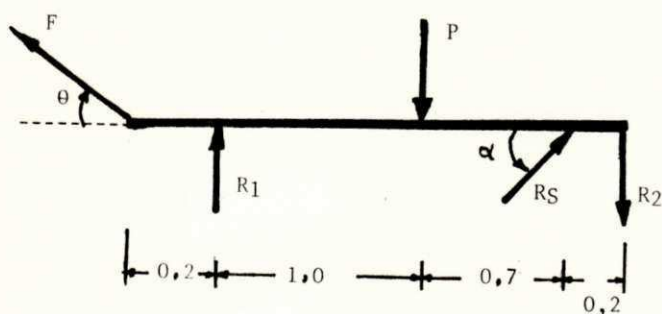
$$\sigma = 14 \text{ Kgf/mm}^2 \rightarrow \sigma = 137 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \rightarrow A = \frac{490 \times 10^{-6}}{137} \rightarrow A = 0,000,004 \text{ m}^2$$

Logo, pode-se trabalhar com o chassi original, que tem seção  
de 400 mm<sup>2</sup>, estando portanto superdimensionado para as  
condições impostas.



(a)



(b)

FIGURA A.1 - Protótipo para operação de semeadura (a) Forças que atuam no protótipo. (b) Viga rígida imponderável com reações e cargas concentradas.

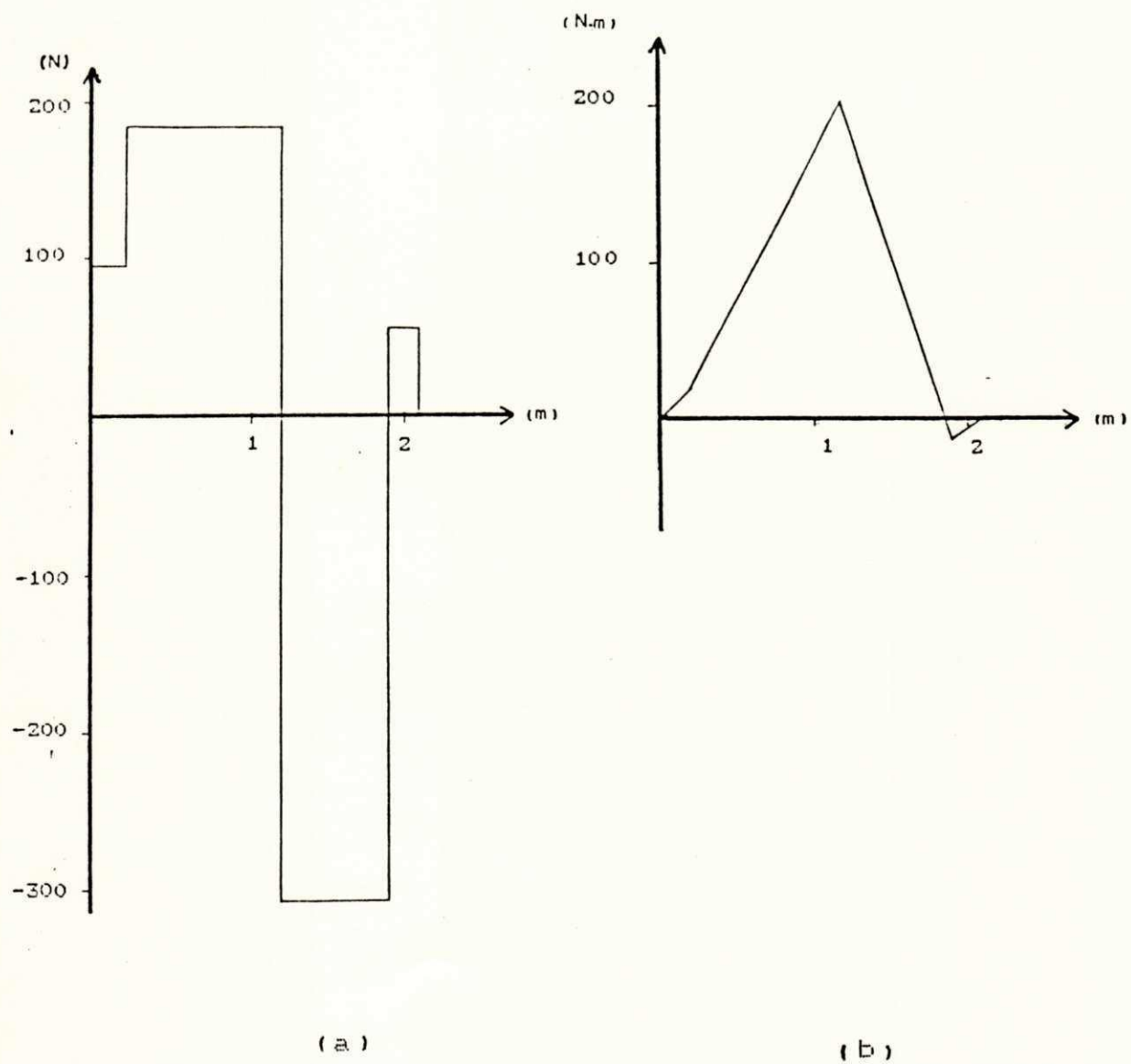
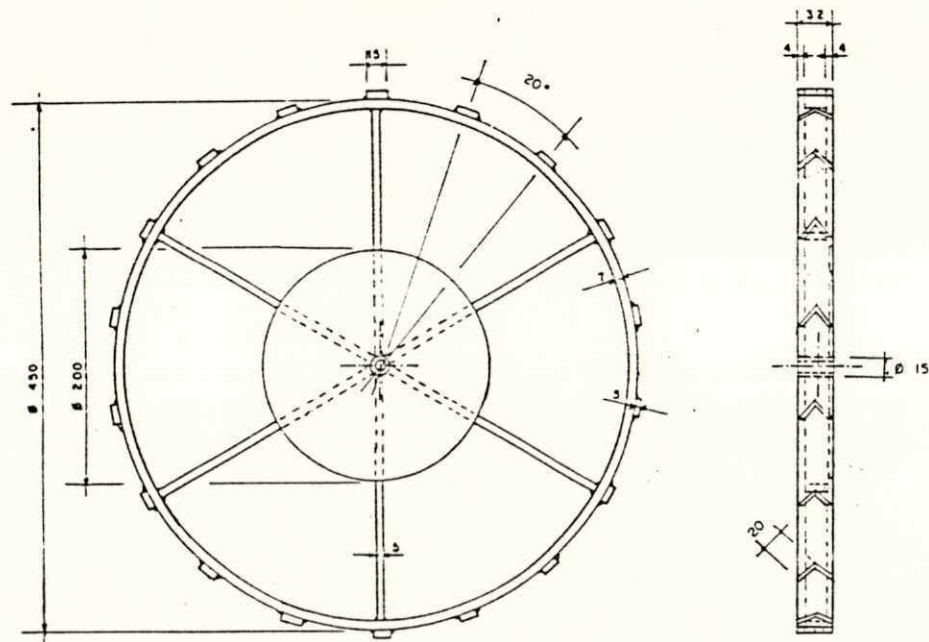


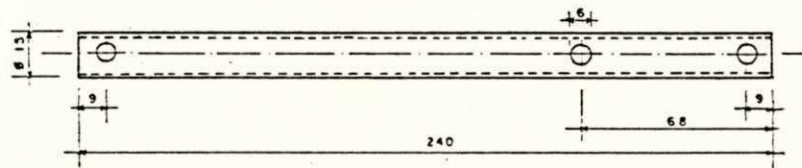
FIGURA A.2 - Diagramas (a) Esforço cortante (b) Momento fletor

## ANEXO 4

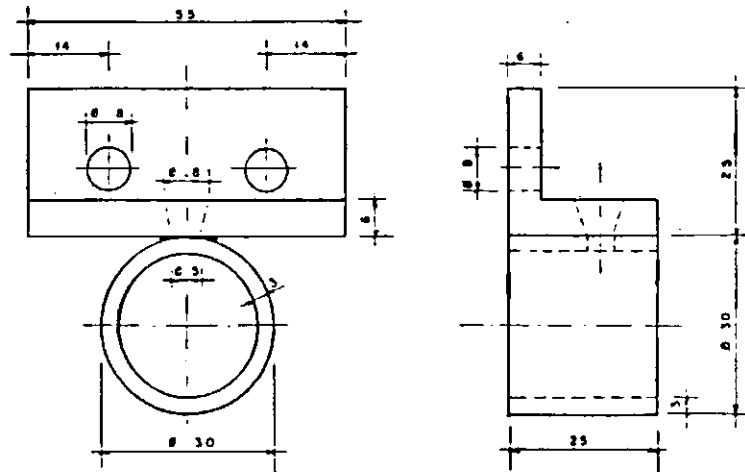
Componentes do protótipo em suas dimensões principais  
(número de ordem de 01 a 33)



PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			1989
			COTA:
			mm
NR DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
01	RODA MOTORA	01	1:6,7

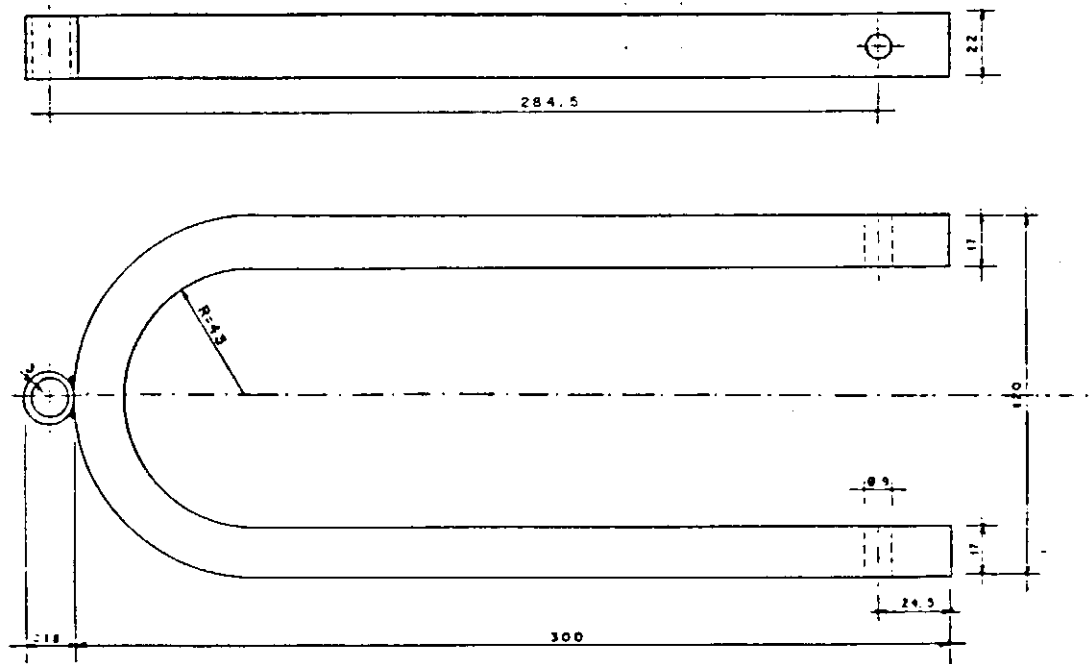


PROJETO :		DATA :
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA		1989
		COTA :
		mm
NR DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE
02	EIXO DA RODA MOTORA	01
		ESCALA :
		1:2,7

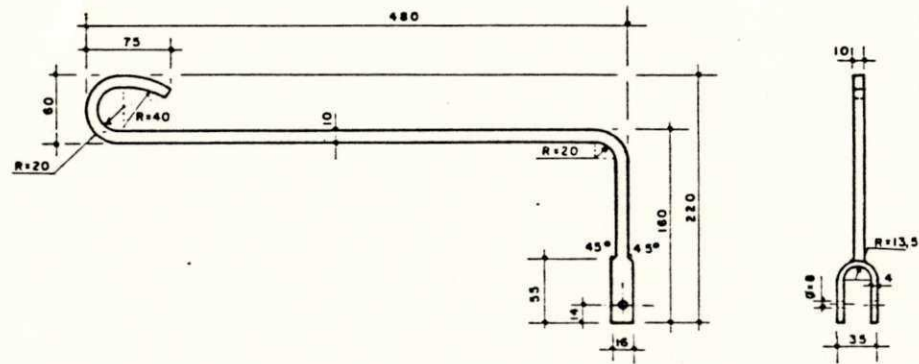


PROJETO: ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SENEADURA			DATA 1999
			COTA: mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA
03	MANGAL DO EIXO DA RODA MOTORA	02	1:1,4

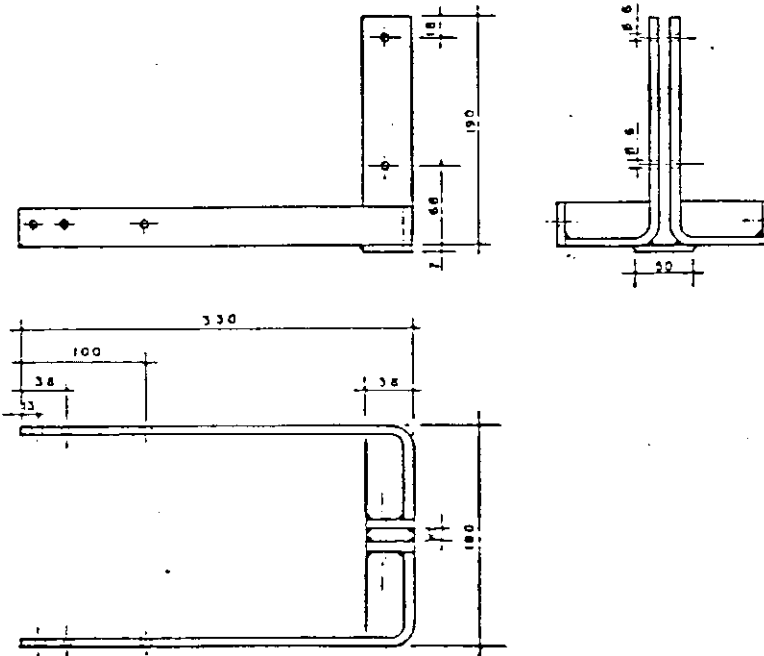




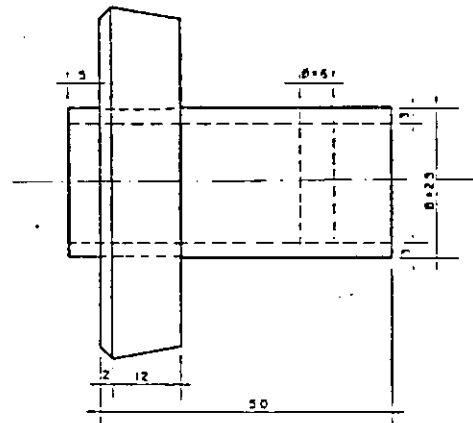
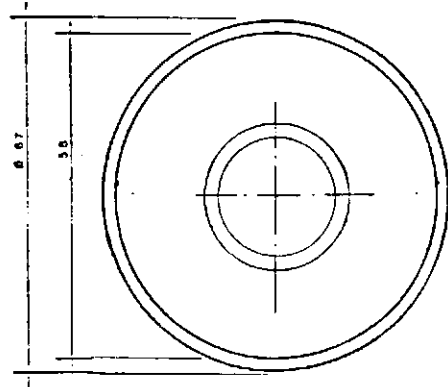
PROJETO:		DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE		1989
SENHADURA		COTA:
		mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE
04	SUPORTE DA HASTE DE AITELAMENTO	01
		ESCALA:
		1:2,7



PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SENEADURA			1989
			COTA:
			mm
NR DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
05	HASTE DE AITREAMENTO	01	1:6,7

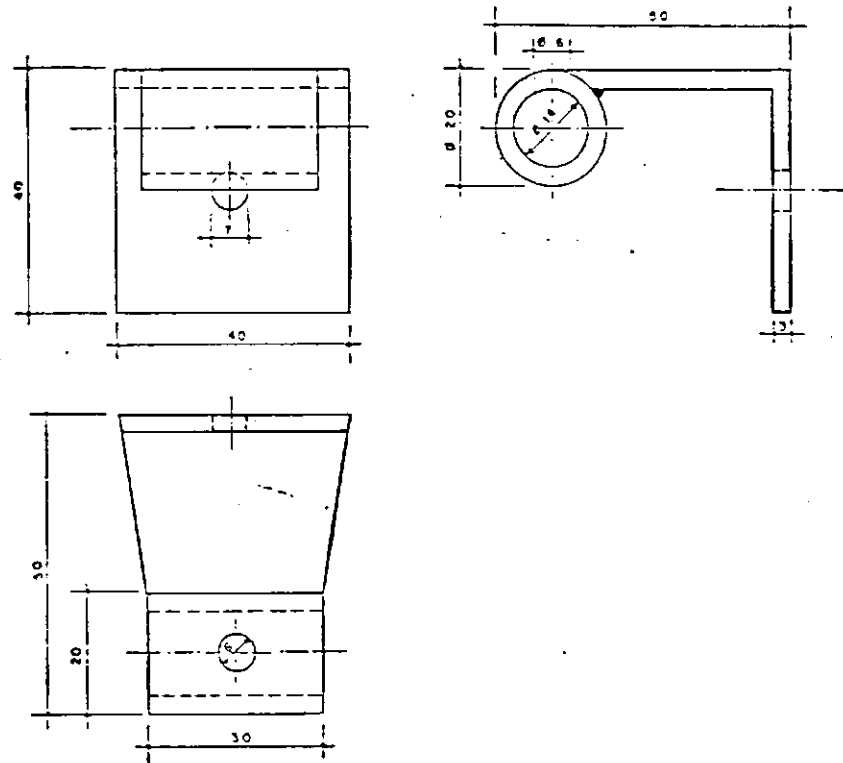


PROJETO : ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			DATA : 1989
			COTA : mm
NT DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA :
06	CHASSI DE SUSTENTAÇÃO DA RODA MOTORA	01	1 : 5,7



$D_p = 60$   
 $D_E = 67$   
 $D_i = 68$   
 $ANG = 37$   
 $M = 3.5$

PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			1989
			COTA:
			mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
07	ENGRENAGEM CÔNICA DE 16 DENTES	02	1:1,4



PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMENTEADURA			1959
			COTA:
			—
NO DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
08	SUPORTE-MANCAL DO EIXO DE TRANSMISSÃO	01	1:1,4

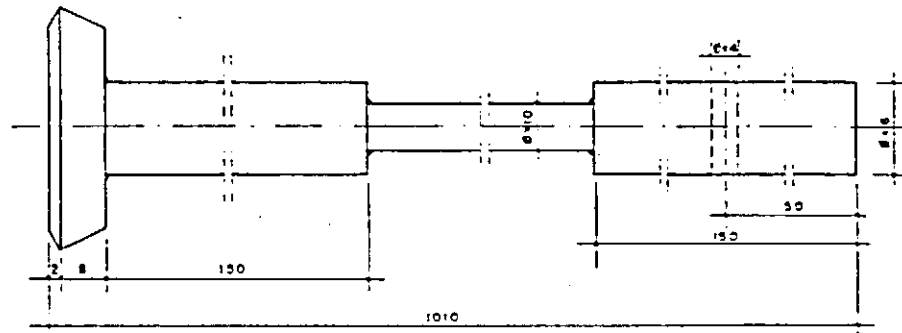
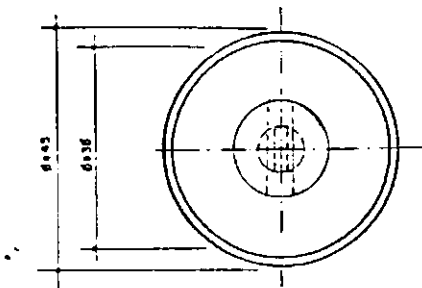
$D_p = 38$

$D_E = 45$

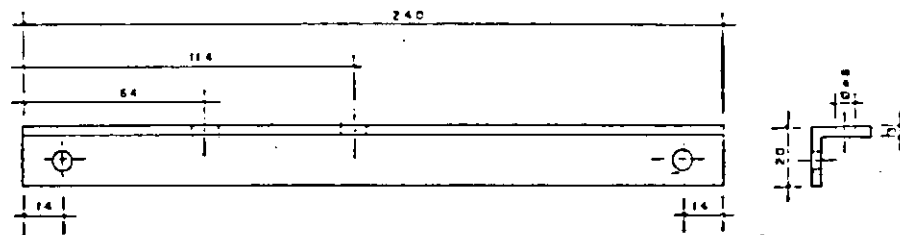
$D_f = 36$

ANG = 53

$M = 3,5$

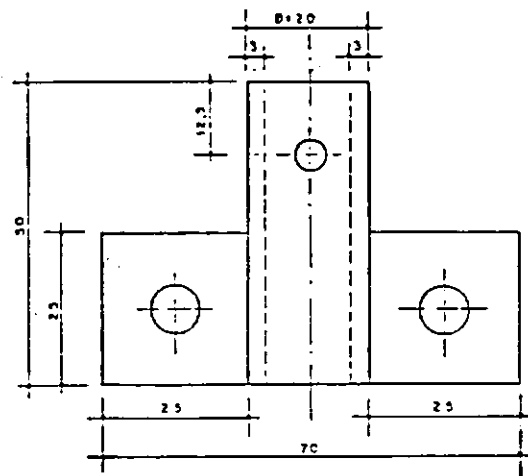
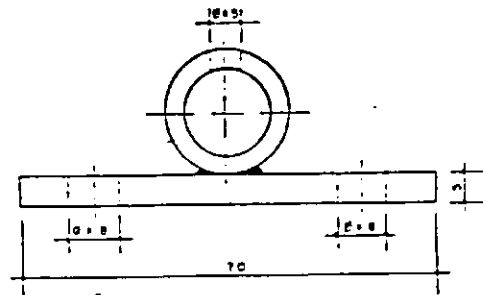


PROJETO: ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SENEADURA		DATA: 1959
		COTA: mm
NT DE ORDEN	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE
09	EIXO DE TRANSMISSÃO C/ ENGRENAGEM CÔNICA DE 11 DENTES	01
		ESCALA: 1:1,4



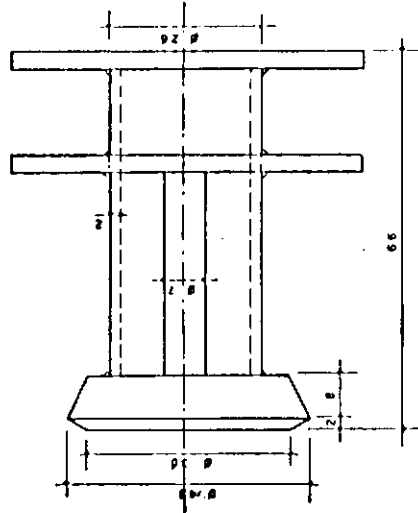
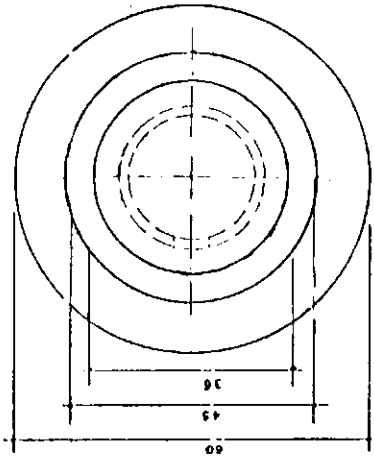
TODOS E DE 8

PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMENTEIRA			1959
			COTA:
			mm
Nº DE OPCÉM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
10	SUPORTE DE SUSTENTAÇÃO DO EIXO DE TRANSMISSÃO	01	1:2,7



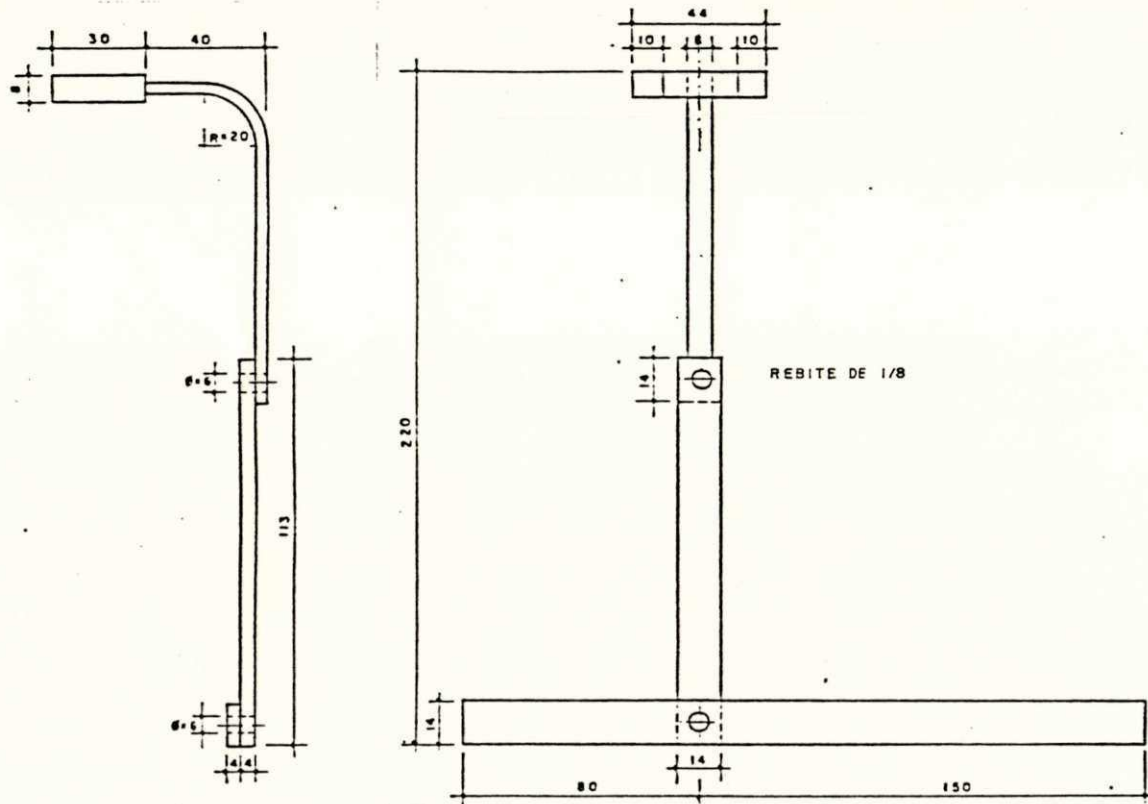
PROJETO			DATA
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SENEADORA			1959
			COTA
			03
№ DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA
11	MANCAL DO EIXO DE TRANSMISSÃO	01	1:1,4



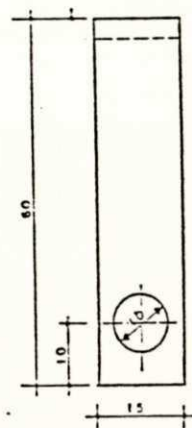
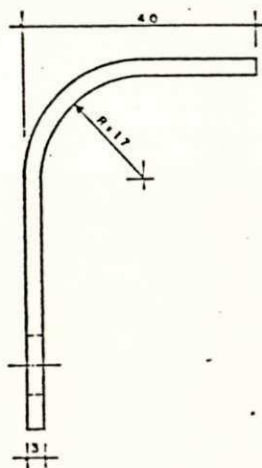


$D_p = 36$   
 $D_e = 45$   
 $D_r = 60$   
 $ANG = 37$   
 $M = 3.5$

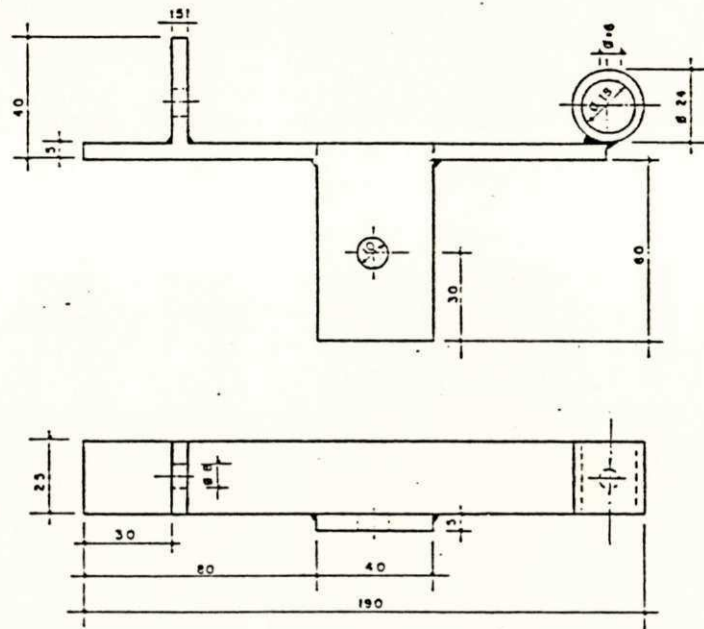
PROJETO: ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA		DATA: 1989
Nº DE ORDEM		COTA: mm
DISCRIMINAÇÃO		QUANTIDADE
12	ENGENHARIA CÔNICA DE 11 DENTES COM CARRÉZEL	01
ESCALA:		1:1:4



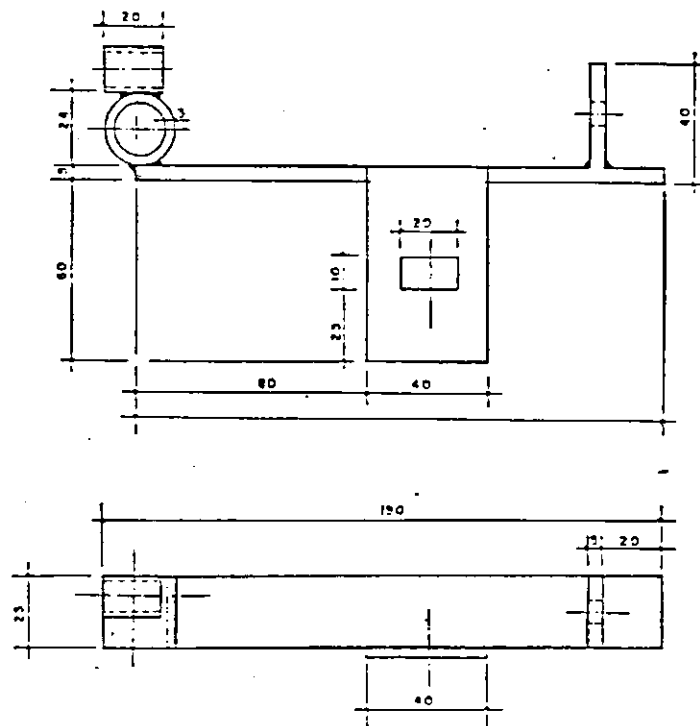
PROJETO: ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SENEADURA		DATA: 1989
		COTA: mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE
13	ALAVANCA DE ACIONAMENTO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO	01
		ESCALA: 1:2,7



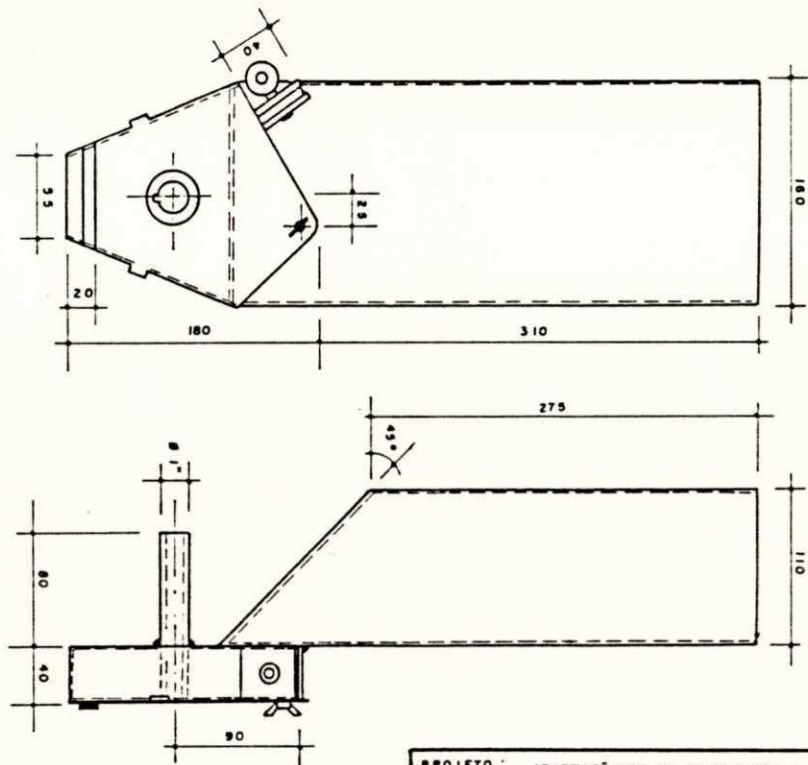
PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			1989
			COTA:
			mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
14	SUPORTE DE POSICIONAMENTO DA ALAVANCA	01	1:1,4



PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			1939
			COTA:
			—
NR DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
15	SUPORTE ESQUERDO DO EIXO ACIONADOR DOS DISCOS DOSADORES	01	1 : 2,7

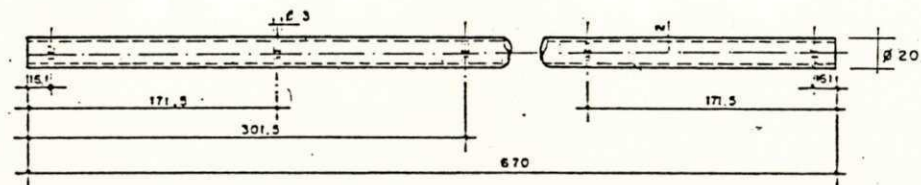


PROJETO: ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SENEADURA			DATA: 1959
			CCTA: 10
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
16	SUPORTE DIREITO DO EIXO ACIONADOR DOS DISCOS DOSADORES	01	1:2,7

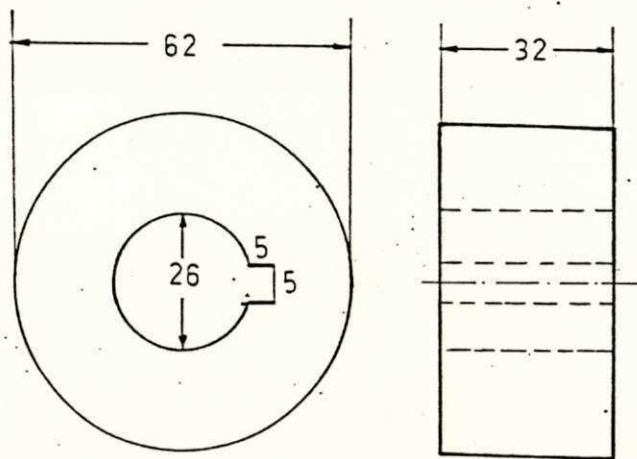


CHAPA PRETA Nº 16

PROJETO : ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			DATA : 1989
			COTA : mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA :
17	DEPÓSITO DE SEMENTES	02	1 : 5,4

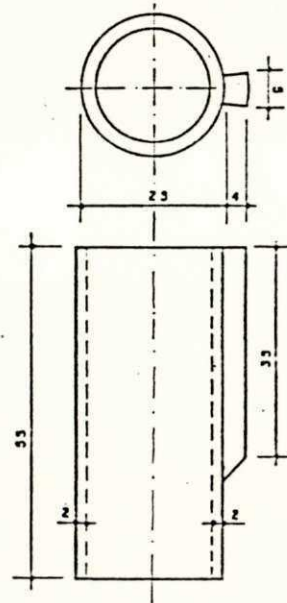


PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMENTADURA			1959
			COTA:
			mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
18	EIXO DE ACIONAMENTO DOS DISCOS DOSADORES	01	1:5,4

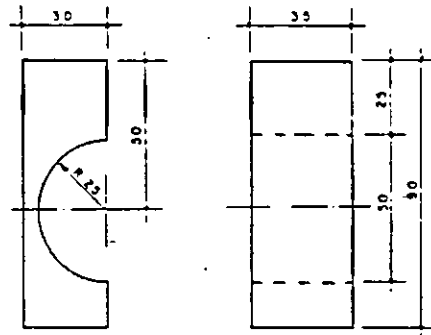


ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA OPERAÇÃO DE SEMEADURA			1989
			mm
19	DISCO DOSADOR DE SEMENTES	02	1:1,4

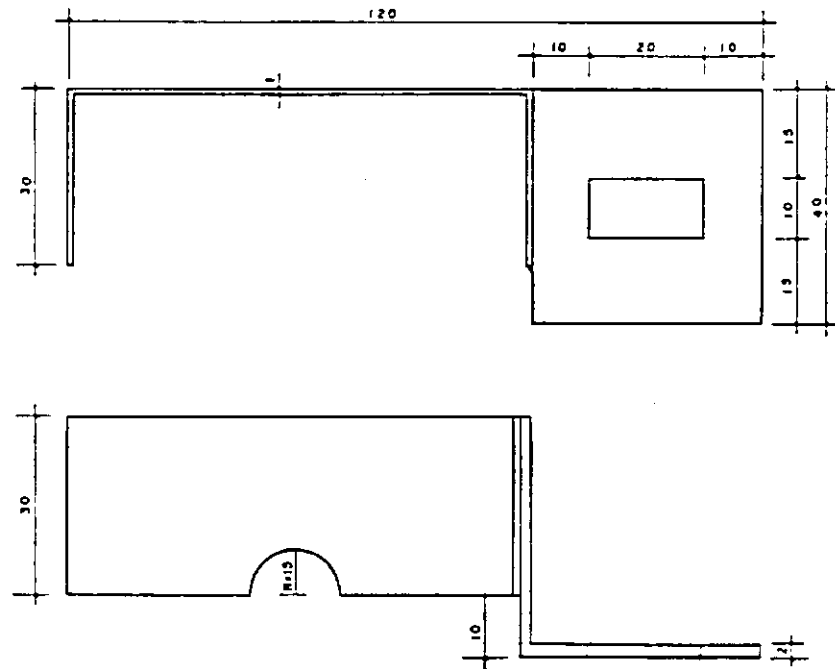




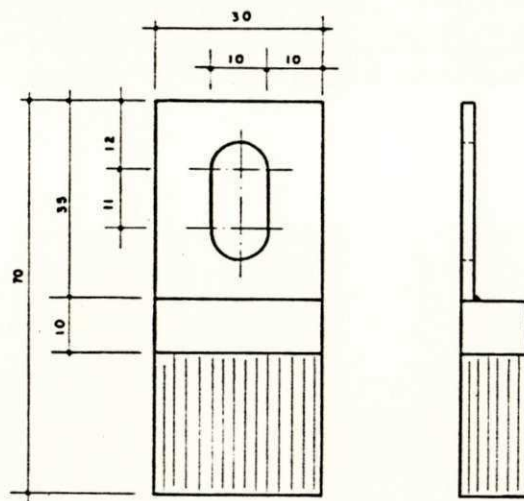
<b>PROJETO :</b> ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			<b>DATA:</b> 1989
			<b>COTA:</b> mm
<b>NR DE ORDEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>ESCALA</b>
20	LUVA DE ENCAIXE DO DISCO DOSADOR	02	1:1,4



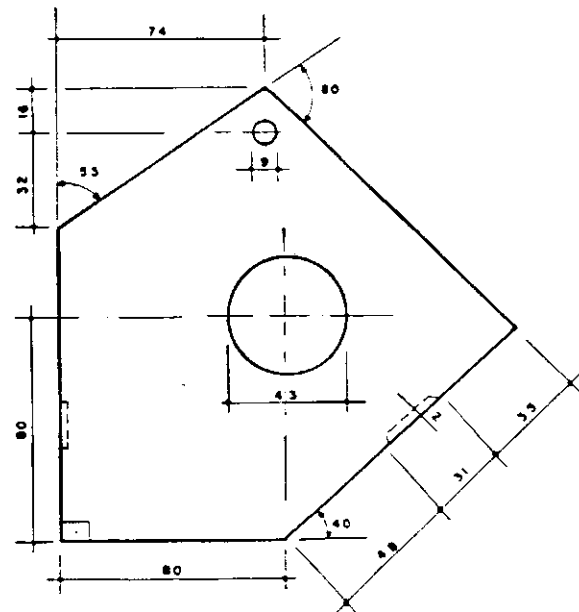
PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			1959
			COTA:
			—
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
21	ESPONJA ENVOLVENTE DO DISCO DOSADOR	02	1:2,7



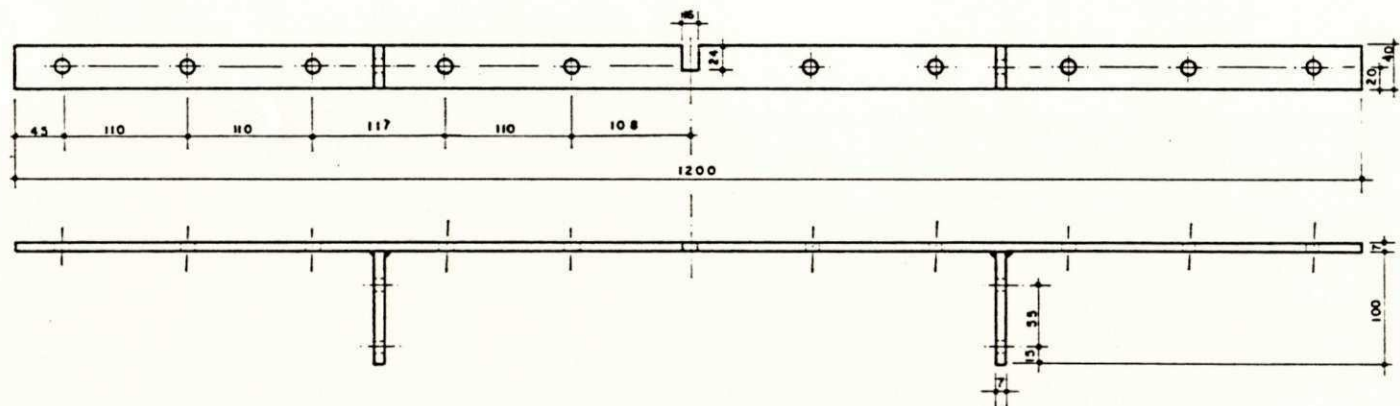
PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			1959
			COTA:
			mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
22	PORIA-ESPONJA	02	1:2,7



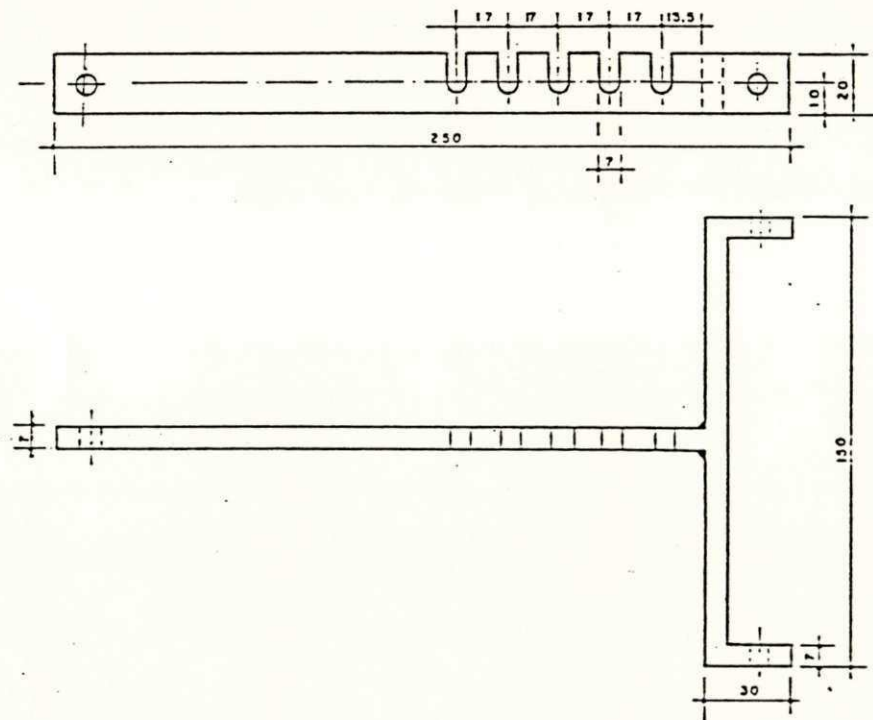
<b>PROJETO:</b> ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			<b>DATA:</b> 1989
			<b>COTA:</b> mm
<b>Nº. DE ORDEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>ESCALA:</b> 1:1,4
23	ESCOVA SELETORA DE SEMENTE	02	



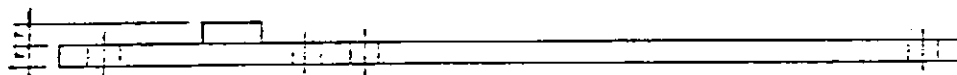
PROJETO: ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			DATA: 1989
			COTA: mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
24	TAMPA DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES	02	1 : 2,7



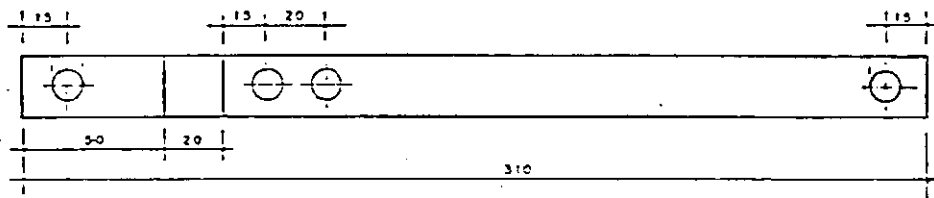
PROJETO : ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA		DATA : 1989
		COTA : mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE
25	BARRA DE FIXAÇÃO DOS SULCADORES E RODAS COMPACTADAS	01
		ESCALA : 1 : 6,7



PROJETO: ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			DATA: 1989
			COTA: mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
26	LIMITADOR DE PROFUNDIDADE	02	1:2,7

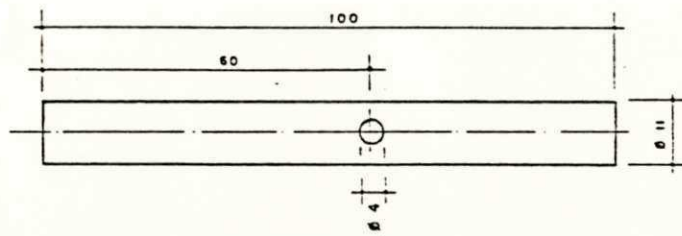


4 FURCS DE 10

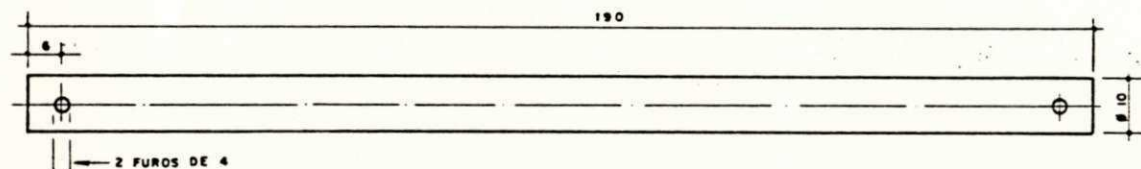


PROJETO: ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			DATA: 1989
			COTA: 02 -
Nº DE ORDEM 27	DISCRIMINAÇÃO SUPORTE DA RODA COMPACTADORA	QUANTIDADE 04	ESCALA: 1 : 2,7

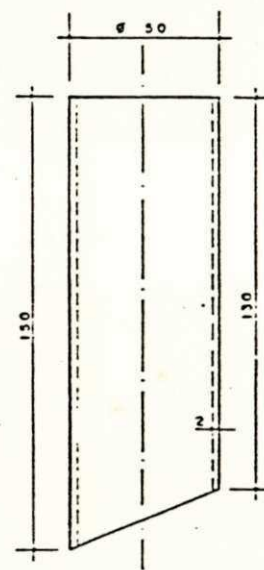




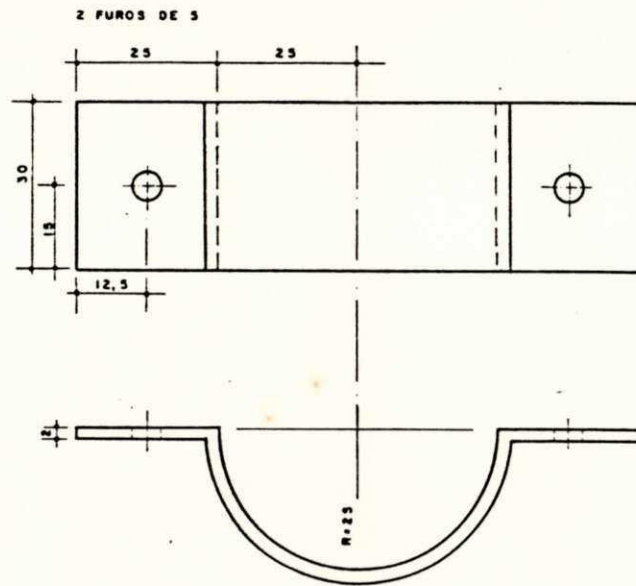
PROJETO: ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SENEADURA			DATA: 1989
			COTA: =
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
28	EIXO DA MOLA DO SISTEMA LIMITADOR DE PROFUNDIDADE	02	1:1,4



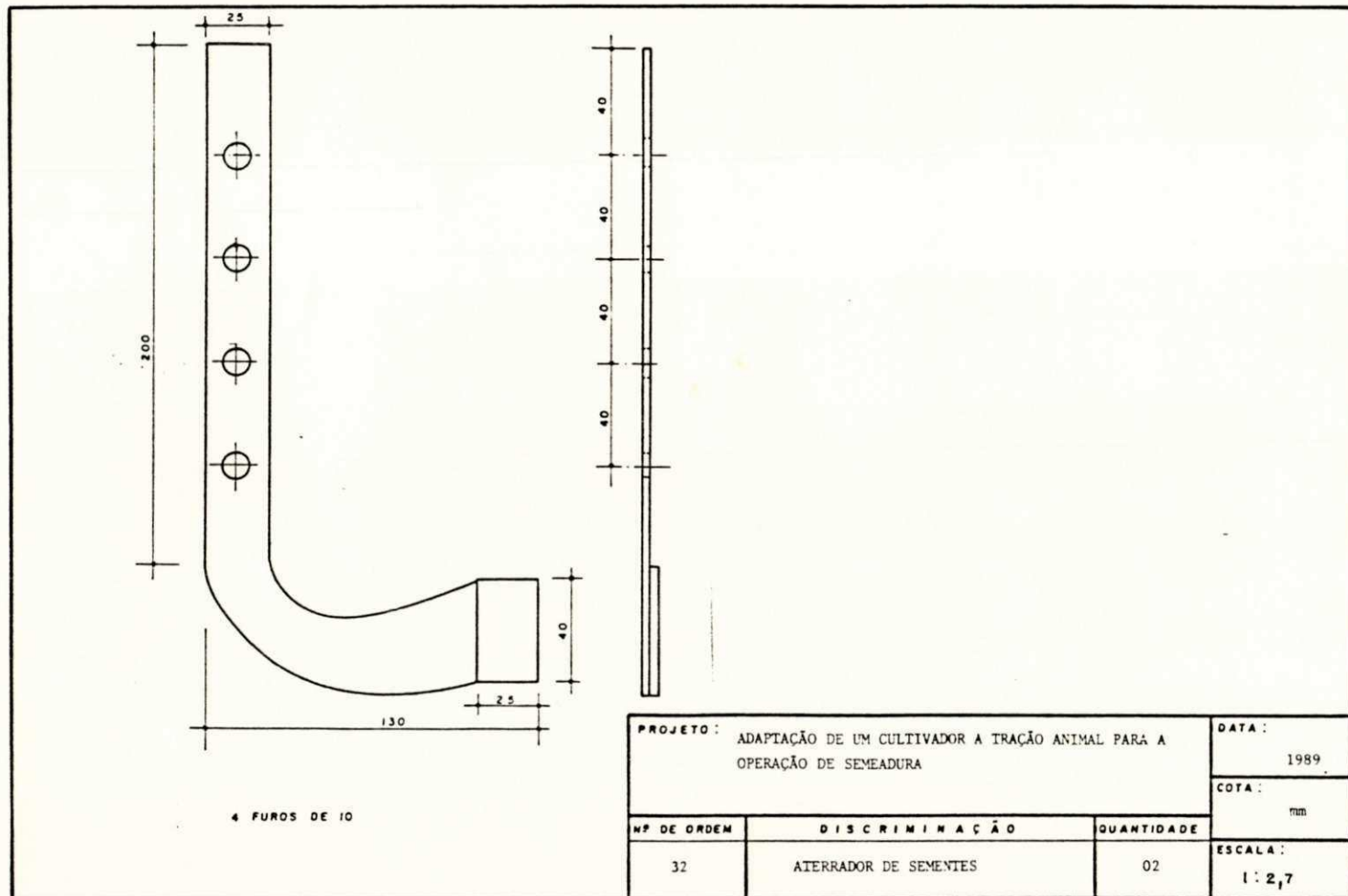
PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			1989
			COTA:
			III
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
29	EIXO DA RODA COMPACTADORA	02	1:1,4



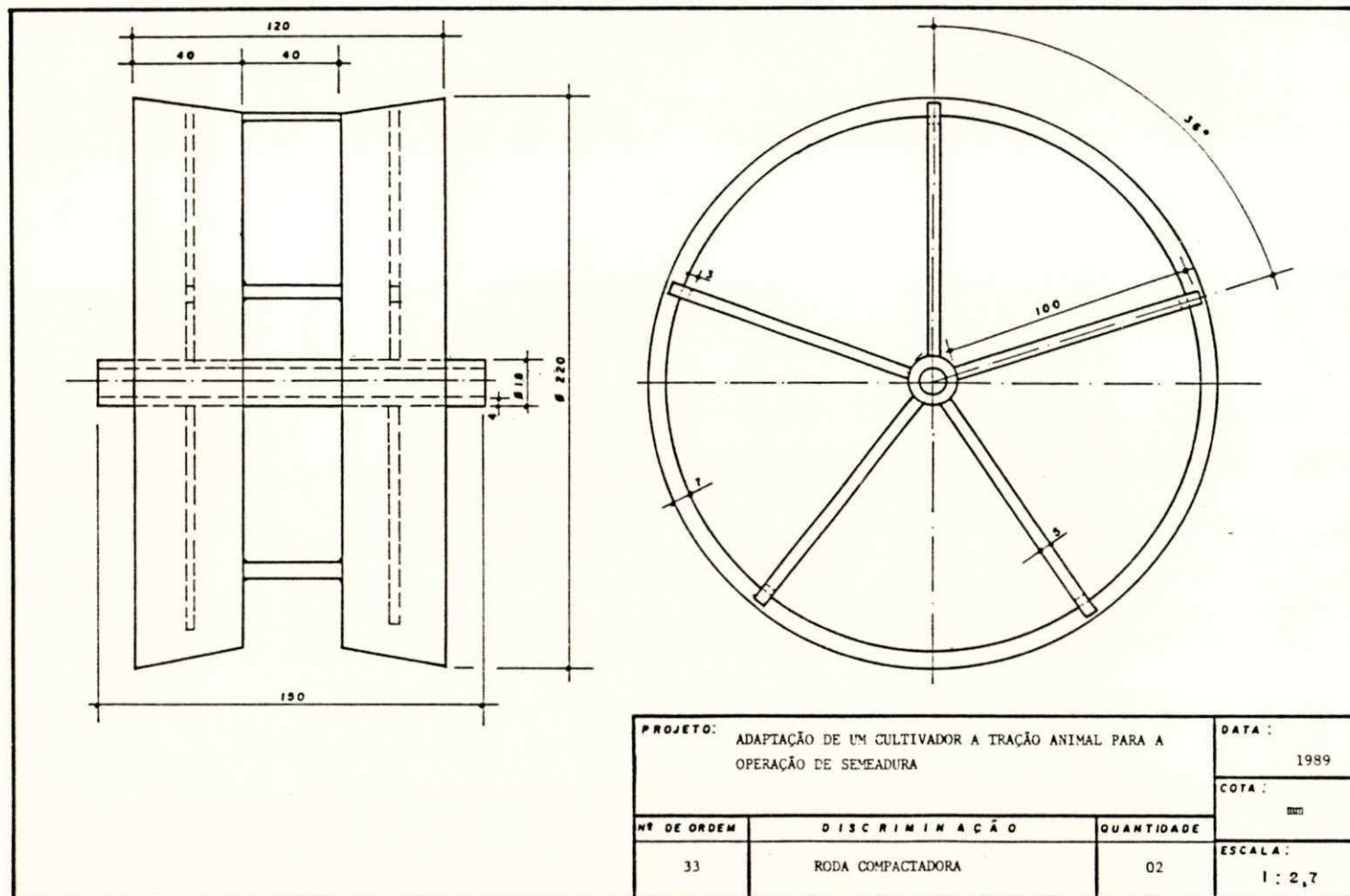
PROJETO: ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			DATA: 1959
			COTA: mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
30	PARTE TERMINAL - CONDUTOR DE SEMENTES	02	1 : 2,7



PROJETO:			DATA:
ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÇÃO ANIMAL PARA O OPERAÇÃO DE SEMENTEADURA			1989
			COTA:
			mm
Nº DE ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	ESCALA:
31	BRACEDEIRA DA PARTE TERMINAL DO CONDU TOR DE SEMENTES	04	1:1,4



PROJETO : ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			DATA : 1989
			COTA : mm
Nº DE ORDEM 32	DISCRIMINAÇÃO ATERRADOR DE SEMENTES	QUANTIDADE 02	ESCALA : 1 : 2,7



<b>PROJETO:</b> ADAPTAÇÃO DE UM CULTIVADOR A TRACÃO ANIMAL PARA A OPERAÇÃO DE SEMEADURA			<b>DATA:</b> 1989
			<b>COTA:</b> mm
<b>Nº DE ORDEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>ESCALA:</b>
33	RODA COMPACTADORA	02	1:2,7

## ANEXO 5

## TEOR DE UMIDADE DE SEMENTES DE AMENDOIM

Centro Nacional de Pesquisa do Algodão

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Laboratório de Solos

Cultura: Amendoim, variedade Tatuí

Data: 01.02.1989

! TRATAMENTOS !	REPETIÇÕES						! MÉDIA !
! MATRACA	! 7,8	! 5,4	! 5,4	! 7,6	! 7,0	! 6,2	! 6,5 !
! SEMEADORA	! 6,2	! 5,4	! 7,2	! 7,6	! 6,4	! 7,4	! 6,7 !
! PROTÓTIPO	! 6,0	! 8,0	! 5,3	! 6,6	! 7,0	! 5,8	! 6,4 !



ANEXO 6

INDICE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE AMENDOIM

Centro Nacional de Pesquisa do Algodão

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Laboratório de Sementes

Cultura: Amendoim, variedade Tatuí

Data: 26.02.1989

! TRATAMENTOS !	REPETIÇÕES								! MÉDIA !	
! MATRACA	! 100!	96!	92!	96!	88!	76!	76!	84!	88	!
! TESTEMUNHA	! 86!	90!	92!	94!	96!	88!	100!	96!	92	!
! SEMEADORA	! 88!	92!	88!	92!	80!	96!	92!	92!	90	!
! PROTÓTIPO	! 92!	88!	96!	88!	92!	92!	84!	92!	91	!