

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CAMPUS II
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA DE PROJETO DE PRODUTO MECÂNICO

**OTIMIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM
DISTRIBUIDOR DE CALCÁRIO
POR GRAVIDADE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
EM ENGENHARIA MECÂNICA**

FELIPE CÉSAR CAMPOS CABALLERO

Campina Grande-PB.

Fevereiro - 1995

715
022815-2 (043)
C 112
C 112

Universidade Federal da Paraíba - Campus II
Centro de Ciências e Tecnologia
Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Área de Concentração: Projeto de Produto Mecânico

**TÍTULO: OTIMIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM
DISTRIBUIDOR DE CALCÁRIO POR
GRAVIDADE**

AUTOR: FELIPE CÉSAR CAMPOS CABALLERO

ORIENTADOR: PROF. DR. NATANAEL VICTOR DE OLIVEIRA

CO-ORIENTADOR: PROF. M.SC. RAIMUNDO PINHEIRO NETO

Campina Grande-PB.

Fevereiro - 1995

Felipe César Campos Caballero

**OTIMIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM DISTRIBUIDOR
DE CALCÁRIO POR GRAVIDADE**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Universidade Federal da Paraíba - UFPB -
Campus II, como parte dos requisitos
exigidos para a obtenção do Título de
Mestre em Engenharia Mecânica.

ORIENTADOR: PROF. DR. NATANAEL VICTOR DE OLIVEIRA

CO-ORIENTADOR: PROF. M.Sc. RAIMUNDO PINHEIRO NETO

Campina Grande-PB.

Fevereiro - 1995



C112o	<p>Caballero, Felipe César Campos. Otimização e avaliação de um distribuidor de calcário por gravidade / Felipe César Campos Caballero. - Campina Grande, 1995. 90 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1995. "Orientação : Prof. Dr. Natanael Victor de Oliveira, Prof. M.Sc. Raimundo Pinheiro Neto". Referências.</p> <p>1. Distribuidor por Gravidade. 2. Máquina Otimizada. 3. Calcário. 4. Dissertação - Engenharia Mecânica. I. Oliveira, Natanael Victor de. II. Pinheiro Neto, Raimundo. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV. Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 621.086.3(043)</p>
-------	--

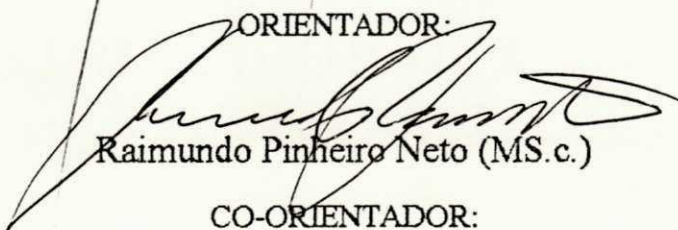
**OTIMIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM DISTRIBUIDOR
DE CALCÁRIO PARA APLICAÇÃO NO SOLO**

Felipe César Campos Caballero

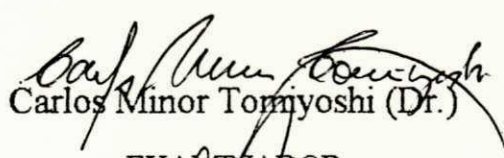
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 24 DE FEVEREIRO DE 1995


Natanael Victor De Oliveira (Dr.)


ORIENTADOR:


Raimundo Pinheiro Neto (MS.c.)

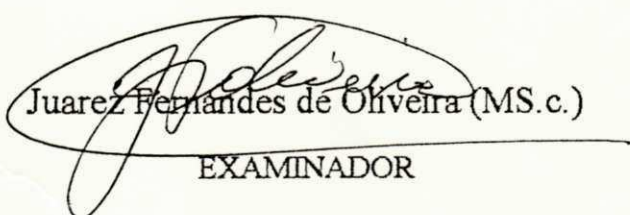
CO-ORIENTADOR:


Carlos Minor Tomiyoshi (Dr.)

EXAMINADOR


Marcos Antônio Firmino Batista (MS.c.)

EXAMINADOR


Juarez Fernandes de Oliveira (MS.c.)

EXAMINADOR

Campina Grande-Pb.

1995

**OTIMIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM
DISTRIBUIDOR DE CALCÁRIO
POR GRAVIDADE**

DEDICATÓRIA

A meus pais Felipe Emílio (in memória) e Egídia, à minha esposa Eunice, aos meus filhos Rodrigo César, Tiago Felipe e a meus irmãos e sobrinhos.

AGRADECIMENTOS

Aos orientadores Professores **Dr. Natanael Victor de Oliveira** (UFPB) e **M.Sc. Raimundo Pinheiro Neto** (UEM) pela dedicação e maestria dos ensinamentos ministrados quando da elaboração deste trabalho.

A **Universidade Federal da Paraíba - Campus II**, através do **Departamento de Engenharia Mecânica** na pessoa dos Professores **Dr. Natanael Victor de Oliveira** e **Dr. Marcos Antonio dos Santos**, respectivamente Coordenador e Vice-Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, pelo espírito de cooperação e solicitude.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pela concessão da bolsa de estudo na nossa discência no Mestrado de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba - Campus II.

Ao Professor Titular, **Dr. Hans Raj Gheyi** do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba - Campus II, pela colaboração e importantes sugestões ao trabalho.

Ao Professor **M.Sc. Jorgerson Pinto Gomes Pereira** do Departamento de Engenharia Agrícola pelo apoio e dedicação durante a realização deste trabalho.

Aos Professores **Neilor César Santos** e **Cesarino da Nóbrega Neto** da Escola Técnica Federal de João Pessoa-PB, pela ajuda e incentivo a realização deste curso.

Ao Professor **Lívio José da Silva** do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba - Campus II pela ajuda nos desenhos do distribuidor otimizado.

Ao Professor **Lívio José da Silva** do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba - Campus II pela ajuda nos desenhos do distribuidor otimizado.

Ao Dr. Eng^o **Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva** (EMBRAPA-PB), pela colaboração na realização deste trabalho

Ao Eng^o **Agrícola Benedito Rego de Paiva** pelo estímulo e amizade.

Aos funcionários do **Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá - PR** pelo empréstimo de equipamentos.

A secretária do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica **Lúcia Marcia Quirino** pelas atenções durante a realização deste curso.

Aos colegas de mestrado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, **Jackeline Barbosa do Nascimento, Antonio Gilson Barbosa de Lima, Cláudio José Magalhães de Lima, Flávio de Sousa Pequeno, Naécio Gomes de Carvalho, Rafael Antonio Rosa Romero, William Fernandes de Queiroz e Valdemir Mariano** pelo companheirismo, colaboração e incentivo durante a realização deste curso.

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

RESUMO

Apresenta-se neste trabalho de pesquisa um projeto para a otimização de um distribuidor para aplicação de calcário em solos agricultáveis.

Utilizando-se inicialmente como modelo físico um distribuidor de calcário tipo IMASA com capacidade nominal de 3000Kg, foram estudados e analisados os seus mecanismos dosadores, considerando-se como parâmetros de análise a uniformidade de distribuição na faixa de deposição.

Foram processadas modificações no distribuidor tipo IMASA, convencionando-se chamar este novo equipamento como máquina e/ou distribuidor otimizado. Um distribuidor de calcário do tipo convencional foi utilizado como referencial de análise dos dados para comparação da eficiência da máquina otimizada. Deste modo adotaram-se como elementos de teste das duas máquinas doze parcelas de 3m x 50m para cada máquina, e carregamentos de 750, 1500, e 3000 Kg de calcário, respectivamente. Em seguida as quantidades de calcário distribuídas foram coletadas em recipientes numerados e posteriormente pesadas para os dois tipos de máquina.

Adotou-se como base estatística para o estudo dos dados um modelo matemático baseado na análise de variância fatorial, onde consideraram-se como parâmetros principais: as máquinas como sendo o primeiro fator, e os níveis de carregamentos utilizados como sendo o segundo fator.

Os testes de campo foram realizados na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá - UEM, Paraná.

Como conclusão principal verificou-se que o distribuidor de calcário projetado e otimizado neste trabalho de pesquisa apresentou melhor distribuição na uniformidade de aplicação e na quantidade requerida para as faixas de carregamentos pesquisadas em comparação com o distribuidor de calcário convencional.

ABSTRACT

The present research deals with a design for optimizing an equipment for distribution of grinded limestone at crop land.

A physical model of one limestone distribution equipment manufactured by IMASA, with a rated capacity of 3000Kg, has been used for studying and analysing its distributor mechanisms, considering as analysis parameters the uniformity of distribution at the strip of deposition of limestone.

Modifications have been introduced into the distribution mechanism of the IMASA limestone distribution equipment (the modified equipment has been then called optimized machine or optimized distributor). A conventional limestone distribution equipment has been used as a source of standard data for analysing and comparing the efficiency of the optimized machine. In order to test both the conventional and the optimized machines, field experimentations have been performed at twelve strips of land (3 by 50 meters) for each machine, loaded with 750, 1500 and 3000Kg of limestone, respectively. The quantities of limestone distributed by both machines have been collected into numbered containers and weighed afterwards.

A mathematical model based on the factorial variance analysis has been adopted as the statistical basis for treating the current research data, which major parameters are the following: the machines, considered as the first factor, and the load levels considered as the second factor.

The field tests have been conducted at the Iguatemi experimental farm, which belongs to Universidade Estadual de Maringá - UEM, Paraná.

It has been observed that the limestone distribution equipment designed and optimized in the present research work exhibited a better uniformity of distribution and quantities closer to the specification, as compared with the conventional equipment, for the load levels investigated here.

SIMBOLOGIA UTILIZADA

log	-	Logaritmo
H	-	Hidrogênio
pH	-	Índice de acidez
Ca	-	Cálcio
C	-	Carbono
O	-	Oxigênio
Mg	-	Magnésio
PRNT	-	Poder relativo de neutralização total
m	-	Metro
Kg	-	Quilograma
ha	-	Hectare
mm	-	Milímetro
r.p.m.	-	Rotação por minuto
m/s	-	Metro por segundo
Km/h	-	Quilômetro por hora
CV	-	Cavalo vapor
α_i	-	Efeito do i-ésimo nível do primeiro fator

β_j	-	Efeito do j-ésimo nível do segundo fator
$(\alpha\beta)_{ij}$	-	Efeito de interação entre o i-ésimo nível do primeiro fator e o j-ésimo nível do segundo fator
μ	-	Média geral
σ^2	-	Variância
N	-	Normal
e_{ijk}	-	Erro casual associado a Y_{ijk}
H_{01}	-	Hipótese 1
H_{02}	-	Hipótese 2
H_{03}	-	Hipótese 3
FATOR 1	-	Tipos de máquina
FATOR 2	-	Nível de carregamento
GL	-	Graus de liberdade
QMR	-	Quadrado médio residual
η	-	Número de observações
D.M.S.	-	Diferença mínima significativa
q	-	Valor da amplitude estudantizada

LISTA DE TABELAS

TABELA 5.1	Médias amostrais observadas para tratamento no estudo da quantidade de calcário distribuída (Kg).....	5-2
TABELA 5.2	Análise de variância do experimento fatorial realizado para o estudo da quantidade de calcário distribuída.....	5-3
TABELA 5.3	Comparações múltiplas no estudo da quantidade média de calcário distribuída pelos implementos (convencional e otimizado) segundo o método de Tukey.....	5-5
TABELA 5.4	Comparações múltiplas no estudo da quantidade média de calcário distribuída nos níveis de carregamento segundo o método de Tukey.....	5-6
TABELA 5.5	Médias e desvio padrão dos tratamentos.....	5-7
TABELA 5.6	Resultados das análises de variância.....	5-8

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1	Distribuidor de calcário por gravidade	3-3
FIGURA 3.2	Detalhes do distribuidor por gravidade	3-4
FIGURA 3.3	Distribuidor a lança tipo pendular.....	3-7
FIGURA 3.4	Distribuidor a lança com disco rotativo.....	3-10
FIGURA 3.5	Diagrama de distribuição de uma distribuidora centrífuga.....	5-7
FIGURA 3.6	Distribuidor de grande superfície	3-14
FIGURA 4.1	Distribuidor de calcário convencional.....	4-6
FIGURA 4.2	Distribuidor de calcário otimizado	4-6
FIGURA 5.1	Médias amostrais observadas em cada casela para os dois tipos de máquinas e respectivos níveis de carregamento.....	5-2
FIGURA 5.2	Quantidade média de calcário distribuída por tipos de máquina e respectivos níveis de carregamento.....	5-4
FIGURA 5.3	Quantidade média distribuída por orifícios para as máquinas otimizada e convencional ao nível de carregamento de 750 Kg.....	5-9
FIGURA 5.4	Quantidade média distribuída por orifícios para as máquinas otimizada e convencional ao nível de carregamento de 1500 Kg.....	5-10
FIGURA 5.5	Quantidade média distribuída por orifícios para as máquinas otimizada e convencional ao nível de carregamento de 3000 Kg.....	5-11

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1-1
Introdução	1-1
CAPÍTULO 2	2-1
Revisão bibliográfica	2-1
2.1 - Introdução	2-1
2.2 - Considerações sobre acidez do solo	2-1
2.2.1 - Conceito	2-1
2.2.2 - Causas da acidez	2-2
2.2.3 - Conseqüências no solo	2-3
2.2.3.1 - Processos biológicos	2-4
2.2.3.2 - Processos físicos	2-4
2.2.3.3 - Processos químicos	2-4
2.2.4 - Conseqüências nas culturas	2-5
2.3 - Correção da acidez	2-6
2.3.1 - Conceito	2-6
2.3.2 - Corretivos	2-6
2.3.2.1 - Calcário	2-7
2.3.2.2 - Cal virgem (CaO)	2-8
2.3.2.3 - Cal hidratada [Ca(OH) ₂]	2-8
2.3.2.4 - Escórias de siderurgia	2-8
2.3.2.5 - Margas	2-9
2.3.2.6 - Cascas de ostras trituradas	2-9
2.4 - Conclusão	2-10

CAPÍTULO 3	3-1
Tipos de distribuidores de calcário	3-1
3.1 - Introdução	3-1
3.2 - Principais tipos de distribuidores de calcário	3-1
3.2.1 - Distribuidor por gravidade	3-2
3.2.2 - Distribuidor a lança	3-5
3.2.2.1 - Distribuidor a lança pendular	3-6
3.2.2.2 - Distribuidor a lança com disco rotativo	3-9
3.3 - Outros tipos de distribuidores de calcário	3-13
3.3.1 - Caminhões	3-13
3.3.2 - Aviões	3-16
3.3.3 - Conclusão	3-17
 CAPÍTULO 4	 4-1
Materiais e métodos	4-1
4.1 - Introdução	4-1
4.2 - Dimensionamento e montagem do protótipo otimizado	4-1
4.3 - Fonte de potência	4-4
4.4 - Ensaio de campo	4-5
4.5 - Delineamento experimental	4-7
4.6 - Modelo matemático	4-8
4.7 - Conclusão	4-9
 CAPÍTULO 5	 5-1
Resultados e discussão	5-1
5.1 - Introdução	5-1
5.2 - Análise estatística	5-1
5.3 - Conclusão	5-12

CAPÍTULO 6	6-1
Conclusões gerais e recomendações para trabalhos futuros	6-1
6.1 - Conclusões gerais	6-1
6.2 - Recomendações para trabalhos futuros	6-2
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	R-1

APÊNDICES

APÊNDICE A- Figuras e detalhes do distribuidor de calcário otimizado

FIGURA A-1	Vista frontal do protótipo.....	A-1
FIGURA A-2	Vista superior interna do protótipo	A-2
FIGURA A-3	Vista superior do protótipo	A-3
FIGURA A-4	Abertura e descarga do calcário e rosca tipo caracol.....	A-4
FIGURA A-5	Mecanismo de regulagens.....	A-5
FIGURA A-6	Depósito de calcário.....	A-6
FIGURA A-7	Calha e agitadores.....	A-7
FIGURA A-8	Corte lateral do protótipo	A-8

APÊNDICE B- Análise de solo necessária para determinação da quantidade de calcário a ser distribuída (Kg)..... B-1

APÊNDICE C- Tabelas da quantidade de calcário distribuída em Kg por orifícios pelos distribuidores (otimizado e convencional) com seus respectivos níveis de carregamento.

TABELA 1 -	Quantidade de calcário distribuída em Kg por orifícios nas parcelas pelo distribuidor otimizado com volume no reservatório de 750 Kg.	C-1
TABELA 2 -	Quantidade de calcário distribuída em Kg por orifícios nas parcelas pelo distribuidor otimizado com volume no reservatório de 1500 Kg.	C-2
TABELA 3 -	Quantidade de calcário distribuída em Kg por orifícios nas parcelas pelo distribuidor otimizado com volume no reservatório de 3000 Kg.	C-3
TABELA 4 -	Quantidade de calcário distribuída em Kg por orifícios nas parcelas pelo distribuidor convencional com volume no reservatório de 750 Kg.	C-4
TABELA 5 -	Quantidade de calcário distribuída em Kg por orifícios nas parcelas pelo distribuidor convencional com volume no reservatório de 1500 Kg.	C-5
TABELA 6 -	Quantidade de calcário distribuída em Kg por orifícios nas parcelas pelo distribuidor convencional com volume no reservatório de 3000 Kg.	C-6

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A prática da calagem é incluída necessariamente em todos os programas agrícolas que visem o aumento da produção de alimentos, pois a maioria dos solos brasileiros são ácidos, limitando o rendimento das principais culturas consumidas pelo homem (MOHR, 1960 & SOUSA, 1970).

Vários estudos (MELLO, 1985, LEPREVOST, 1986 & MALAVOLTA, 1986), visando determinar as causas dessas deficiências na utilização de calcário mostraram que entre eles as medidas a serem tomadas para o fomento de sua aplicação inclui-se a utilização de máquinas distribuidoras.

Os distribuidores centrífugos são muito utilizados na calagem, porém apresentam problemas de distribuição desuniforme, segregação de partículas, sofrem a ação do vento na distribuição e possuem baixa capacidade operacional pela limitada largura de trabalho que apresentam (SILVEIRA 1989).

Os distribuidores transversais por gravidade realizam uma distribuição com boa uniformidade e não segregam as partículas do calcário, mas possuem baixa autonomia e também baixa capacidade operacional, sendo seu uso restrito em propriedades de grandes áreas com potencial de exploração agrícola.

Devido aos problemas apresentados pelos distribuidores de calcário seco existentes no mercado e a contínua necessidade do uso deste corretivo para a correção da acidez dos solos brasileiros, máquinas mais eficientes, com melhor uniformidade de distribuição, baixo custo e capacidade operacional precisam ser desenvolvidas.

O objetivo deste trabalho foi construir e testar um distribuidor de calcário por gravidade, a nível de campo, introduzindo-se no interior do reservatório chapas defletoras e agitadores, visando melhorar a eficiência de distribuição do corretivo.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Introdução

Neste capítulo são apresentadas as principais causas sobre a origem da acidez, consequência negativa proporcionadas ao solo e as culturas, bem como os principais tipos de corretivos utilizados.

2.2 - Considerações sobre acidez do solo

2.2.1 - Conceito

A acidez do solo, medida através do índice pH, é uma condição em que predominam os íons hidrogênio e alumínio na solução do solo. O índice pH foi introduzido em 1903 por Sorensen no curso de seus estudos de líquidos fisiológicos (MOHR, 1960, RAJ et al., 1987). Em 1915, o conceito de pH foi introduzido na ciência do solo e, desde então, tem sido internacionalmente utilizado em todos os laboratórios de análise de solos (RAJ et al., 1987). O índice de pH representa a concentração de íons hidrogênio, e é definido por $pH = -\log (H^+) = \log 1/(H^+)$, sendo que sua escala varia de 0 a 14 (VOLKWEISS & LUDWICK, 1976, RAJ, 1981, RAJ & QUAGGIO, 1984, MALAVOLTA, 1986, RAJ et al., 1987).

Solos cujo pH esteja abaixo de 7,0 são considerados ácidos (SOUZA, 1970, COELHO & VERLENGIA, 1973, VOLKWEISS & LUDWICK, 1976, OLIVEIRA, 1982, KINJO, 1983, RAJ et al., 1987, LOPES & GUIDOLIN, 1989).

Em solos, os valores de pH encontrados geralmente estão na faixa de 3 a 10 (RAIJ, 1981, RAIJ & QUAGGIO, 1984), sendo que os solos brasileiros variam de pH 4 até 7,5 (RAIJ, 1981, RAIJ & QUAGGIO, 1984).

Segundo KINJO (1983), a natureza química da acidez do solo era melhor explicada pelo conceito de ácido-base de Bronsted e Lowry pelo qual "um ácido é uma espécie capaz de liberar um próton, e uma base é uma espécie capaz de receber um próton".

LOPES (1989), fez uso do conceito de ácido para definir a acidez do solo: "um ácido é uma substância que libera ions hidrogênio". Quando saturado com hidrogênio um solo se comporta como um ácido fraco. Quanto mais ions hidrogênio forem retidos no complexo de troca maior será a acidez do solo. O alumínio também age como um elemento acidificante e ativa o hidrogênio

2.2.2 - Causas da acidez

Para MOHR (1960), SOUZA (1970), COELHO & VERLENGIA (1973), ALVES & TAVARES (1976), RAIJ (1981), MALAVOLTA (1985, 1986), MELLO (1985), RAIJ & QUAGGIO (1984), LEPREVOST (1986), LOPES (1989), as principais causas da acidez dos solos são:

Precipitação pluviométrica: a intensa pluviosidade nas regiões de clima úmido causa lixiviação dos sais solúveis, especialmente cálcio, magnésio e potássio, removendo-os do perfil do solo. Além disso, deve-se considerar a dissociação do dióxido de carbono dissolvido na água da chuva (COELHO & VERLENGIA, 1973, RAIJ, 1981, RAIJ & QUAGGIO, 1984, MELLO, 1985) como maneira de fornecer ânions sem cátions básicos para o solo.

Extração de bases pelas culturas: as plantas retiram do solo os nutrientes básicos de que necessitam para seu desenvolvimento e produção; quando a raiz absorve um cátion, libera hidrogênio para o solo.

Erosão: removendo a camada superficial do solo que possui maior teor de bases, a erosão favorece a acidificação, especialmente em terrenos com elevada declividade.

Adubações nitrogenadas: fertilizantes amoniacais tais como sulfato de amônio, nitrato de amônio e uréia, ao se dissociarem no solo, liberam íons hidrogênio.

Matéria orgânica: MELLO (1985) considerou que o enxofre da matéria orgânica causa acidez, formando ácido sulfúrico a partir do enxofre orgânico, e pela dissociação de íons hidrogênio de grupos carboxílicos e fenólicos.

Monômeros e polímeros de alumínio: para MELLO (1985), o alumínio trocável aparece no solo de duas maneiras:

- Pela dissociação de hidróxido de alumínio
- Pela dissociação de minerais de argila com formação de monômeros e polímeros de alumínio.

Natureza da Vegetação: LOPES (1989) verificou que os solos formados sob vegetação de floresta tendiam a ser mais ácidos que os desenvolvidos sob vegetação de gramíneas, sendo que as coníferas causam mais acidez que as decíduas.

2.2.3 - Conseqüências no solo

A acidez produz efeitos sobre os processos biológicos, físicos e químicos do solo (MOHR, 1960, AMARAL et al., 1965, RUSSEL & RUSSEL, s.d., SOUZA, 1970, MALAVOLTA, 1985, LOPES, 1989).

2.2.3.1 - Processos biológicos

A acidez do solo dificulta o desenvolvimento de bactérias no solo favorecendo os fungos. Isto dificulta a transformação dos resíduos orgânicos em húmus, aumentando a retenção de nitrogênio. As minhocas também são prejudicadas pela acidez elevada (MOHR, 1960). Segundo ALVES & TAVARES (1976), bactérias do gênero *Rhizobium* têm o desenvolvimento ótimo entre pH 5,5 e 7,0 e são afetadas por condições de acidez elevada (pH < 5) mais do que a planta hospedeira. *Azotobacter*, muito sensível à acidez, não se desenvolve usualmente a pH < 6, sendo a faixa ótima para esse organismo entre pH 7 a 8; também a decomposição da celulose que tem seu máximo de atividade em pH 7,3 é prejudicada.

LOPES (1989) considerou o pH ótimo para a bactéria simbiótica da soja em torno de 6,0 - 6,2 e da alfafa em 6,8 - 7,0.

2.2.3.2 - Processos físicos

A acidez causa perda da estrutura do solo, a peptização de seus colóides e conseqüente adensamento e interrupção da circulação de ar e água. Isto é causado pela falta de elementos floculantes, como o cálcio, e assim apresentando pouca resistência à erosão (MOHR, 1960, LOPES, 1989).

2.2.3.3 - Processos químicos

O solo ácido apresenta elevados teores de alumínio, e até ferro e manganês solúveis, em condições de acidez severa (pH < 5,5) com baixos teores de cálcio e magnésio. A disponibilidade de fósforo fica prejudicada com a fixação deste elemento em fosfatos insolúveis de ferro e alumínio. Reduz-se a disponibilidade de nitrogênio e enxofre bem como de boro e molibdênio.

2.2.4 - Conseqüências nas culturas

O trigo cultivado no Rio Grande do Sul, em solo com pH 4,5 e alumínio 4,5 meq/100g, apresentou má germinação e atraso no crescimento, alcançando uma altura de no máximo 8 a 10 cm, murchando e secando como se "crestado" por uma chama (MOHR, 1960). RUSSELL & RUSSELL (s/d) afirmaram que beterraba sacarina e as batatas têm elevada exigência de cálcio; contudo a beterraba sacarina é relativamente tolerante ao excesso de manganês e susceptível ao alumínio, ao passo que as batatas são susceptíveis ao manganês mas tolerantes ao alumínio. Plantas do gênero *Brassica* comportam-se como a batata, a cevada como a beterraba sacarina, exceto pelo fato que ambas têm menores exigências de cálcio. Na Inglaterra, alfafa, cevada, beterraba forrageira e sacarina são adequadas para solos neutros ou pouco ácidos, o trigo e o trevo roxo para solos pouco mais ácidos, e o trevo branco e gramíneas pratenses, aveia e centeio, em solos mais ácidos. Além disso, as variações da reação do solo favorecem o ataque de doenças como o *Plasmodiophora brassicae* (hérnia das crucíferas) que tolera a acidez do solo melhor do que a planta hospedeira. *Actinomyces chromogenus* (sarna da batateira) é menos tolerante à acidez do que a planta hospedeira.

O efeito tóxico do alumínio sobre cevada e centeio já era conhecido desde 1919, e trabalhos posteriores têm sugerido que a diferença das espécies depende da sua capacidade em absorver o cálcio (ALVES & TAVARES, 1976). Também o ferro reduzido pode exercer efeito tóxico sobre o arroz com o bronzeamento nas folhas e lesões nas raízes (BARBOSA FILHO et al., apud MALAVOLTA, 1985); alface é sensível ao alumínio, enquanto o chá e cana-de-açúcar são tolerantes (COELHO & VERLENGIA, 1973).

2.3 - Correção da acidez

2.3.1 - Conceito

Para SOUZA (1970), a calagem é uma prática agrícola bem difundida em regiões de agricultura racional e que consiste em incorporar ao solo material próprio para corrigir sua acidez. O conceito da necessidade de cal, proposto por MAC-INTIRE apud ALVES & TAVARES (1976) é a capacidade máxima de decomposição de calcário no laboratório. Para BRADFIELD & ALLISON apud ALVES & TAVARES (1976), a correção é o solo saturado de bases. RAIJ (1981) considerou a necessidade de calagem como a quantidade de corretivo de acidez necessária para neutralizar a acidez do solo de uma condição inicial até uma condição desejada. RAIJ & QUAGGIO (1984) consideraram como prática de correção de acidez, a neutralização desta com o uso de calcário e outros produtos. A FERTIZA (s/d) mencionou calagem como o termo empregado na agricultura para designar a aplicação, ao solo, de qualquer material contendo cálcio e magnésio, capaz de reduzir a acidez. Entretanto a Portaria 01 de 04/03/1983, da Secretaria de Fiscalização Agropecuária do Ministério da Agricultura, citada por MALAVOLTA (1986) considerou que corretivo é "o produto que contém substâncias capazes de corrigir uma ou mais características do solo, desfavoráveis às plantas..."; "corretivo de acidez ou alcalinidade é o produto que promova a modificação da acidez ou alcalinidade do solo sem trazer nenhuma característica prejudicial".

2.3.2 - Corretivos

Para NEPTUNE (1978), corretivo é "todo material que, adicionado ao solo, demonstra-se capaz de remover todos os agentes e as condições nocivas ao bom desenvolvimento da cultura, e para que os adubos a serem aplicados encontrem excelentes condições no fornecimento dos nutrientes à cultura".

Os produtos mais frequentemente empregados como corretivos são: calcários, cal virgem, cal apagada, cascas de ostras trituradas, escórias de siderúrgicas e margas (MOHR, 1960, GUIMARÃES, 1960, SOUZA, 1970, COELHO & VERLENGIA, 1973, VOLKWEISS & LUDWICK, 1976, OLIVEIRA, 1982, ALCARDE, 1983, VOLKWEISS & TEDESCO, 1984, MALAVOLTA, 1985, QUAGGIO, 1985, LEPREVOST, 1986, LOPES, 1989). A FERTIZA (s/d) incluiu, ainda, sambaquis como possíveis corretivos de acidez.

2.3.2.1 - Calcário

Trata-se do corretivo mais utilizado na agricultura. É obtido através da moagem de pedra calcária (calcita, CaCO_3 e dolomita, $\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$), e poderá ter maior ou menor teor de magnésio (MOHR, 1960, SOUZA, 1970, COELHO & VERLENGIA, 1973, OLIVEIRA, 1982, ALCARDE, 1983, QUAGGIO, 1985). Sua classificação é dada segundo o teor de óxido de cálcio e magnésio. Assim o calcário é chamado calcítico quando apresentar 40-45% de óxido de cálcio e 1-5% de magnésio; dolomítico quando apresentar 20-30% de óxido de cálcio e 15-20% de magnésio; e magnésiano, quando apresentar 6-12% de óxido de magnésio (SOUZA, 1970, COELHO & VERLENGIA, 1973, OLIVEIRA, 1982, ALCARDE, 1983, MALAVOLTA, 1986).

Um índice que deve ser levado em consideração quando se escolhe um calcário é o seu PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total). Este valor considera a composição química e a granulometria do calcário. A composição química leva em conta os teores de óxido de cálcio e óxido de magnésio.

A granulometria de um calcário depende do grau de moagem. Quanto mais fino o material mais rápido será o seu efeito no solo.

2.3.2.2 - Cal virgem (CaO)

Também chamada de cal viva, é um pó fino, moído, obtido da pedra calcária por aquecimento a altas temperaturas. É muito solúvel em água, e tem um efeito no solo mais rápido que o calcário. Contudo, é pouco utilizada por ser cáustica e de manuseio desagradável, causando corrosões em máquinas (COELHO & VERLENGIA, 1973; LOPES, 1989; SOUZA, 1970).

A cal virgem comercial apresenta-se constituído por 95% de óxido de cálcio e magnésio sendo o mais eficiente corretivo de acidez do solo do ponto de vista químico (COELHO & VERLENGIA, 1973).

2.3.2.3 - Cal hidratada [Ca (OH)₂]

Também denominada hidróxido de cálcio e cal extinta ou apagada, é obtida pela hidratação da cal virgem (COELHO & VERLENGIA, 1973).

Apresenta características e propriedades semelhantes às do óxido de cálcio e, como ele, outros usos comerciais. Seu preço é muito elevado para uso como corretivo agrícola. A neutralização da acidez ocorre rapidamente quando a cal hidratada é adicionada ao solo (LOPES, 1989).

2.3.2.4 - Escórias de siderurgias

A escória de alto-forno é um produto não metálico, composto essencialmente de silicatos e elumosilicatos de cálcio e outras bases que são desenvolvidos simultaneamente com o ferro no alto-forno. A escória cumpre três objetivos quando usada como corretivo no solo (GUIMARÃES, 1960) :

- Reduz a acidez do solo
- Melhora suas condições físicas
- Fornece nutrientes

2.3.2.5 - Margas

De acordo com LOPES (1989), são depósitos moles, não consolidados de carbonato de cálcio, que ocorrem em vários estados do leste dos EUA. Sua espessura pode atingir até 10 metros e são explorados através de sistemas de dragas ou pás mecânicas e são quase sempre pobres em magnésio, seu poder de neutralização está inversamente relacionado com a quantidade de argila presente.

2.3.2.6 - Cascas de ostras trituradas

SOUZA (1970) afirmou que as cascas de ostras trituradas apresentam elevado teor de carbonato de cálcio (em torno de 80%) e prestam-se bem à correção da acidez de solos.

2.4 - Conclusão

Baseado nas referências bibliográficas citadas a aplicação da calagem propicia principalmente os seguintes benefícios no solo:

- Melhoria das qualidades físicas, principalmente na sua estrutura, proporcionando maior resistência à erosão e maior circulação do ar e água
- Eliminação dos íons de alumínio, evitando a fixação de fósforo, na forma insolúvel, garantindo maior eficiência nas adubações
- Substituição dos íons de hidrogênio por cálcio para garantir melhor efeito da adubação potássica
- Aumento da atividade microbiana do solo
- Aumento na produtividade das culturas
- Aumento na capacidade de troca de cátions

CAPÍTULO 3

TIPOS DE DISTRIBUIDORES DE CALCÁRIO

3.1 - Introdução

Neste capítulo serão abordados aspectos concernentes às características de distribuidores de calcário, funcionamento, eficiência de distribuição, capacidade operacional e formas de trabalho, a fim de servir de suporte teórico para a otimização do implemento desenvolvido.

3.2 - Principais tipos de distribuidores de calcário

Os calcários têm grande utilidade na agricultura por que fornecem às plantas condições para seu desenvolvimento. Os distribuidores são empregados de modo a espalharem com uniformidade os corretivos da acidez do solo.

Segundo SILVEIRA (1989), as características básicas que o distribuidor de corretivos deve ter são as seguintes:

- Construção simples
- Baixo custo
- Fácil manutenção
- Alta capacidade operacional
- Robustez
- Boa assistência técnica
- Baixa relação entre peso do equipamento e largura da faixa de trabalho.

Entretanto HARRIS et alli (1977), HAWKER & KEENLSIDE (1985) & HUNT (1991), estabelecem ainda que um distribuidor deverá ter as seguintes características básicas:

- Facilidade de limpeza
- Dispor de uma ampla variedade nas quantidades de aplicação
- Agitação mecânica desejável
- Resistente a corrosão.

De acordo com SILVEIRA (1989), o princípio de funcionamento dos distribuidores podem ser enquadrados em duas grandes categorias:

- Distribuidores por gravidade em que o produto a ser aplicado cai por gravidade no solo
- Distribuidores a lança onde o produto é jogado a lança na superfície do solo.

3.2.1 - Distribuidor por gravidade

O corretivo é distribuído em queda livre no solo formando "filetes contínuos" na superfície ao ser liberado pelo dosador gravitacional. O tipo de distribuidor mais comum é aquele em que a largura da faixa de deposição coincide com a largura do reservatório que apresenta formato trapezoidal com uma série de aberturas na parte inferior, formando diversos filetes paralelos, cujo número depende da capacidade da máquina, conforme pode ser observado na (FIG. 3.1).

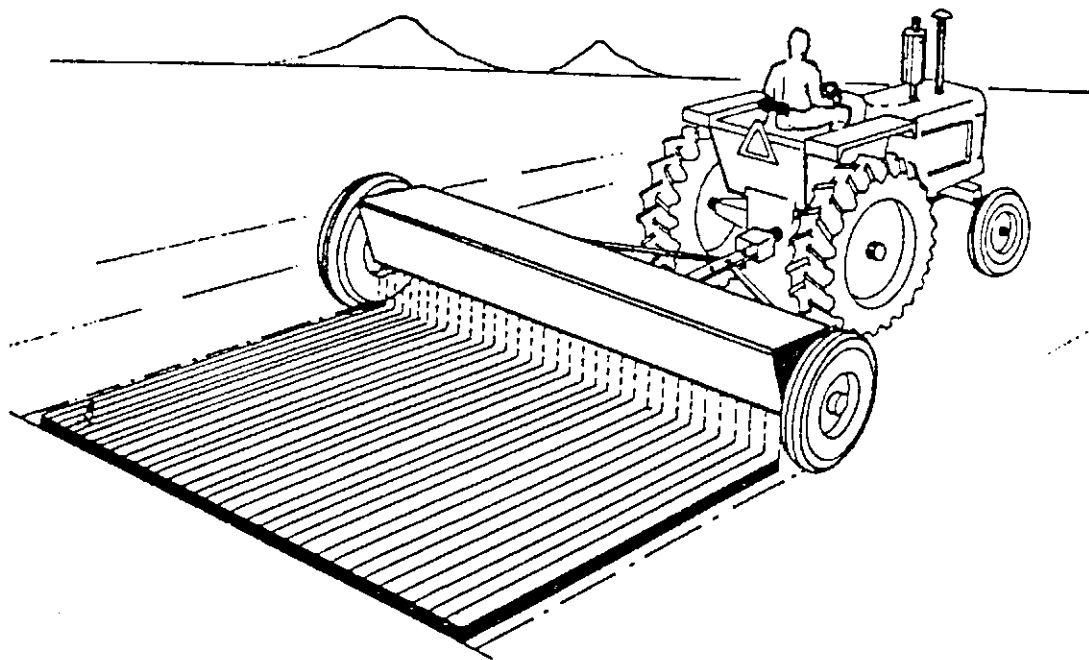


FIGURA 3.1 - Distribuidor de calcário por gravidade

FONTE: Manuales para Educación Agropecuária, 3ª ed., 1985.

O implemento é de arrasto, sendo que as rodas transportadoras movimentam também o mecanismo distribuidor (caracol), situado no fundo do reservatório. Esse mecanismo tem a função de impelir o calcário pelas aberturas sendo soldadas em sua superfície várias aletas que podem ser circulares ou retangulares com disposição helicoidal, conforme pode ser observada na (FIG. 3.2).

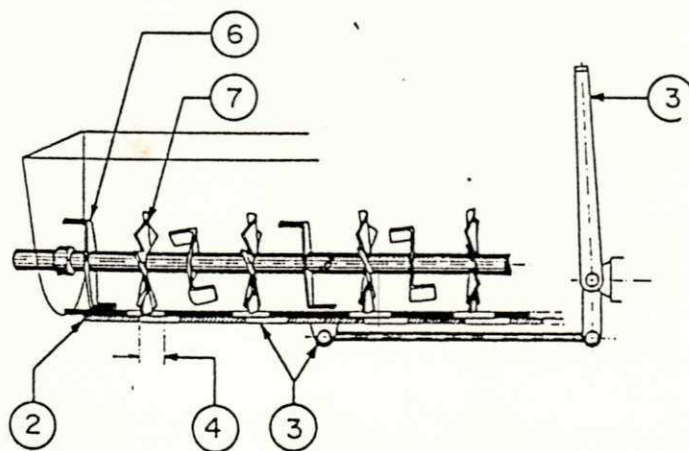
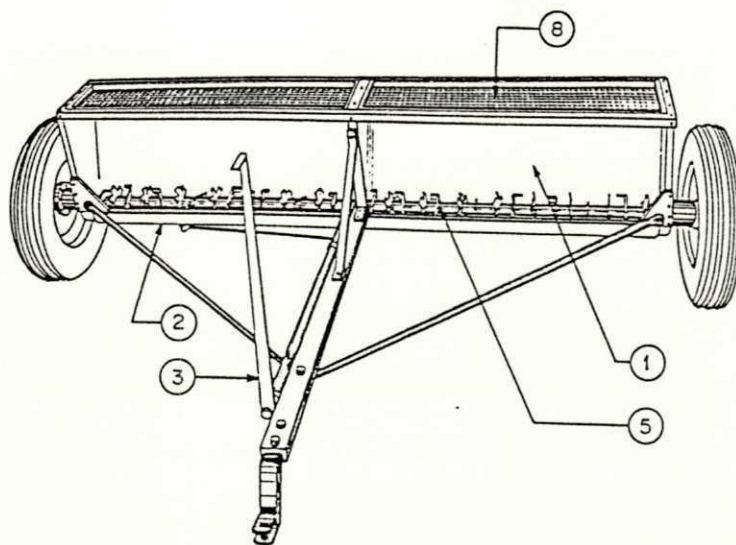


FIGURA 3.2 - Detalhes do distribuidor por gravidade.

NOTA: 1 - Reservatório, 2 - Base do reservatório, 3 - Alavanca para ajuste de dosificação, 4 - Abertura para saída do produto, 5 - Eixo do mecanismo de alimentação (caracol), 6 - Agitador do produto, 7 - Alimentador do produto, 8 - Malha granulométrica.

FONTE: Manuales para Educación Agropecuária, 3ª ed. 1985.

Segundo SILVEIRA (1989), a eficiência dos sistemas mecânicos de distribuição são praticamente equivalentes. A variação da quantidade a ser distribuída depende do diâmetro dos orifícios existentes na parte inferior do depósito. A regulação dessa abertura é manual e pode ser feita por um registro inferior tipo régua, através de uma alavanca com piques de regulação ou pela troca de engrenagens. Dependendo do tipo, o distribuidor poderá possuir 18, 24 ou mais saídas com furos de 30 mm.

O reservatório ou caçamba pode ser projetado com a parte traseira mais baixa para facilitar o abastecimento da máquina. Uma das vantagens desse distribuidor é que funcionando a pouca distância do solo reduz a dispersão do corretivo pelo vento, (SILVEIRA, 1989).

SILVEIRA (1989) também estabelece que a largura de trabalho deverá variar entre 2,2 a 3,5 metros; a capacidade do reservatório ser de 500 a 3500 Kg e o peso da máquina ter entre 250 a 720 Kg. O ideal segundo o mesmo autor é que o sistema de distribuição permita aplicar doses de 300 a 7000 Kg/ha.

DELGADO (1990) afirma que apesar deste tipo de implemento ter boa uniformidade de distribuição, apresenta baixa capacidade de trabalho, devido a reduzida largura da máquina, além da dificuldade de ser transportada entre as parcelas.

3.2.2 - Distribuidor a lança

É um equipamento que deixa uma faixa trabalhada muito mais larga do que a máquina em si. Consiste em um depósito com mecanismo de distribuição inercial formado por um tubo cônico montado sobre um mecanismo que lhe confere movimento pendular (distribuidor a lança tipo pendular) ou com mecanismo de distribuição centrífugo de disco (distribuidor a lança tipo disco rotativo). Pode ter duas rodas que acionam os mecanismos ou ser montado através da tomada de potência.

O trabalho tanto da máquina centrífuga como da pendular é afetado pelo vento, particularmente, pelos fortes e perpendiculares a direção de avanço. Em especial, a irregularidade na intensidade do vento faz com que a distribuição do corretivo seja desuniforme.

3.2.2.1 - Distribuidor a lança tipo pendular

A distribuidora a lança do tipo pendular, também denominadas de tubo oscilante, passou por uma grande evolução técnica nos últimos anos constituindo-se em máquina de alta precisão e confiabilidade funcional, principalmente por lançar tanto corretivos granulares como em pó.

Para seu funcionamento o movimento da rotação vindo da tomada de força do trator é transmitido à máquina por meio de um eixo cardã. O movimento é recebido por um volante que tem presa excêntrica à sua superfície uma junta que aciona um tubo com movimento de vaivém semelhante a um pêndulo de relógio. Na extremidade inferior do chassis, preso ao sistema de distribuição, existe um contrapeso retangular para balancear o funcionamento do tubo.

A variação da quantidade distribuída é feita por um disco de regulação com aberturas em forma de seta, localizado na parte inferior do depósito, cujo formato é cônico com fundo plano, conforme pode ser observado na (FIG. 3.3).

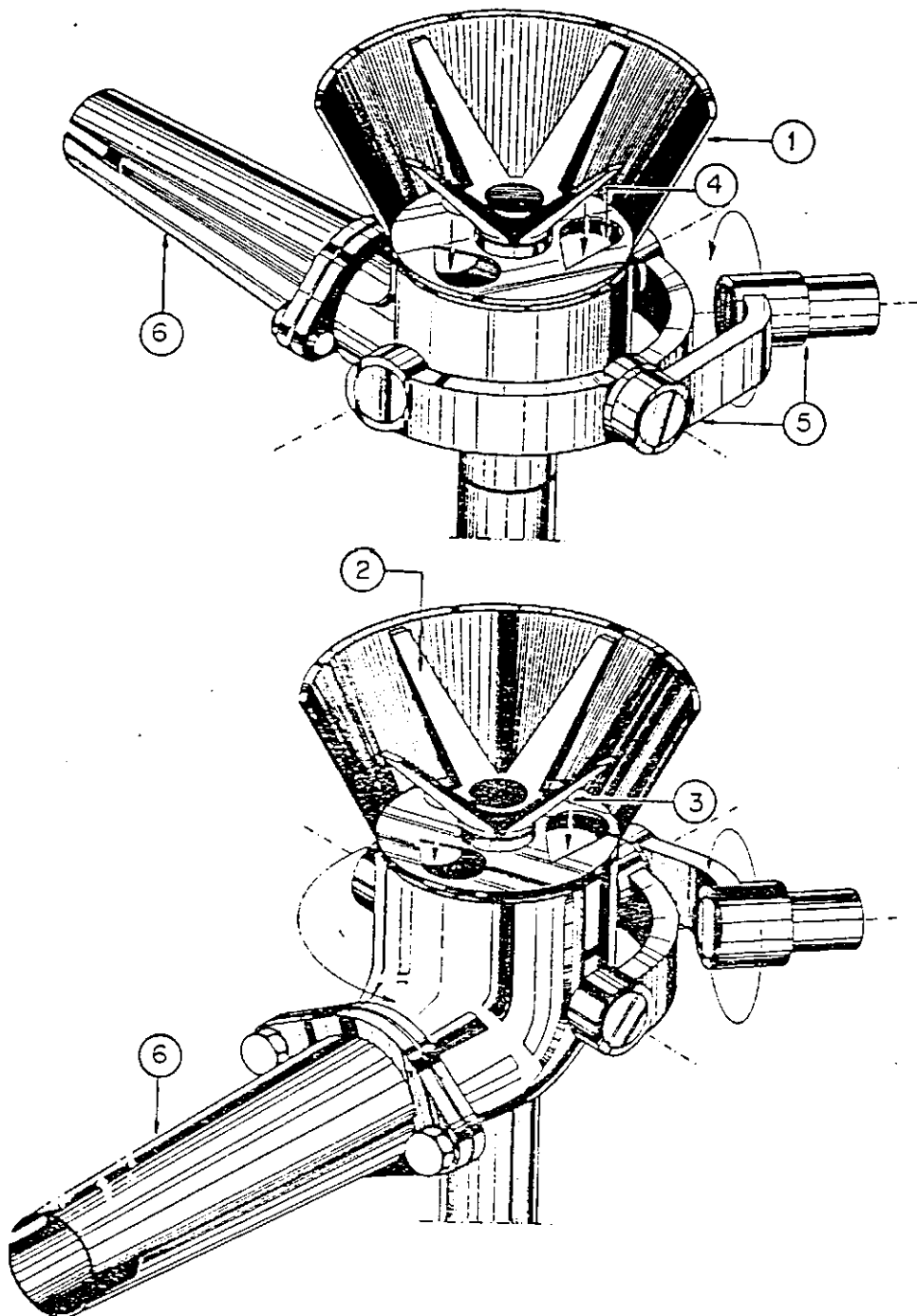


FIGURA 3.3 - Distribuidor a lança tipo pendular

NOTA: 1 - Reservatório, 2 - Agitador, 3 - Abertura de saída do produto para o tubo, 4 - Placas de ajuste das aberturas de dosificação, 5 - Sistema de comando, 6 - Tubo de distribuição

FONTE: Manuales para Educación Agropecuária 3ª ed. 1985.

O controle do disco de regulagem é obtido por meio de uma alavanca graduada de 0 a 90°. Quando esta se encontrar no zero, o disco de regulagem estará no ponto de fechamento. Acionada pelo tratorista, a alavanca controla a quantidade de corretivo aplicada e corta a distribuição nas cabeceiras. Passando pelo disco de regulagem o produto é dirigido através de um dispositivo cônico para a haste do pêndulo. No final, acima do disco de regulagem, existe um agitador tipo vaivém, que facilita a distribuição do produto. Na extremidade do tubo pendular nota-se um dispositivo de metal com formato de semicírculo ou concha que permite a distribuição do produto em toda a superfície do terreno. Se esse dispositivo for retirado a distribuição do produto será localizada.

Este equipamento tem um chassi tubular e caixa de acionamento em banho de óleo. O reservatório ou tanque é de fibra de vidro e o pêndulo pode ser de náilon com fibra de vidro ou de aço inoxidável. Certos tipos de máquinas têm dois agitadores: um para produto granulado e outro para produto em pó. A largura de trabalho vai até 14 metros, dependendo do produto, e a dosagem de 4 a 2500 Kg/ha, sendo que o pêndulo trabalha normalmente a 75 mm acima do solo. Também pode ser montado no assoalho de uma carreta com capacidade de 1500 ou 4000 Kg, o que aumenta sensivelmente o seu potencial de trabalho. O pêndulo é acionado por um eixo cardã que passa por baixo do assoalho da carreta. Esta pode trabalhar normalmente em serviços de transporte, desligando-se o eixo cardã e colocando-se a tampa no assoalho. A alimentação do mecanismo de distribuição é feita manualmente por uma pessoa que deve trabalhar em cima da carreta.

CULPIN (1984), BALASTREIRE (1987), DELAFOSSE (1989) & BLANCA (1990), atribuem que seu princípio de funcionamento baseia-se na ação de um tubo oscilante que ao receber uma quantidade de corretivo contida no reservatório lança-o no solo cobrindo uma área que poderá superar em alguns casos os 100° de amplitude. O

tubo oscilante é constituído de um movimento alternativo dotado de um sistema rotativo. A largura de cobertura é menor que as distribuidoras centrífugas convencionais, sendo esta limitação compensada pela maior uniformidade de distribuição e com aplicação indistinta para corretivos de diferentes granulometria.

Os mesmos autores consideram que um componente importantíssimo neste tipo de implemento é o reservatório que deverá ter os seguintes requisitos:

- Fácil carregamento
- Boa segurança na estrutura
- Fácil limpeza e manutenção
- Alta autonomia de trabalho
- Apresentar um formato interior que favoreça o deslizamento do produto, porém evitando-se sobre os pontos de dosificação altas concentrações de corretivo.

3.2.2.2 - Distribuidor a lança com disco rotativo

A distribuição a lança com disco rotativo é feita por meio de um ou dois discos com aletas radiais que alimentados pela parte central através da força centrífuga impulsionam o produto em forma de "leque aberto" sobre o solo, conforme pode ser observado na FIG. 3.4, sendo o tipo de máquina mais conhecida no Brasil (SILVEIRA 1989).

Em geral o disco é plano, funcionando de 540 a 700 r.p.m. No caso de dois discos, eles giram em direções opostas de maneira que a parte interna do par movimentem-se no sentido contrário ao deslocamento da máquina. O uso de discos duplos tende a diminuir a irregularidade na distribuição transversal. O diâmetro dos discos é cerca de 500 a 600 mm, com velocidade periférica de 14 a 22 m/s. A altura dos discos em relação ao solo não deve ser superior a 800 mm. Com corretivo granular a altura ideal varia de 610 a 750 mm (SILVEIRA 1989).

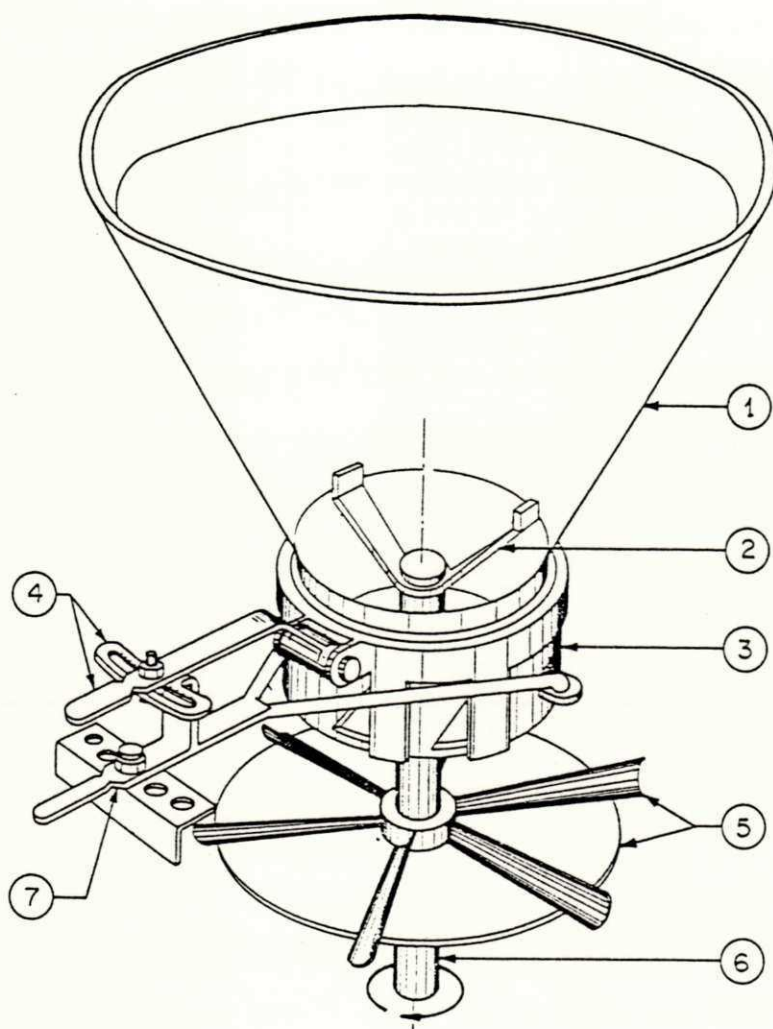


FIGURA 3.4 - Distribuidor a lanço com disco rotativo

NOTA: 1 - Reservatório, 2 - Agitador, 3 - Mecanismo de dosificação, 4 - Regulagem do dosificador, 5 - Disco de distribuição e aletas radiais, 6 - Eixo de comando do disco e agitador, 7 - Alavanca de ajustagem de distribuição.

FONTE: Manuales para Educación Agropecuária 3ª ed. 1985.

O acoplamento da máquina no trator pode ser com engate nos três pontos e de arrasto, onde o equipamento é preso á barra de tração. O equipamento acoplado ao engate de três pontos do trator possui um reservatório em forma de caixa piramidal ou cônica com vértice voltado para baixo. Sua capacidade varia entre 400 e 500 Kg. O peso da máquina varia de 80 a 150 Kg (HARRIS et alli, 1977).

O acionamento é feito por meio da tomada de potência do trator, um anel de distribuição com 3 ou 4 aberturas no fundo do reservatório faz a dosagem do produto controlado por uma alavanca de acionamento manual. A regulagem da posição do garfo no anel de distribuição permite a orientação do produto de forma a depositá-lo em posição lateral ou posterior a máquina. Para calcário a largura útil de trabalho varia de 5 a 7 metros. No interior do depósito existe um agitador que permite a distribuição de produtos úmidos ou empedrados. Além dos corretivos estas máquinas distribuem a lanço adubos químicos granulados ou em pó, adubos orgânicos, inseticidas, herbicidas, etc. (SILVEIRA, 1989).

De acordo com HARRIS et alli. (1977) & CAÑAVATE (1989), este equipamento possui características de funcionamento que é necessário ser compreendida a fim de se obter melhores resultados.

A largura de trabalho é controlada mediante a velocidade do disco que deverá ser mantida constante quando estiver em operação. A distribuição do corretivo é controlada através da abertura de alimentação e pela velocidade de funcionamento da máquina. A largura útil que cobre uma distribuidora centrífuga é menor que a largura máxima indicada, pois nos extremos é distribuída menos quantidade uma vez que deverá haver superposição em uma certa largura dos percursos.

Segundo CAÑAVATE (1989), para se determinar a área de recobrimento bem como a regularidade transversal de distribuição de cada máquina com o corretivo deve-se efetuar um diagrama de distribuição (quantidade de produto por unidade de largura). Um sistema simples consiste em marcar em uma área linhas retas equidistantes e paralelas ao eixo de simetria do trator. Põe-se em funcionamento o distribuidor durante um tempo determinado, cobrindo-se a área delimitada com o produto e posteriormente pesa-se faixa por faixa o corretivo depositado. Representadas estas quantidades (no eixo vertical e as larguras no eixo horizontal), pode-se determinar a largura da zona de recobrimento que processe a distribuição final mais uniforme, conforme a (FIG 3.5).

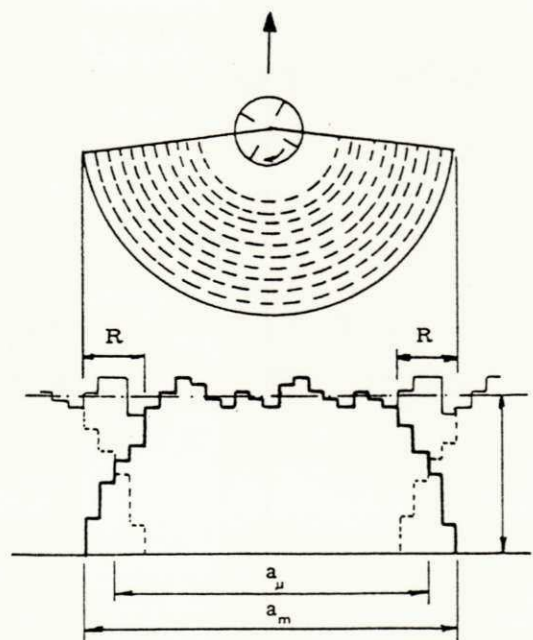


FIGURA 3.5 - Diagrama de distribuição de uma distribuidora centrífuga

NOTA: R - Recobrimento; a_{μ} - Largura útil, a_m - Largura máxima

FONTE: CAÑAVATE, 1989.

A forma de trabalho de uma distribuidora centrífuga poderá ser através de percursos de ida e volta ou em círculos, no caso de uma distribuidora simétrica (igual a direita e a esquerda do trator) é indistinta qualquer forma. Entretanto na distribuição assimétrica (cai mais corretivo de um lado do que do outro) é necessário recobrir o lado direito da faixa com o esquerdo e vice-versa, o que se obtém trabalhando em círculo. As velocidades de trabalho variam entre 5 e 15 Km/h, as quais associada a grande largura de distribuição proporciona rendimentos altos, sendo fundamental que a máquina seja utilizada nos períodos mais favoráveis (por exemplo, sem vento), bem como o fracionamento das aplicações de corretivos (CAÑAVATE, 1989).

SHIPPEN & TURNER (1969), estabelecem que os seguintes fatores afetam a distribuição:

- Velocidade de saída do corretivo do reservatório ao disco giratório
- Velocidade de rotação do disco
- Velocidade de avanço do trator.

3.3 - Outros tipos de distribuidores de calcário

3.3.1 - Caminhões

São adaptados para este tipo de serviço caminhões que ao se deslocarem sobre o terreno vão distribuindo a quantidade desejada de corretivo. Em decorrência das adaptações que precisam ser feitas nos caminhões normais, necessita-se de grande investimento, motivo pelo qual só é adotado por firmas aplicadoras ou empreiteiros de serviços. Nestes casos, o agricultor poderá adquirir o corretivo a preço que já incide a aplicação. A FIG. 3.6 ilustra um distribuidor de grande superfície.

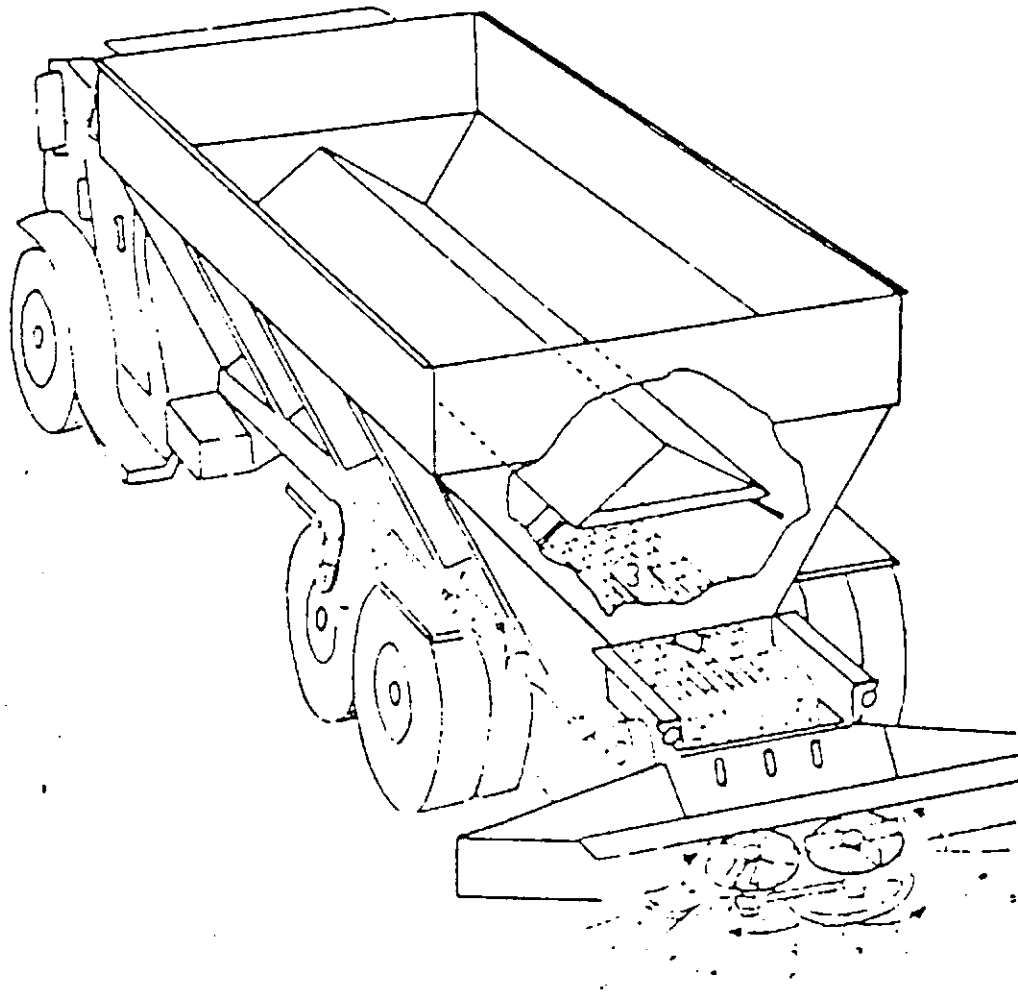


FIGURA 3.6 - Distribuidor de grande superfície

FONTE: CAÑAVATE, 1989

As carretas tem reservatórios de capacidade variável (2000 a 8000 Kg) sendo que um determinado volume de material é continuamente retirado do fundo do reservatório por uma esteira transportadora e lançado no mecanismo distribuidor, quase sempre formado por dois discos rotativos com palhetas reguláveis. Geralmente, na parte traseira da carreta existe uma alavanca que regula a dosagem do material.

A esteira transportadora pode ter quatro velocidades de deslocamento, sendo normalmente acionada pela tomada de potência do trator. Em alguns modelos, o movimento da tomada de potência vai, por intermédio de um eixo lateral ou central, que passa por baixo do assoalho, a caixa redutora que aciona a esteira transportadora. Através de um sistema de correias movimenta o mecanismo distribuidor. Em outros modelos, o mecanismo dosador é acionado pelas rodas da carreta, a fim de que a quantidade distribuída seja proporcional à velocidade de deslocamento. O mecanismo de distribuição é acionado pela tomada de potência do trator.

De acordo com SILVEIRA & HUNT (1983), os seguintes itens devem ser considerados com relação ao reservatório:

- Capacidade: dimensiona a área de atuação da máquina, devido a reabastecimentos sucessivos. O tempo gasto em reabastecimento é um dos principais fatores da diminuição da capacidade de trabalho das máquinas que deve ser considerada em função da área a ser trabalhada e das quantidades a distribuir
- Altura do depósito para carregamento: determina se o carregamento será feito manualmente ou com carregadores acoplados ao trator
- Conformação interna das paredes laterais: deve evitar que haja efeito significativo da altura do produto em seu interior, sobre a vazão do mecanismo dosador. Assim, deverá haver uma adequação entre o ângulo de inclinação das paredes laterais e o ângulo de repouso do produto a ser distribuído, evitando-se desuniformidade no escoamento
- Presença de lona de cobertura: evita que se umedeça a carga através de chuva ocasional.

3.3.2 - Aviões

CULPIN (1984), enfatiza que na Nova Zelândia é muito utilizada a distribuição de calcário através de aviões. A altura normal de voo é de aproximadamente 9 metros com largura de cobertura de 8 metros.

O método é particularmente útil para áreas de grandes declividades e de difícil acesso por meio terrestre. Os aviões não podem competir com os métodos convencionais devido aos altos custos e a ineficiência da distribuição.

3.3.3 - Conclusão

Através das referências bibliográficas consultadas pode-se constatar que os principais distribuidores de calcário disponíveis no mercado são por gravidade, a lanço (pendular e centrífugo), caminhões e aviões, tendo como componente importante o reservatório que deverá ter as seguintes características básicas:

- Fácil carregamento
- Boa segurança na estrutura
- Facilidade de limpeza e manutenção
- Alta autonomia de trabalho
- Apresentar formato que favoreça o deslizamento do produto.

O distribuidor por gravidade apresenta uma boa uniformidade, porém baixa capacidade de trabalho devido a reduzida largura da máquina.

Apesar de o distribuidor a lanço proporcionar rendimento alto, apresenta como principal limitação a influência do vento.

Os caminhões têm como principais fatores limitantes o alto custo da aquisição e dificuldade de acesso a certas áreas.

Os aviões são utilizados apenas em áreas de grande declividade e de difícil acesso por via terrestre.

CAPÍTULO 4

MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 - Introdução

O distribuidor otimizado foi projetado na Universidade Estadual de Maringá e desenvolvido na Oficina Mecânica Travisa S/A - Máquinas e Motores, Maringá, Paraná.

Os ensaios de avaliação de campo foram realizados em 12 parcelas medindo 3,0 x 50 m , em área correspondente a 1.800 m² em solo de textura argilosa da Estação Experimental Iguatemi, pertencente a referida Universidade, durante o período de julho a agosto de 1994.

4.2 - Características do protótipo otimizado

As FIGs. de 1 a 8 do Apêndice A, mostram respectivamente as vistas frontal, superior interna, superior, caracol e aberturas, mecanismos de regulagens, depósito de calcário, agitadores e calha e corte lateral do distribuidor otimizado.

As rodas transportadoras com pneus 185 / 85 / R-15, estão acoplados ao reservatório através de mancais 6211. O eixo de cada roda tem 25 mm de diâmetro e 330 mm de comprimento e são responsáveis também pelo acionamento do sistema de distribuição do calcário.

O reservatório construído com chapa de aço nº 1020 com 5 mm de espessura tem as seguintes dimensões: 580 mm de largura, comprimento de 3000 mm e capacidade de carga máxima 3000 Kg, conforme mostra a (FIG. A.1).

O reservatório é fechado com duas tampas de aço 1020 de 4 mm de espessura, 1200 mm de comprimento e largura de 600 mm, fixadas por dobradiças com fecho mecânico tipo extensor conforme é mostrada na (FIG. A.2).

Para reforçar a estrutura do reservatório foram soldadas nas laterais superiores, chapas de aço 1020 com 4 mm de espessura, 100 mm de largura e 580 mm de comprimento como mostra a (FIG. A.2).

Na parte central há uma chapa de aço 1020 com espessura de 4 mm, largura 400 mm e comprimento de 600 mm na qual está fixado o suporte do tensor do cabeçalho fabricado com o mesmo material e com 12 mm de espessura, 60 mm de largura e 300 mm de comprimento com furos de 12 mm para fixação da barra superior, (FIG. A.2).

Na parte inferior externa do reservatório (FIG. A.3), estão fixados três suportes para acoplamento das barras do cabeçalho de engate fabricados com aço 1020 de 12 mm de espessura por 60 mm de largura e 300 mm de comprimento com dois furos de 12 mm de diâmetro em cada um, com a finalidade de fixar o cabeçalho de engate no trator. Este cabeçalho é constituído de quatro barras do mesmo material com espessura de 14 mm, largura de 60 mm e comprimento de 1500 mm. Acabamento em V com chapa de aço 1020 em forma triangular de 400 mm de altura e 300 mm de base, fixados com seis parafusos de 12 mm de diâmetro.

A barra central possui dois furos de acoplamento no trator de categorias I e II. Estas barras estão fixadas nos suportes do reservatório através de oito parafusos de 12 mm de diâmetro existindo ainda entre eles um reforço vertical de aço 1020 com espessura de 12 mm e 40 mm de largura e fixadas por parafusos, (FIG. A.3).

Na parte inferior do reservatório (FIG. A.4) há vinte e seis orifícios triangulares com espaçamento de 70 mm, base de 40 mm e 30 mm de altura que permitem a saída do calcário a ser aplicado. Com a finalidade de regular a quantidade de calcário a ser distribuída existe uma tampa móvel externa de 25 mm de espessura por 3000 mm de comprimento e largura de 250 mm que trabalha sobre roletes com regulagem através da alavanca reguladora acoplada na frente do reservatório, acionada por cordas da plataforma do operador, (FIG. A.5). A distribuição do calcário é feita por meio de uma rosca tipo caracol, situado logo acima da superfície perfurada. Tem eixo quadrado de 3000 mm de comprimento e 25 mm de espessura, conforme é mostrado na (FIG. A.4).

Visando melhorar a eficiência de distribuição de calcário efetuou-se as seguintes modificações: Na seção intermediária do reservatório (FIG. A.6), montou-se três chapas defletoras de aço 1020, tipo calhas (côncavas) de 4 mm de espessura, 300 mm de largura com comprimento de 900 mm cada uma, com a finalidade de evitar a compactação do calcário acima do caracol e posterior entupimento. Essas calhas podem ser reguladas na altura e na concavidade.

Na parte superior interna do reservatório (FIG. A.7), há três rotores montados em tubos de 30 mm e 25 mm de diâmetro externo e interno respectivamente. Em cada tubo estão fixadas 12 barras retangulares de aço 1.020 de 5 mm de espessura por 20 mm de largura em formas de U acionados por dois eixos inseridos nos tubos acima mencionados, fixados entre si por três pinos elásticos de 6 mm de espessura por 36 mm de comprimento. Estes rotores têm por finalidade agitar o calcário evitando desta forma a compactação conforme pode-se observar através da (FIG A.8).

Como pode ser observado na (FIG. A.7), o eixo do rotor é acionado por três engrenagens, onde:

Engrenagem de tração: Constituída por 15 dentes com 140 mm de diâmetro acoplada ao eixo de tração, conduzindo uma corrente de 900 mm de comprimento e 20 mm de largura tipo ASA 20.

Engrenagem que aciona os rotores: Contém 19 dentes por 170 mm de diâmetro e é fixada ao eixo dos rotores através de quatro parafusos de 9,5 mm x 1 NC.

Engrenagem esticadora: Contém 9 dentes por 110 mm de diâmetro, estando acoplada a um suporte com fenda bilonga para a regulação de tensão da corrente.

Com a finalidade de proteger as engrenagens de agentes externos foi construída em chapa de aço, uma caixa protetora com espessura de 3 mm e profundidade de 200 mm, fixada por parafusos.

4.3 - Fonte de potência

A fonte de potência empregada na tração do distribuidor otimizado e no convencional, durante os testes de campo foi um trator marca Massey-Ferguson 290, 4X4, com 90 CV, que trabalhou em terceira marcha reduzida a uma velocidade aproximada de 6 Km/h a 1800 rpm.

4.4 - Ensaios de campo

O experimento foi realizado em 12 parcelas para cada máquina (otimizada e convencional) com 3 tratamentos (3000, 1500 e 750 Kg) em solo de textura argilosa, classificado como terra roxa estruturada (RADAMBRASIL, 1981), na Fazenda Experimental Iguatemi, Maringá, Paraná.

A análise de solo (APÊNDICE B) revelou que a quantidade de calcário a ser aplicada deverá corresponder a 1350 Kg/ha.

A aplicação de calcário com o distribuidor otimizado para os níveis de carregamento de 750, 1500 e 3000 Kg, corresponderão respectivamente a 93% (1260 Kg), 97% (1312 Kg) e 99% (1331 Kg).

Entretanto no distribuidor convencional para os níveis de carregamento de 750, 1500 e 3000 Kg, corresponderão respectivamente a 63% (856 Kg), 65% (874 Kg) e 97% (1309 Kg).

Antes da aplicação do corretivo observou-se a presença de plantas invasoras sendo necessário realizar operações de aração e gradagem com o objetivo de facilitar o trabalho.

A fim de avaliar a quantidade de calcário a ser distribuída por cada implemento, foram identificados e dispostos lado a lado 26 vasos plásticos em uma caixa de madeira que se encontrava acoplada entre as rodas do implemento de maneira que o corretivo passasse pelos orifícios de saída e caíssem no interior dos mesmos para posteriormente ser pesado, conforme ilustram as (FIG. 4.1 e 4.2)

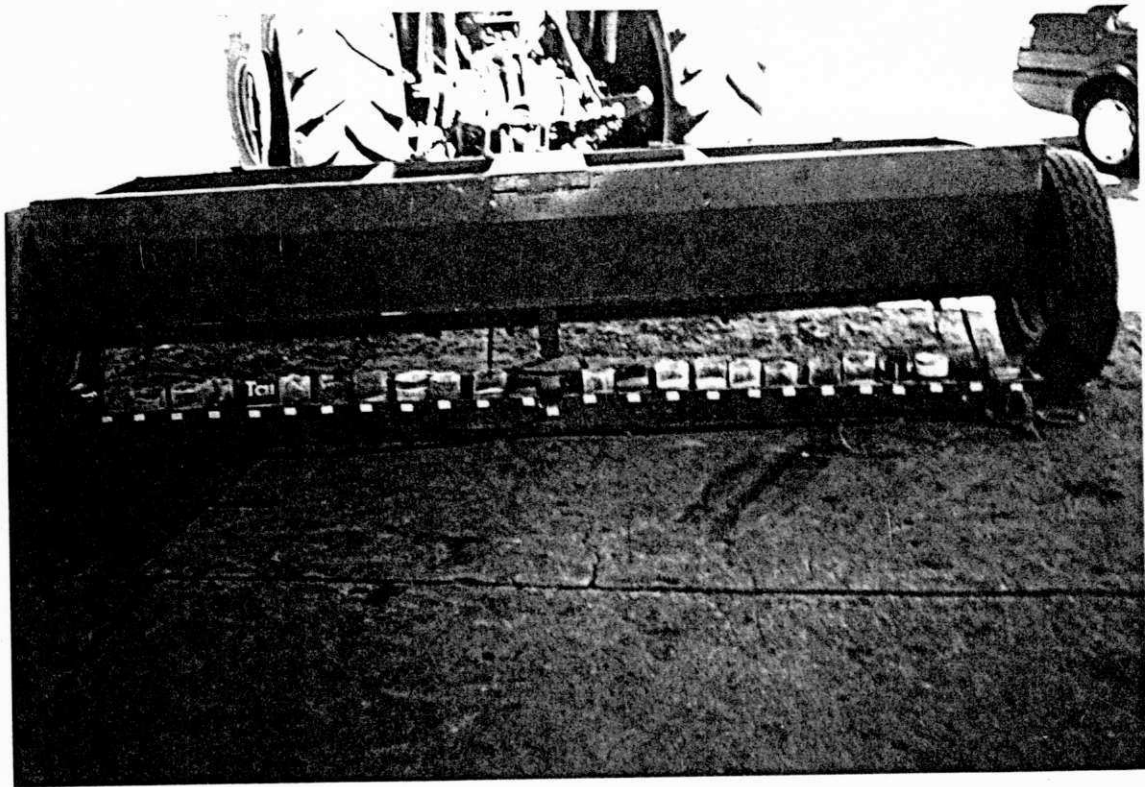


FIGURA 4.1 - Distribuidor de calcário convencional

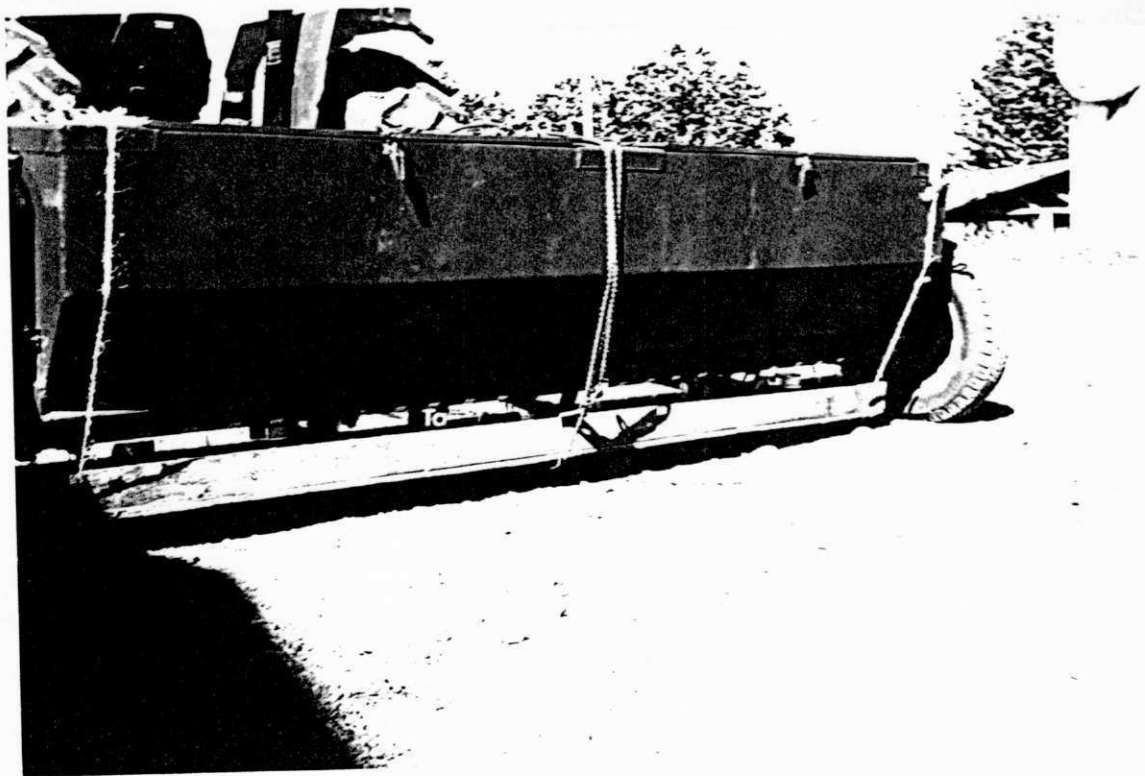


FIGURA 4.2 - Distribuidor de calcário otimizado

Os orifícios de saída dos distribuidores (convencional e otimizado) do corretivo foram regulados para aplicar 1350 Kg/ha.

A dose do corretivo prevista foi efetuada em um único percurso para cada parcela, tratamento e tipo de implemento, obedecendo a metodologia proposta pela ISO 5690/2, 1984 com algumas modificações.

No reservatório do implemento foi colocado inicialmente 3000 Kg de calcário (100% de capacidade) e distribuído na primeira parcela até atingir o percurso de 50 metros, tanto para o modelo otimizado quanto para o convencional. Posteriormente recolheu-se o material depositado nos vasos plásticos e procedeu-se as respectivas pesagens, anotando-se os valores cujos dados encontram-se no Apêndice C, repetindo-se a operação até cobrir as demais parcelas.

O mesmo procedimento foi utilizado com os carregamentos dos reservatórios com 1500 Kg (50% de capacidade) e 750 Kg (25% de capacidade) para os distribuidores otimizado e convencional.

4.5 - Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado para geração de dados foi do tipo Fatorial (MONTGOMERY, 1984) onde a variável dependente é a quantidade de calcário distribuída e os fatores em estudo são:

- Tipo de máquina com dois níveis (convencional e otimizada)
- Nível de carregamento do reservatório com três níveis (750, 1500 e 3000 Kg).

4.6 - Modelo matemático

A análise estatística dos dados experimentais foi feita levando em consideração o modelo de análise de variância;

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

onde:

- Y_{ijk} - é o valor observado.
- μ - é a média geral.
- α_i - é o efeito do i-ésimo nível do primeiro fator.
- β_j - é o efeito do j-ésimo nível do segundo fator.
- $(\alpha\beta)_{ij}$ - é o efeito de interação entre o i-ésimo nível do primeiro fator e o j-ésimo nível do segundo fator.
- e_{ijk} - é o erro casual associada a Y_{ijk}

As suposições associadas ao modelo citado implicam que os erros são variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas, isto é:

$e_{ijk} : N (0; \sigma^2)$, ou seja e_{ijk} têm distribuição normal, com média zero e variância constante σ^2 .

As hipóteses que serão testadas são:

- $H_{01}: \alpha_1 = \alpha_2 = 0$ (não existe efeito do fator 1)
- $H_{02}: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ (não existe efeito do fator 2)
- $H_{03}: \alpha\beta_{11} = \alpha\beta_{12} = \alpha\beta_{23} = 0$ (não existe efeito de interação)
- FATOR 1: Tipos de máquina (dois níveis)
- FATOR 2: Níveis de carregamento (três níveis)

As hipóteses em questão foram verificadas através da análise de variância.

4.7 - Conclusão

Neste capítulo foram apresentadas as características e dimensões das peças, modificações introduzidas, montagem do distribuidor otimizado, fonte de potência utilizada na tração da máquina durante o ensaio de campo, delineamento experimental, bem como o modelo matemático estabelecido para análise dos dados.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Introdução

No presente capítulo será feita a análise estatística dos dados experimentais, utilizando-se da técnica de análise de variância e de testes de comparações múltiplas.

5.2 - Análise estatística

A análise estatística dos dados observados, constantes das TAB. 1 a 6, no Apêndice C, foi feita mediante uma análise de variância do tipo fatorial, onde o primeiro fator, tipos de máquina, assumiu os níveis convencional e otimizado, enquanto que, o segundo fator, tem como níveis de carregamentos, pesos 750, 1500 e 3000 Kg, sendo a variável de interesse a quantidade de calcário distribuída.

Na TAB. 5.1 apresentam-se as médias amostrais observadas em cada casela para os dois tipos de máquina (convencional e otimizada) e os respectivos níveis de carregamento (750, 1500 e 3000 Kg). A seguir, são dispostos os gráficos correspondentes a esses dados na (FIG. 5.1).

TABELA 5.1

**MÉDIAS AMOSTRAIS OBSERVADAS PARA TRATAMENTO NO ESTUDO
DA QUANTIDADE DE CALCÁRIO DISTRIBUÍDA (Kg)**

	NC	750 Kg	1500 Kg	3000 Kg
TM				
CONVENCIONAL		0,48	0,50	0,75
OTIMIZADA		0,72	0,75	0,76

NOTA: NC - Níveis de carregamento, TM - Tipos de máquinas

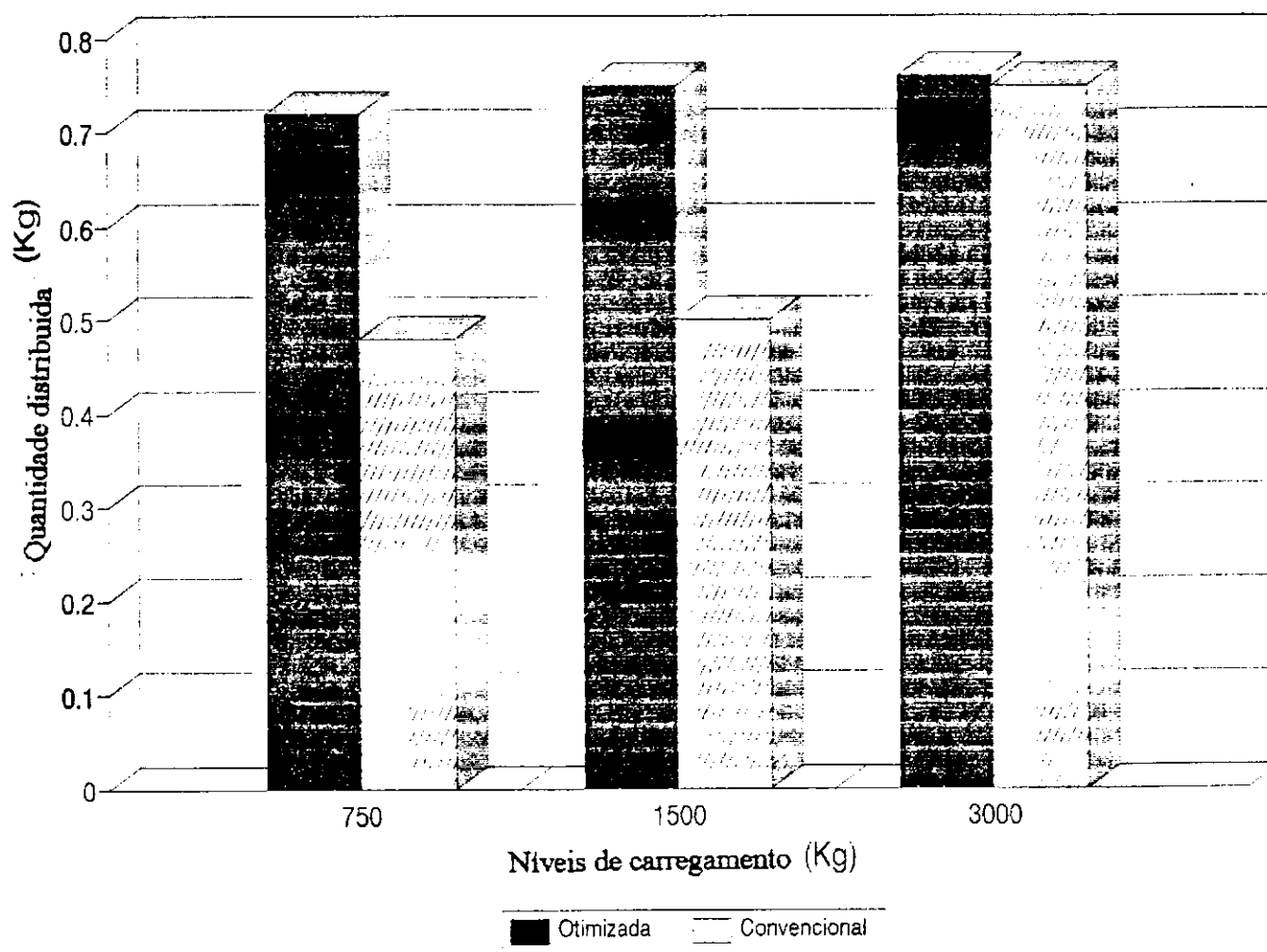


FIGURA - 5.1 - Médias amostrais observadas em cada casela para os dois tipos de máquina e os respectivos níveis de carregamento.

Na TAB. 5.2, é mostrada a análise de variância correspondente a este experimento.

TABELA 5.2

**ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO EXPERIMENTO FATORIAL REALIZADO
PARA O ESTUDO DA QUANTIDADE DE CALCÁRIO DISTRIBUÍDA**

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P _v >F
Máquina	1	13.6120	13.6120	1757**	0.0001
Niv. Carreg.	2	8.7999	4.3999	568**	0.0001
Interação	2	5.8155	2.9077	375**	0.0001
Resíduo	1866	14.4554	0.007746	-----	-----
TOTAL	1871	42.6828	-----	-----	-----

NOTA: CV = 13,22 (Coeficiente de variação) média geral = 0,6657

** - Significativa ao nível de 1 %

Observando-se os resultados obtidos na TAB. 5.2 conclui-se que a quantidade média de calcário distribuída:

- a) Não é a mesma para os dois tipos de máquina (convencional e otimizada)
- b) Não é a mesma nos três níveis de carregamento considerados
- c) Existe interação entre tipos de máquina e nível de carregamento, isto é, o comportamento da quantidade média de calcário distribuída nos níveis de carregamentos considerados não é a mesma para os dois tipos de máquinas.

Observando a FIG. 5.2, decorrente dos dados da TAB. 5.1, vê-se que a quantidade média de calcário distribuída parece independe do nível de carregamento utilizado para o tipo de máquina otimizada, por outro lado esta quantidade parece alterar com o nível de carregamento para o tipo de máquina convencional.

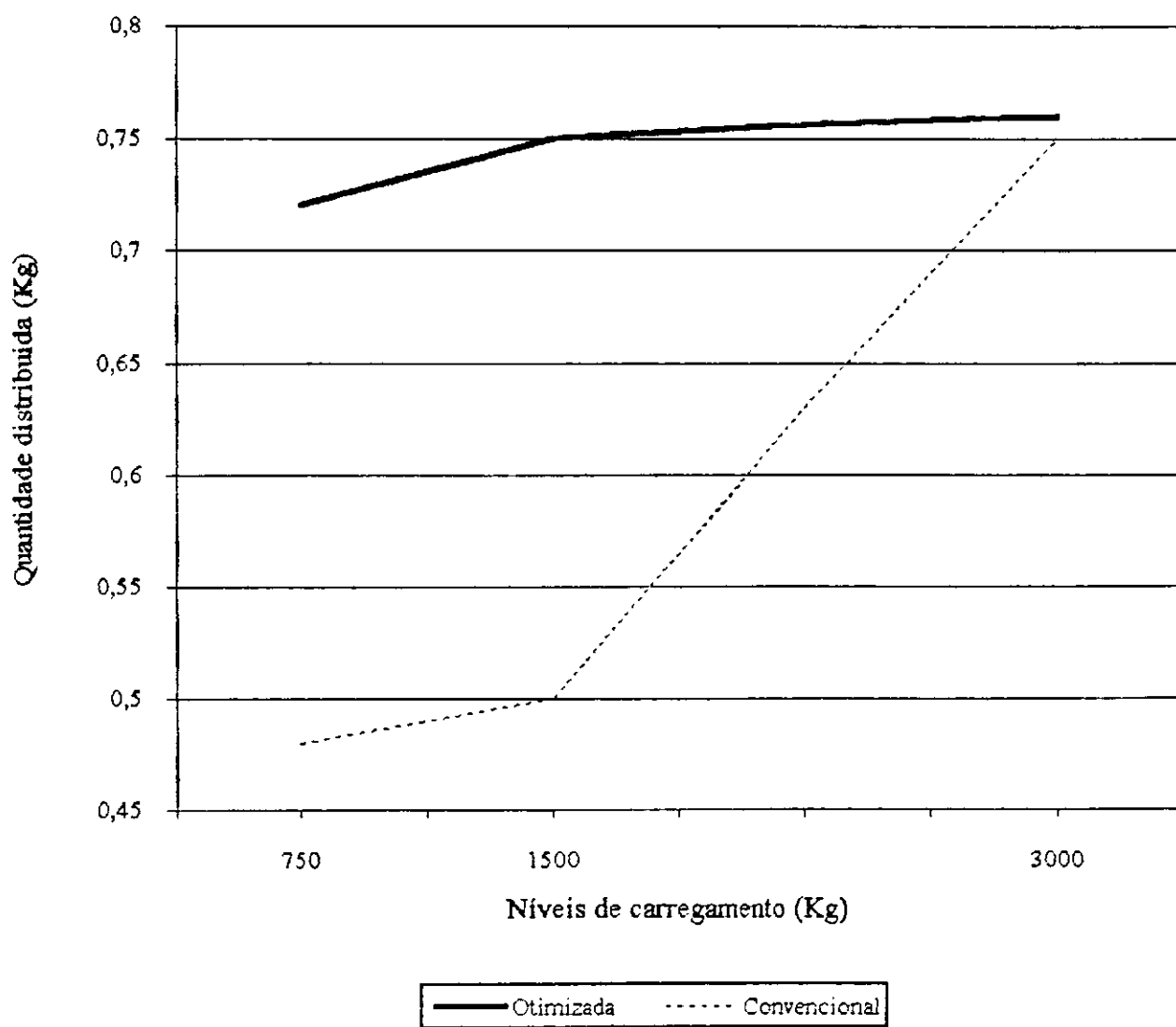


FIGURA 5.2 - Quantidade média de calcário distribuída por tipos de máquina e respectivos níveis de carregamento.

TABELA 5.3

**COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS NO ESTUDO DA QUANTIDADE MÉDIA DE
CALCÁRIO DISTRIBUÍDA PELOS DISTRIBUIDORES (OTIMIZADO
E CONVENCIONAL) SEGUNDO O MÉTODO DE TUKEY**

<i>n</i>	MÁQUINA	MÉDIA	GRUPAMENTO
936	Otimizada	0,75103	a
936	Convencional	0,5848	b

NOTA: $\alpha = 0.05$, D. M. S. (Diferença mínima significante) = 0.00798

Observando-se os resultados da TAB. 5.3, verifica-se que a quantidade média de calcário distribuída é maior para o tipo de máquina otimizada.

Comparou-se as quantidades médias de calcário distribuída para cada nível de carregamento utilizando o método de comparações múltiplas de Tukey, conforme (TAB.5.4).

TABELA 5.4

COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS NO ESTUDO DA QUANTIDADE MÉDIA DE
CALCÁRIO DISTRIBUÍDA NOS NÍVEIS DE CARREGAMENTO SEGUNDO
O MÉTODO DE TUKEY

<i>n</i>	Níveis de Carregamento (Kg)	Médias (Kg)	Grupamento
624	3000	0.7616	<i>a</i>
624	1500	0.6305	<i>b</i>
624	750	0.6051	<i>c</i>

NOTA: $\alpha = 0.05$, D.M.S. (Diferença mínima significante) = 0.011

De acordo com os resultados obtidos na TAB. 5.4 verifica-se que a quantidade média de calcário distribuída no nível de carregamento com 3000 Kg é maior do que o nível de carregamento com 1500 Kg que por sua vez é maior que o nível de carregamento com 750 Kg.

Na TAB. 5.5 são apresentadas as médias e desvio padrão dos tratamentos do experimento analisado.

TABELA 5.5

MÉDIAS E DESVIO PADRÃO DOS TRATAMENTOS

Tipos de Máquina	Níveis de Carregamento (Kg)	n	Médias	Desvio Padrão
Convencional	750	312	0.4822	0.0685
	1500	312	0.5041	0.0562
	3000	312	0.7551	0.0897
Otimizada	750	312	0.7228	0.0959
	1500	312	0.7569	0.1018
	3000	312	0.7680	0.1047

NOTA: $\alpha = 0.05$, D.M.S. (Diferença mínima significante) = 0.0138 .

Analisando-se os resultados da TAB. 5.5 conclui-se que:

- a) Aos níveis de carregamento de 750 e 1500 Kg, a quantidade média distribuída é maior para a máquina otimizada como é mostrado nas (FIG. 5.3 e 5.4).
- b) Ao nível de carregamento com 3000 Kg, apesar de ser mais alto, a quantidade média de calcário distribuída pelas máquinas, otimizada e convencional não é significativa como é mostrada na (FIG. 5.5).

Analisando-se os dados sob o ponto de vista de um experimento inteiramente casualizado, visando verificar a validade da hipótese da igualdade da quantidade média de calcário distribuída por orifício, para os dois tipos de máquinas e os três níveis de carregamento considerados tem-se a TAB. 5.6.

TABELA 5.6

RESULTADOS DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA

Tipos de Máquina	Níveis de Carregamento (Kg)	Médias	F	P
Convencional	3000	0.7551	0.74	0.817
	1500	0.5041	0.97	0.502
	750	0.4822	1,61	0.035*
Otimizada	3000	0.7680	0.89	0.619
	1500	0.7569	1.00	0.468
	750	0.7228	1.64	0.031*

$\alpha = 0.05$

* - significativo ao nível de 5 %

$F_{25, 286, 0.05} = 1,52$

De acordo com a TAB. 5.6 tem-se que:

a) As quantidades médias de calcário distribuídas por orifício não diferem estatisticamente aos níveis de carregamentos de 1500 e 3000 Kg para as máquinas otimizada e convencional.

b) Ao nível de carregamento de 750 Kg, a quantidade média de calcário distribuída por orifício não é a mesma para as duas máquinas (Convencional e Otimizada) sendo significativamente mais alto para a máquina otimizada.

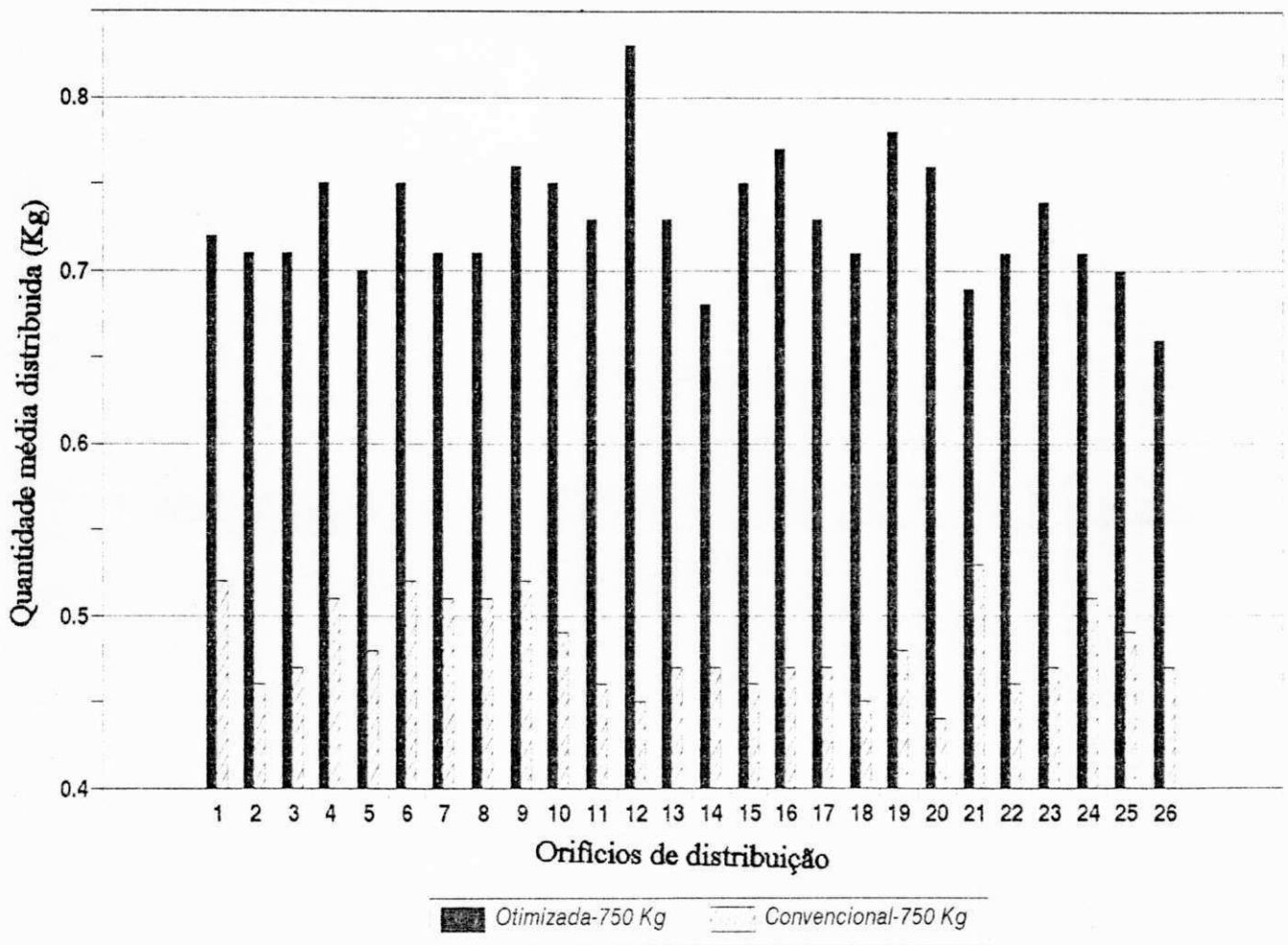


FIGURA 5.3 - Quantidade média distribuída por orifícios para as máquinas otimizada e convencional ao nível de carregamento de 750 Kg.

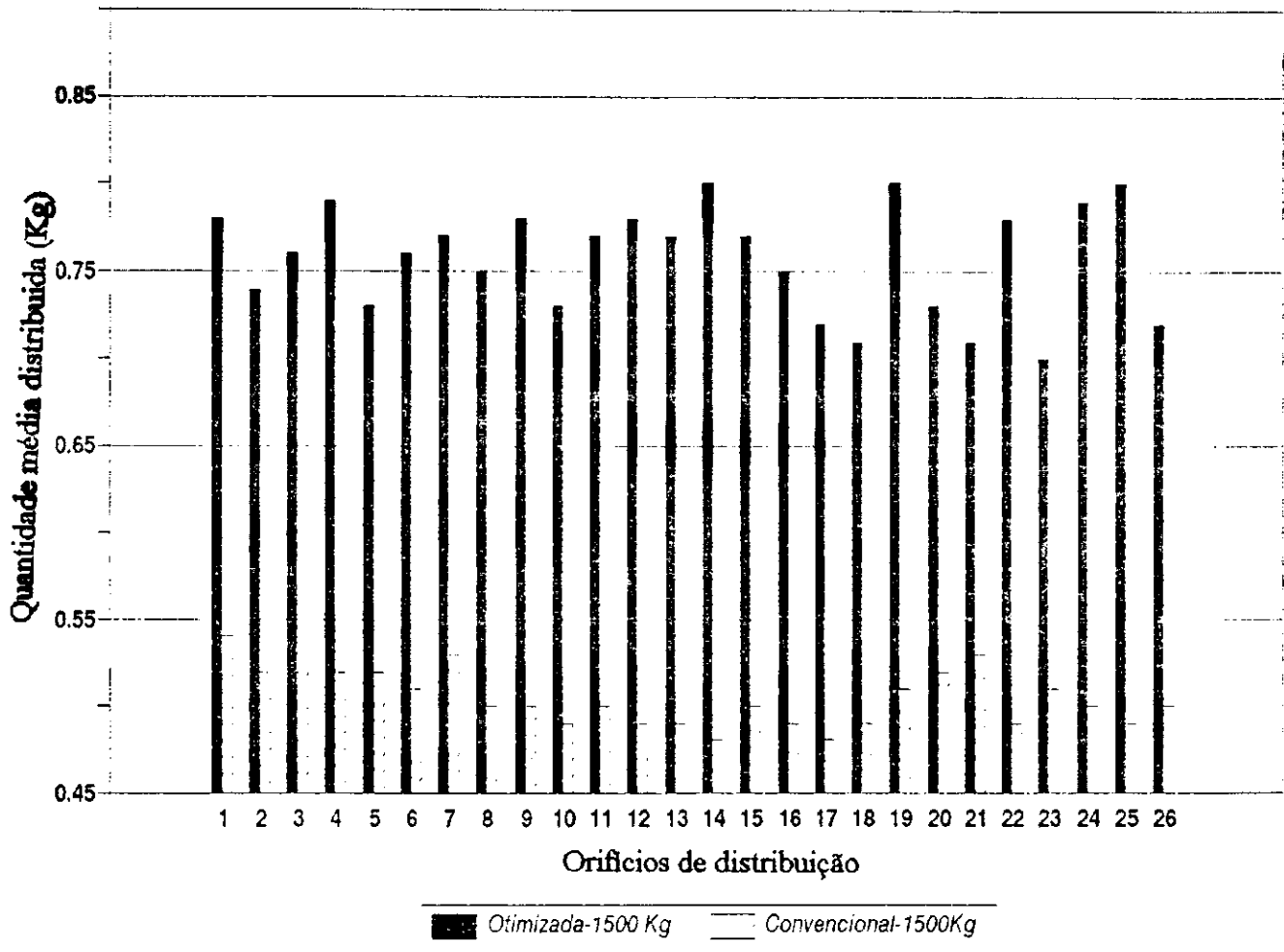


FIGURA 5.4 - Quantidade média distribuída por orifícios para as máquinas otimizada e convencional ao nível de carregamento de 1500 Kg.

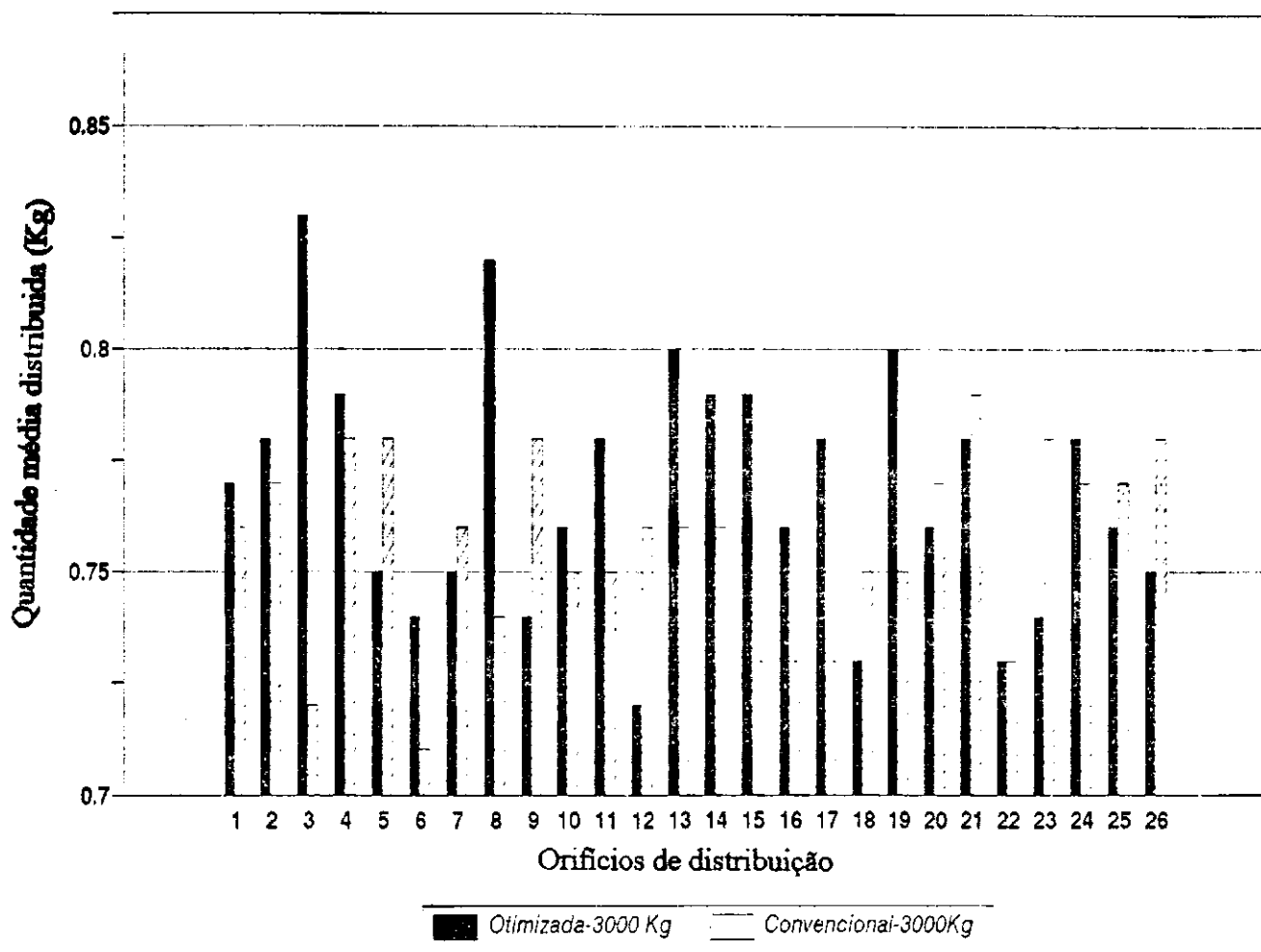


FIGURA 5.5 - Quantidade média distribuída por orifícios para as máquinas otimizada e convencional ao nível de carregamento de 3000 Kg.

5.3 - Conclusão

Comparando-se os resultados obtidos pelas máquinas otimizada e convencional pode-se constatar que a primeira apresentou melhores resultados para todos os níveis de carregamento testados (750, 1500 e 3000 Kg) uma vez que as distribuições por orifício e por parcela foram quase uniforme, considerando-se que as máquinas estavam reguladas para aplicar uma dosagem de 1350 Kg/ha.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 - Conclusões gerais

As modificações introduzidas no distribuidor de calcário convencional ou seja, os agitadores e as calhas, proporcionaram uma distribuição desejada na uniformidade e quantidade de calcário por orifícios e por parcelas.

A distribuição de calcário na máquina convencional foi uniforme por orifícios, mas a quantidade distribuída por parcelas, variou em função do nível de carregamento no reservatório.

A distribuição de calcário na máquina otimizada foi uniforme por orifícios e parcelas e a quantidade distribuída foi a desejada nos três níveis de carregamento.

As quantidades média de calcário distribuídos para a máquina otimizada aos níveis de carregamentos de 1500 e 750 Kg foi maior em todos os orifícios do que para o distribuidor convencional. Entretanto para o nível de carregamento de 3000 Kg foi maior apenas nos orifícios 5, 7, 9, 12, 18, 20, 21, 23, 25, e 26.

As quantidades médias de calcário distribuídos nos três níveis de carregamentos (750, 1500 e 3000 Kg) por casela foi maior para o distribuidor otimizado do que para o convencional. Entretanto constatou-se ser maior a distribuição para a máquina otimizada ao nível de carregamento de 3000 Kg.

6.2 - Recomendações para trabalhos futuros

Testar a distribuição com a máquina otimizada para diferentes teores de umidade e granulometria do calcário.

Adotar quebra-vento na parte inferior da máquina para minimizar o efeito do vento durante a distribuição.

Fazer a distribuição do calcário variando a altura da calha.

Variar a concavidade da calha.

Testar a distribuição para outros níveis de carregamento.

Avaliar a uniformidade e quantidade de distribuição através de análise do solo.

Utilizar o método de elementos finitos para o cálculo e/ou dimensionamento do distribuidor.

Avaliar a interação solo-estrutura-máquina com relação a problemas de vibração e seus efeitos na compactação do calcário.

Modelar e avaliar o sistema de acionamento motor e/ou através das rodas para acionar o distribuidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01—ALCARDE, J. C. Características de qualidade dos corretivos da acidez do solo. In: RAIJ, B. van; BATAGLIA, O. C. & SILVA, N. N. Acidez e calagem no Brasil., Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 11-12, Campinas, 1983.
- 02—ALVES, J. A. & TAVARES, M. M. S. Fertilização mineral e correção do solo. II. A Acidez do solo e a sua correção. Casa Ibérica Elvas, 600p, Portugal. 1976.
- 03—AMARAL, A. Z.; VERDADE, F. C.; SCHMIDT, N. C.: WUTKE, A. C. P. & IGUE, K. Parcelamento e intervalo da aplicação de calcário. *Bragantia*, v. 24, nº 8, p. 83-96. Campinas, 1965.
- 04—BALASTREIRE, L. A. Máquinas Agrícolas. Editora MANOLE Ltda., p. 164 -171, São Paulo, 1987.
- 05—BLANCA, A. L. Maquinária agrícola, p. 97 - 106, Madrid - Espanha, 1990.
- 06—CAÑAVATE, J. O. Las Máquinas agrícolas y su aplicación, 3ª Edición Madrid, p. 97-111, España , 1989.
- 07—COELHO, F. S. & VERLENGIA, F. Fertilidade do solo. 2ª ed. , Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, p. 130-155. Campinas, 1973.

- 08—CULPIN, C. Maquinária agrícola, EDICIONES GEA, p. 105-112, Barcelona - España 1984.
- 09—DELAFOSSÉ, R. M. FERTILIZADORAS CENTRÍFUGAS, INTA - Instituto Nacional De Tecnologia Agropecuária - República Argentina, p. 1 - 31, 1989.
- 10—DELGADO, L. M. Técnicas Mecánicas para el Laboreo del Suelo e Implantacion de los Cultivos, ETSIA , p. 111-129, MADRID, 1990.
- 11—FERTIZA. Manual de adubação. Companhia Nacional de Fertilizantes Departamento Técnico ,s. n. t.
- 12—GUIMARÃES, J. E. P. O Emprego de escórias de alto-forno e coque na agricultura. Notas Prévias da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, n. 3, p. 1-16. São Paulo, 1960.
- 13—HARRIS, A. G.; MUCKLE, T. B. & SHAW, J. A. Maquinária agrícola, EDITORIAL ACRIBIA , p. 194-215, Zaragoza España, 1977.
- 14—HAWKER, M. F. J. & KEENLYSIDE, Máquinas para hortofruticultura - Gráfica European,Lda., p. 127-141, Portugal, 1985.
- 15—HUNT, D. Maquinária agrícola, EDITORIAL LIMUSA , p. 155 - 162, MÉXICO, 1991.
- 16—ISO 5690/2 Equipament for distributing fertilizers - test methods - Part 2: Fertilizer Distributors in Lines, First edition -1984 - 07 - 01.

- 17—KINJO, T. Conceitos de acidez de solos. In: RAIJ, B. van; BATAGLIA, O. C.; SILVA, N. N. (Coord.). Acidez e calagem no Brasil. Soc. Bras. Ci. Solo, p. 23-31, Campinas, 1983.
- 18—KOLLING, J.; STAMMEL, J. G. & KORNELIUS, E. Efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre a produção de matéria seca de leguminosas de clima tropical e sobre alguns componentes químicos do solo. In: 15º. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Anais... Soc. Bras. Ci. solo, p. 255-260, Campinas, 1975..
- 19—LEPREVOST, A. Corretivos para a acidez dos solos agrícolas. Boletim Técnico, Instituto de Tecnologia do Paraná, nº49, 29p., Curitiba, 1986.
- 20—LOPES, A. S. & GUIDOLIN, J. A. Interpretação de análise do solo: Conceitos e aplicações. 2ª ed. ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas. 64p., São Paulo, 1989.
- 21—LOPES, A. S. Manual de fertilidade do solo. ANDA - POTAFOS.153p., São Paulo, 1989.
- 22—MALAVOLTA, E. Reação do solo e crescimento das plantas. In: MALAVOLTA, E. Seminário sobre Corretivos Agrícolas. Fundação Cargill, p. 3-64, Campinas, São Paulo 1985.
- 23—MALAVOLTA, E. A Prática da calagem. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, 6ª ed., 45p., São Paulo, 1986.
- 24—Manuales para Educacion Agropecuária, Editorial Trilhas S.A. de C.B, p. 5-31, México - DF, 1985.

- 25—MELLO, F. A. F. Origem, natureza e componentes da acidez do solo: critério para calagem. In: MALAVOLTA, E.. Seminário sobre Corretivos Agrícolas. Fundação Cargill, p. 67-93, Campinas, 1985.
- 26—MIALHE, L. G. Manual de mecanização agrícola. Agronômica Ceres, p. 301, São Paulo, 1974.
- 27—MOHR, W. A. A Influência da acidez sobre a fertilidade dos solos. I CONGRESSO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE SOLOS. p. 1-23, Campinas, São Paulo 1960.
- 28—MONTGOMERY, D. C. Desing and analysis of experiments, Editora John Wiley & Sons., 1984.
- 29—NACHTIGALL, G. R. e VAHL, L. C. Parâmetros relacionados a acidez em solos da região sul do Rio Grande do Sul. Rev. Bras. Ci. Solo. v. 13, n. 1, p. 139-143, Porto Alegre, 1989.
- 30—NEPTUNE, A. M. L. Tecnologia de fertilizantes. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. 15p., Piracicaba, 1978.
- 31—OLIVEIRA, E. L. Acidez do solo e seu controle. In: Bases para o uso racional de corretivos e adubos no Estado do Paraná. IAPAR -EMBRAPA CNPSoja, p. 4-21, 1982.
- 32—QUAGGIO, J. A. Resposta das culturas à calagem. In: MALAVOLTA, E. Seminário sobre Corretivos Agrícolas. Fundação Cargill, p. 123-157, Campinas, São Paulo 1985.

- 33—RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. Instituto da Potassa e Fosfato. Instituto Internacional da Potassa, 142p. Piracicaba, São Paulo 1981.
- 34—RAIJ, B. van. & QUAGGIO, J. A. Uso Eficiente de calcário e gesso na agricultura. In: OLIVEIRA, A. J.; ESPINOZA, W.; MARCHETTI, D. Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira. p. 323-346, Brasília-DF, 1984.
- 35—RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S. & BATAGLIA, O. C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Fundação Cargill, p. 77-142. Campinas, São Paulo 1987.
- 36—RUSSEL, E. J. & RUSSEL, E. W. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Aguilar Ediciones, p.570-577, Madrid, s.d.
- 37—SHIPPEN, J. M. & TUNER, J. C. Maquinária agrícola básica, v. II, ed. ACRIBIA , p. 58-63,. Zaragoza - Espanha, 1960.
- 38—SILVEIRA, G. M. As Máquinas para plantar. Editora Globo, 257p. Rio de Janeiro, 1989.
- 39—SOUZA, L. F. Acidez e calagem dos solos - Perguntas e respostas. Ministério da Agricultura , 21p., Cruz das Almas, BA, 1970.
- 40—VOLKWEISS, S. J. & LUDWICK, A. E. O melhoramento do solo pela calagem. Boletim Técnico, 1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. 28p., Porto Alegre-RS, 1976.
- 41—VOLKWEISS, S. J. & TEDESCO, M. J. A calagem dos solos ácidos prática e benefícios. Boletim técnico de solos 1. 28p., UFRGS, Porto Alegre-RS, 1984.

APÊNDICES

APÊNDICE A

**FIGURAS E DETALHES DO DISTRIBUIDOR DE CALCÁRIO
OTIMIZADO**

A-1

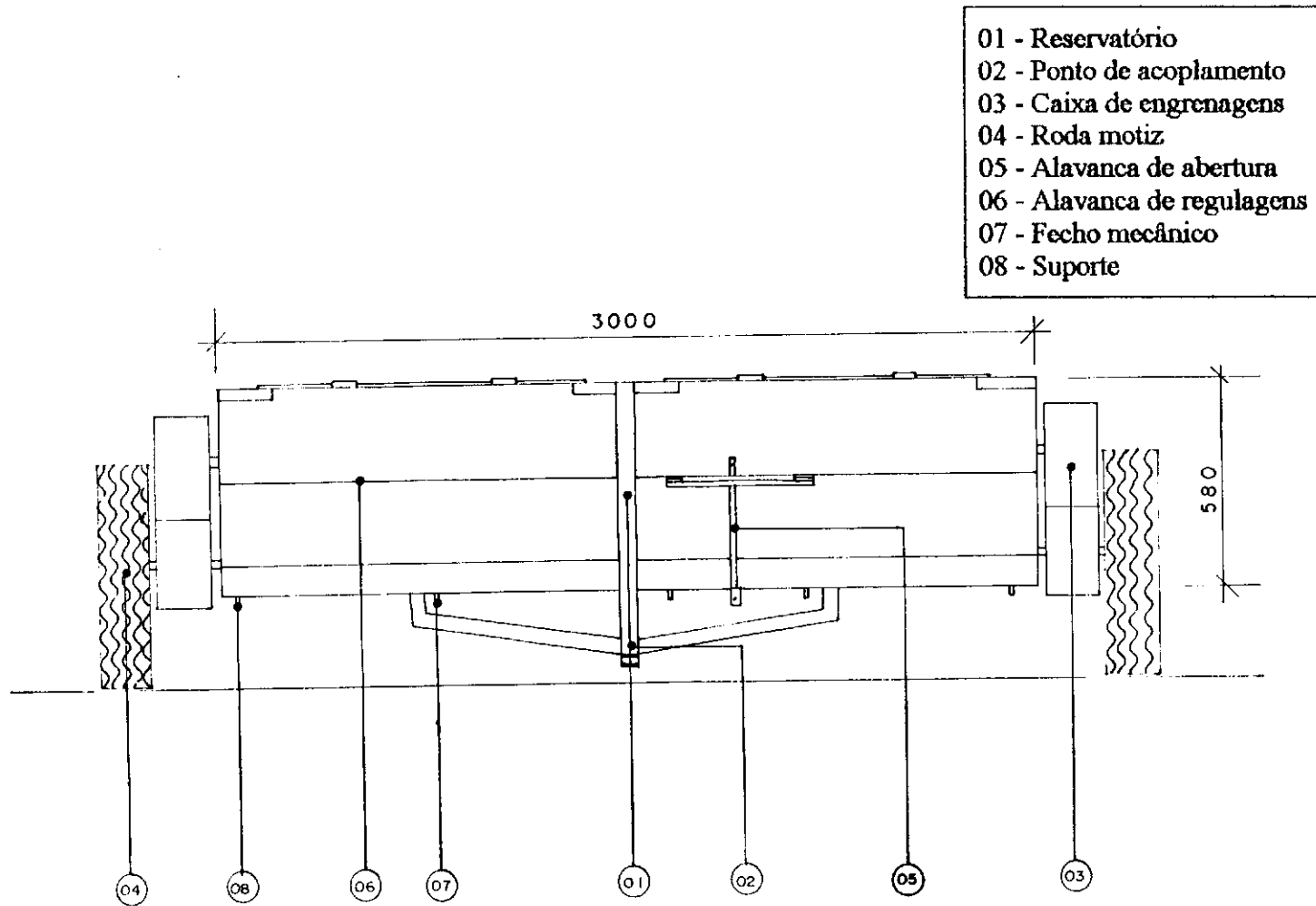


FIGURA A.1 - Vista frontal do protótipo

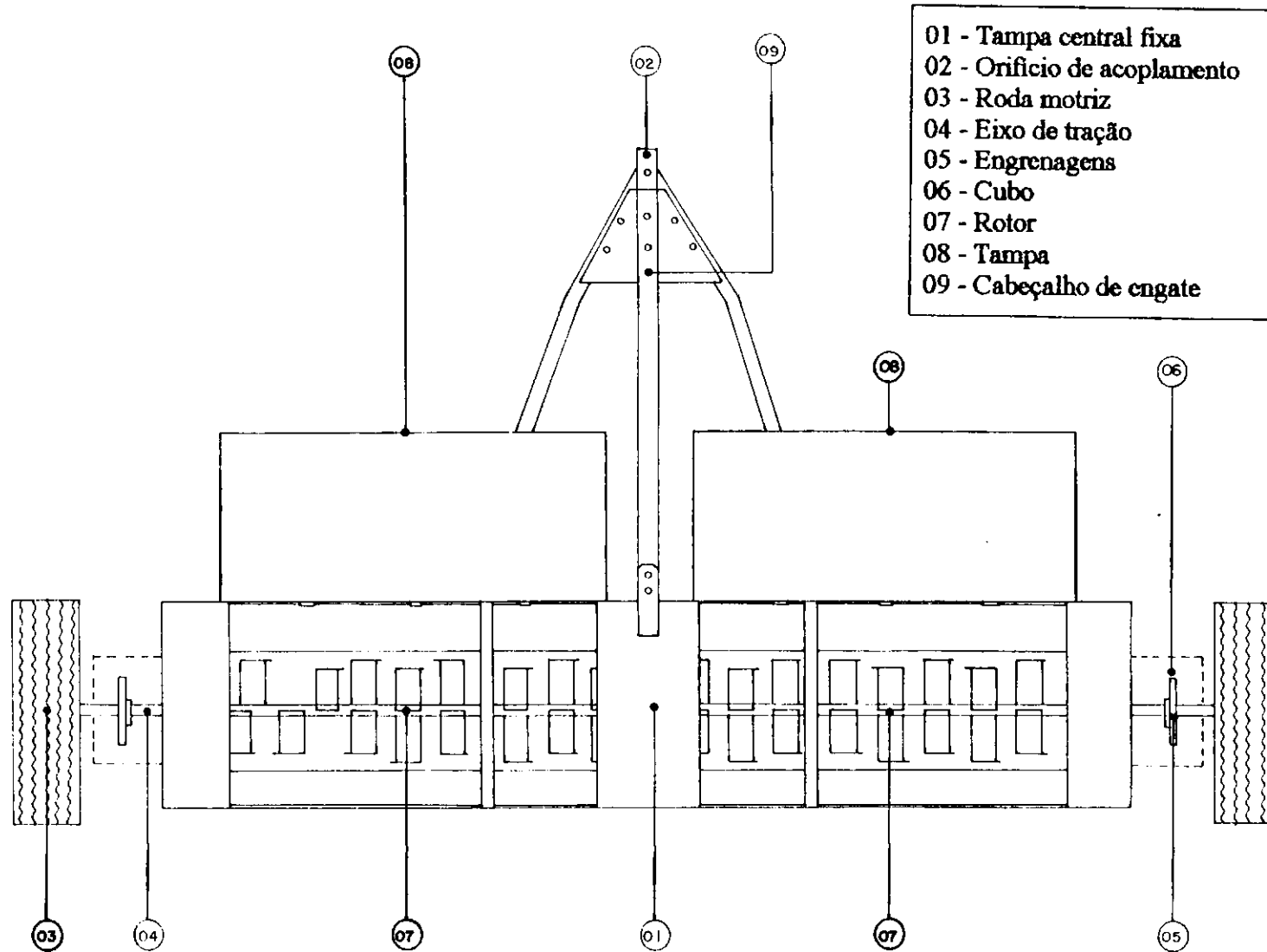


FIGURA A.2 - Vista superior interna de protótipo

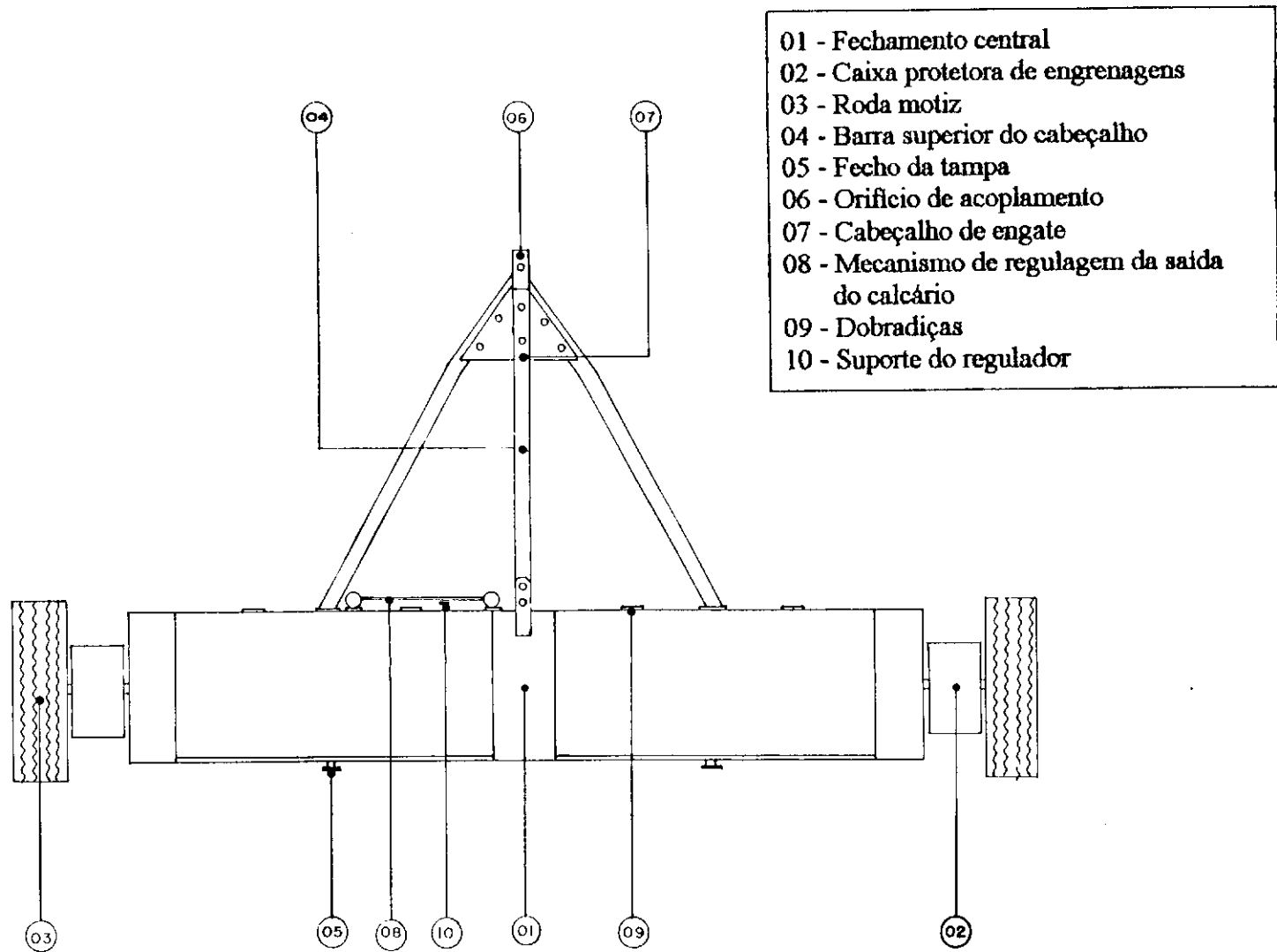


FIGURA A.3 - Vista superior do protótipo

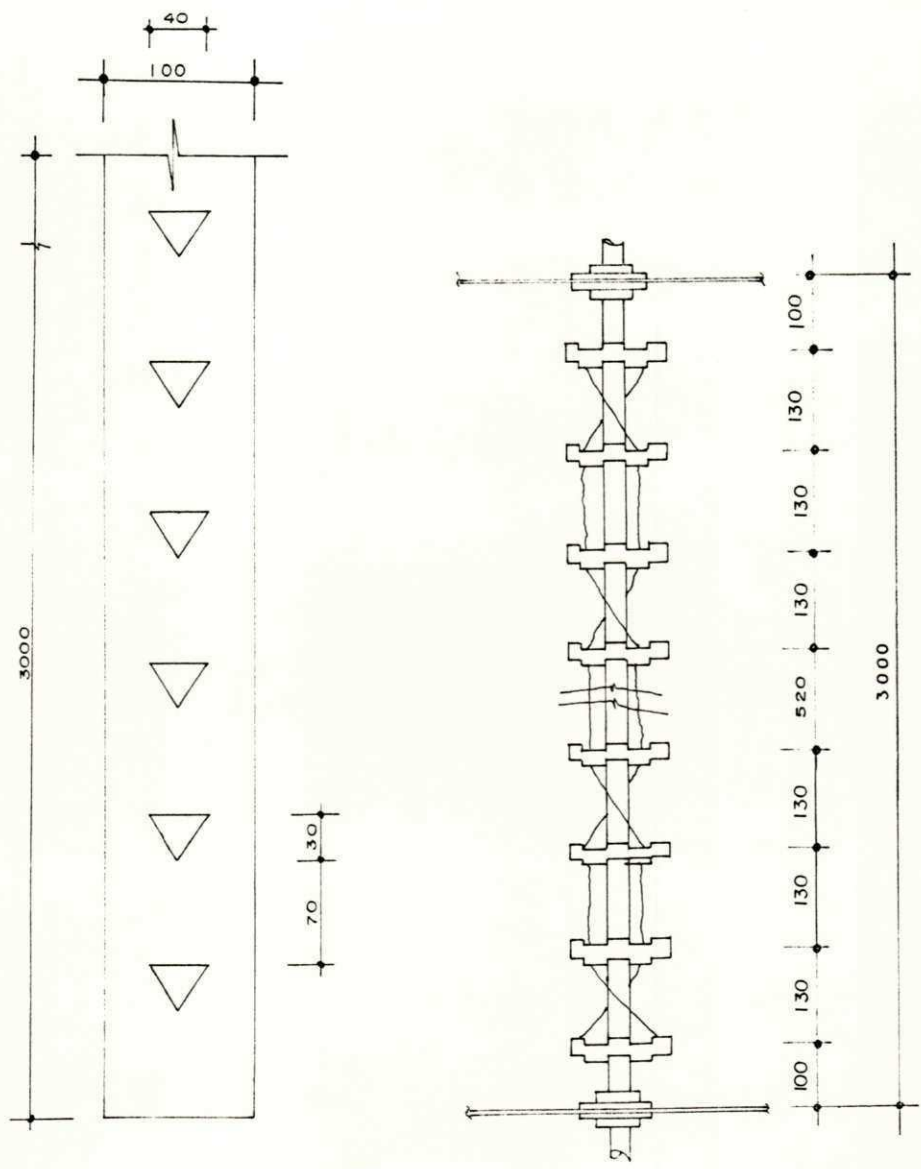


FIGURA A.4 - Abertura de descarga do calcário e Rosca tipo caracol

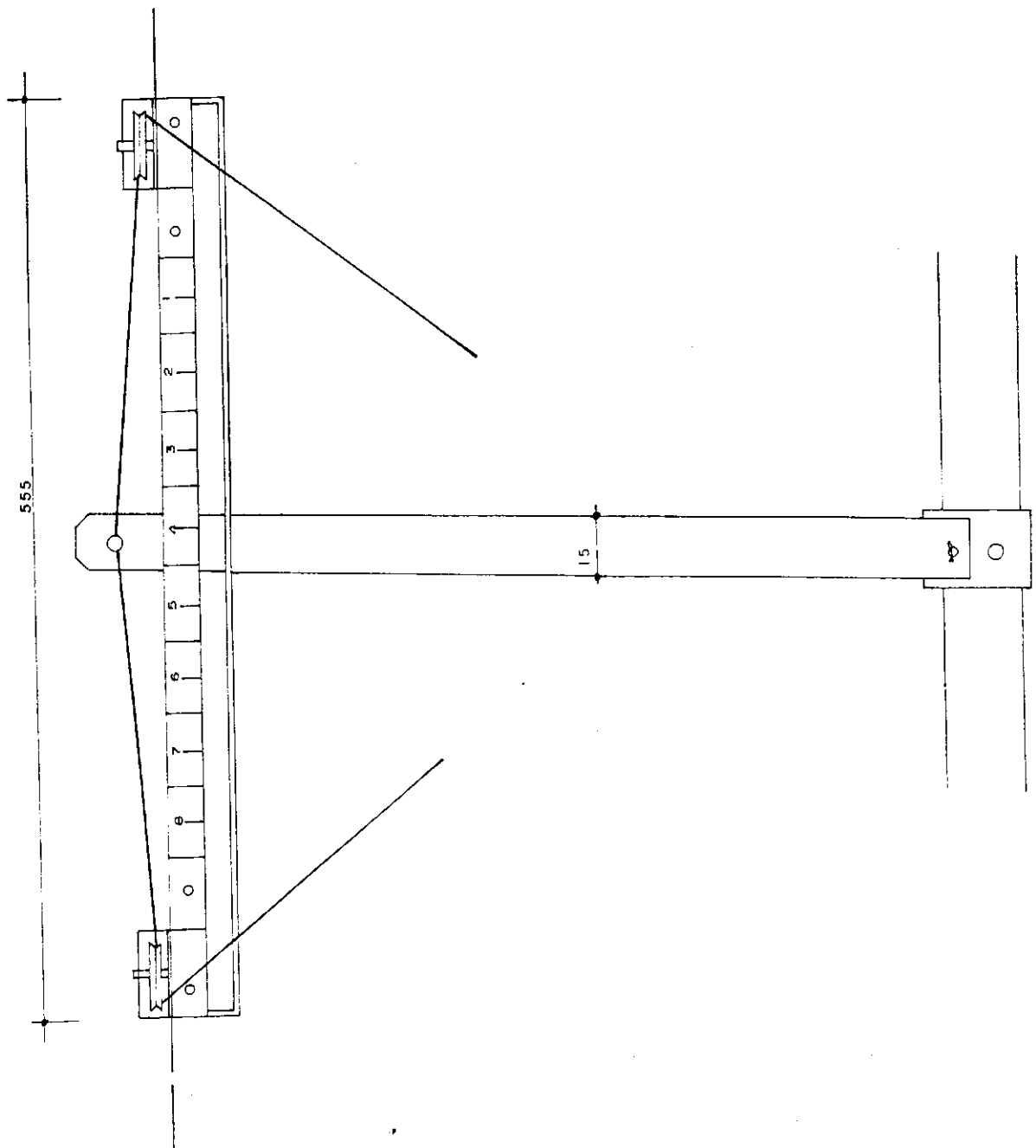


FIGURA A.5 - Mecanismo de regulagens

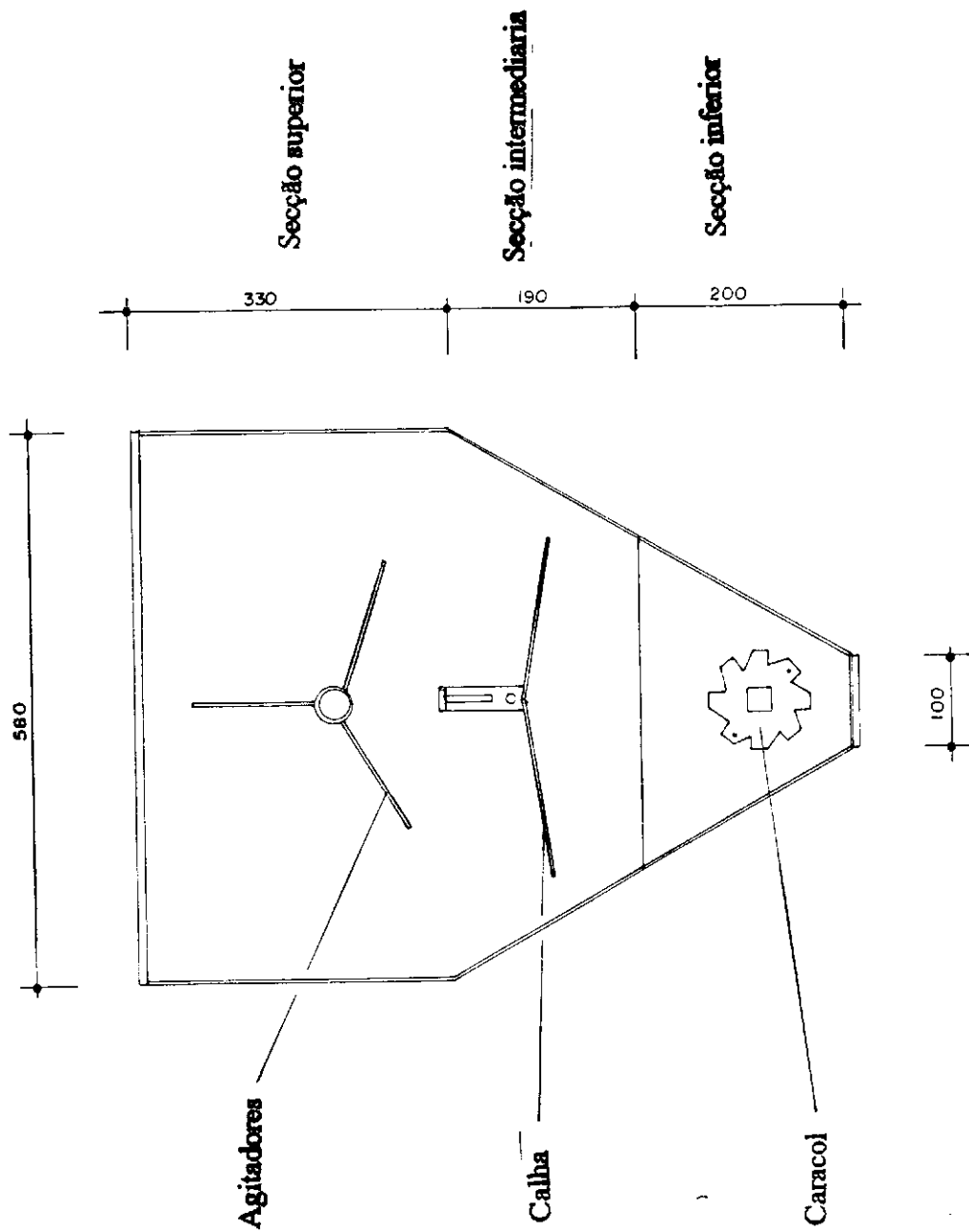


FIGURA A.6 - Depósito de calcário

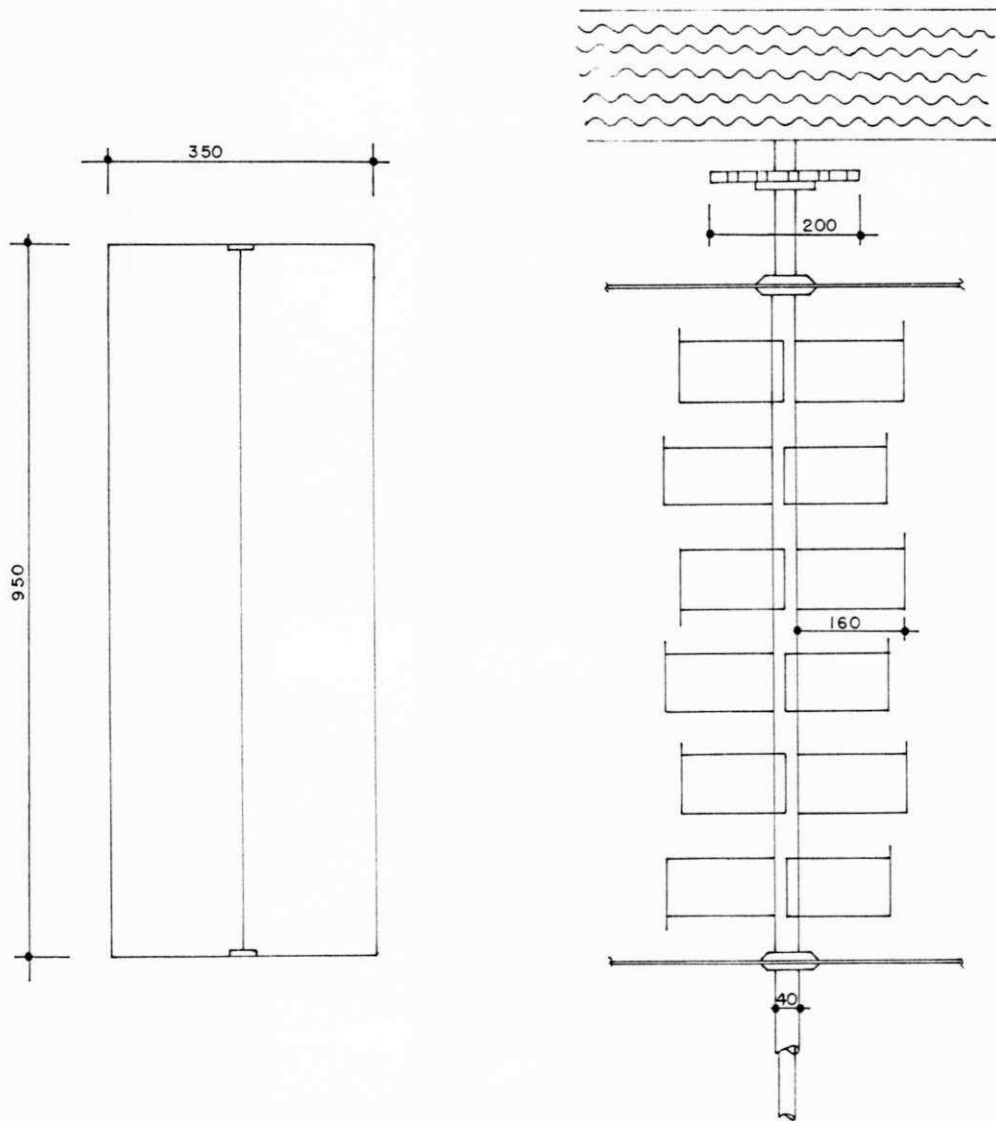


FIGURA A.7 - Calhas e agitadores

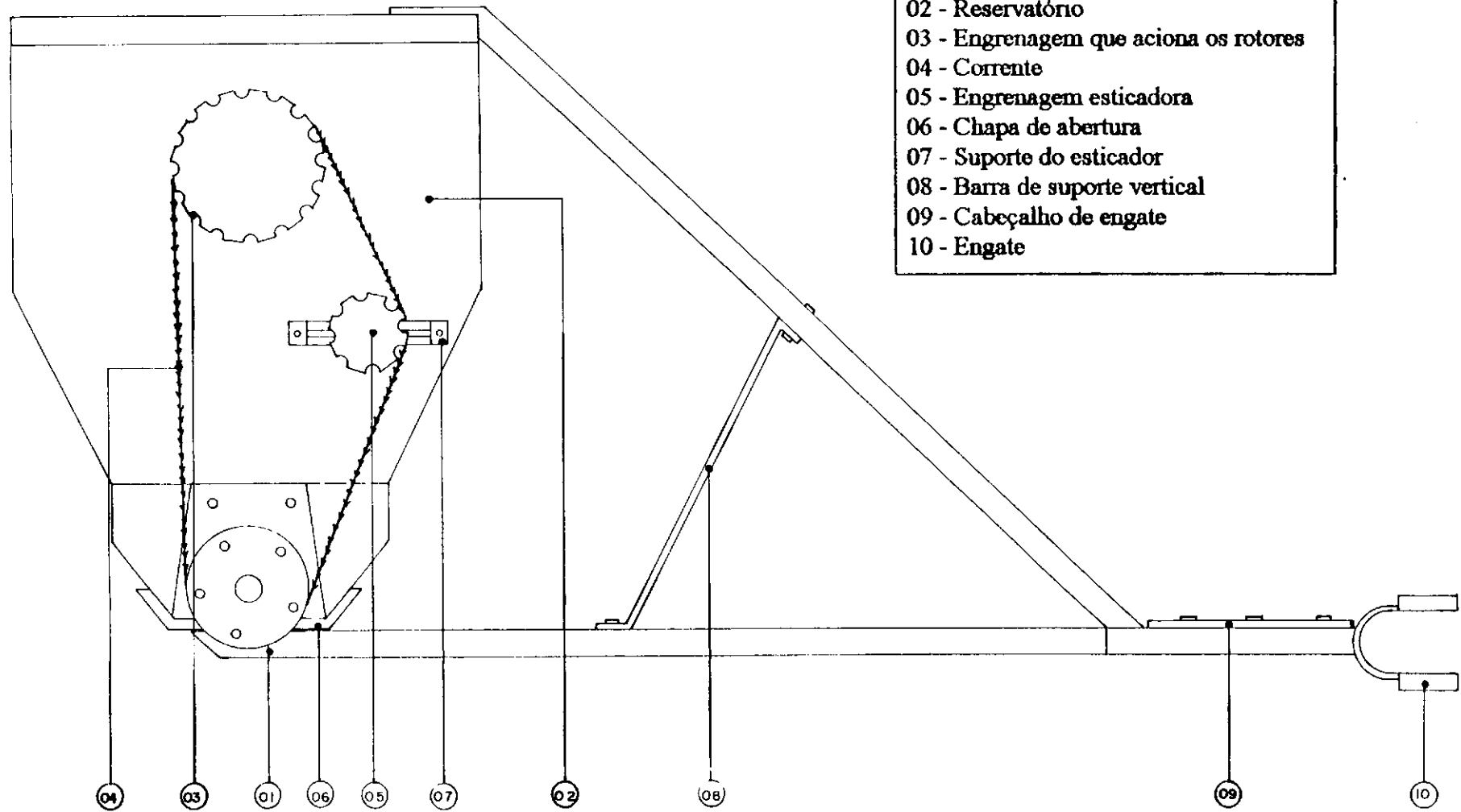


FIGURA A.8 - Corte lateral do protótipo

APÊNDICE B

**ANÁLISE DE SOLO NECESSÁRIA PARA A
DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE CALCÁRIO A SER
DISTRIBUÍDA (Kg).**

APÊNDICE C

**TABELAS DA QUANTIDADE DE CALCÁRIO DISTRIBUÍDA
EM Kg POR ORIFÍCIOS PELOS DISTRIBUIDORES
(OTIMIZADO E CONVENCIONAL) COM SEUS
RESPECTIVOS NÍVEIS DE CARREGAMENTO**

TABELA - 1

QUANTIDADE DE CALCÁRIO DISTRIBUIDA EM Kg POR ORIFÍCIOS NAS PARCELAS PELO DISTRIBUIDOR OTIMIZADO COM VOLUME NO RESERVATÓRIO DE 750 Kg .

PARCELAS	ORIFÍCIOS																										M.P.P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	0,76	0,81	0,71	0,66	0,65	0,80	0,90	0,70	0,90	0,70	0,67	0,71	0,72	0,80	0,67	0,85	0,76	0,66	0,80	0,76	0,65	0,71	0,82	0,80	0,71	0,70	0,75
2	0,80	0,69	0,70	0,69	0,80	0,91	0,80	0,70	0,90	0,80	0,71	0,80	0,60	0,50	0,90	0,81	0,90	0,76	0,67	0,80	0,71	0,70	0,81	0,69	0,80	0,70	0,76
3	0,71	0,70	0,60	0,81	0,77	0,69	0,60	0,71	0,80	0,90	0,90	1,20	0,60	0,80	0,80	0,70	0,60	0,51	0,80	0,69	0,70	0,80	0,90	0,66	0,71	0,69	0,74
4	0,60	0,60	0,70	0,81	0,69	0,70	0,61	0,80	0,60	0,70	0,69	0,80	0,71	0,51	0,60	0,70	0,50	0,69	0,69	0,80	0,70	0,60	0,80	0,81	0,76	0,75	0,69
5	0,70	0,69	0,60	0,51	0,58	0,60	0,80	0,72	0,71	0,69	0,80	0,89	0,90	0,80	0,75	0,69	0,81	0,92	0,85	0,72	0,85	0,88	0,83	0,61	0,72	0,70	0,74
6	0,90	0,71	0,83	0,69	0,75	0,71	0,69	0,60	0,71	0,60	0,62	0,68	0,80	0,66	0,67	0,69	0,80	0,80	0,99	0,80	0,60	0,71	0,91	0,66	0,65	0,63	0,73
7	0,81	0,80	0,71	0,82	0,72	0,69	0,70	0,80	0,81	0,87	0,83	0,74	0,66	0,61	0,70	0,70	0,72	0,71	0,90	0,73	0,69	0,60	0,55	0,70	0,60	0,50	0,72
8	0,60	0,70	0,69	0,70	0,72	0,65	0,80	0,60	0,70	0,80	0,81	0,90	0,82	0,80	0,90	0,80	0,74	0,61	0,69	0,80	0,60	0,55	0,56	0,71	0,58	0,60	0,71
9	0,71	0,66	0,70	0,80	0,74	0,75	0,60	0,66	0,67	0,67	0,66	0,70	0,80	0,59	0,72	0,90	0,71	0,60	0,78	0,70	0,71	0,80	0,59	0,60	0,71	0,69	0,70
10	0,60	0,76	0,66	0,86	0,71	0,85	0,70	0,70	0,80	0,70	0,68	0,80	0,81	0,68	0,70	0,90	0,74	0,74	0,76	0,81	0,75	0,74	0,72	0,65	0,66	0,65	0,74
11	0,80	0,71	0,84	0,69	0,70	0,85	0,70	0,80	0,70	0,61	0,70	0,93	0,60	0,80	0,81	0,70	0,80	0,80	0,79	0,68	0,68	0,70	0,73	0,81	0,64	0,58	0,74
12	0,70	0,70	0,80	0,90	0,60	0,79	0,60	0,70	0,81	0,90	0,69	0,80	0,70	0,66	0,77	0,80	0,68	0,70	0,61	0,80	0,68	0,70	0,60	0,80	0,90	0,69	0,73
M.P.O.	0,72	0,71	0,65	0,75	0,70	0,75	0,71	0,71	0,76	0,75	0,73	0,83	0,73	0,68	0,75	0,77	0,73	0,71	0,78	0,76	0,69	0,71	0,74	0,71	0,70	0,66	0,73

M.P.O. = Média por orifício

M.P.P. = Média por parcela

TABELA - 2

QUANTIDADE DE CALCÁRIO DISTRIBUÍDA EM Kg POR ORIFÍCIOS NAS PARCELAS PELO DISTRIBUIDOR OTIMIZADO COM VOLUME NO RESERVATÓRIO DE 1500 Kg.

PARCELAS	ORIFÍCIOS																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	M.P.P.
1	0.71	0.60	0.68	0.99	0.70	0.68	0.80	0.90	1.20	0.68	0.90	0.72	0.80	0.71	0.66	0.81	0.70	0.60	0.70	0.80	0.60	0.70	0.68	0.90	1.00	0.60	0.77
2	0.99	0.80	0.67	0.82	0.80	0.71	0.82	0.70	0.92	0.70	0.68	0.70	0.90	0.90	0.99	0.70	0.81	0.80	0.81	0.72	0.81	0.99	0.80	0.76	0.69	0.99	0.81
3	0.88	0.85	0.80	0.80	0.71	0.68	0.70	0.68	0.66	0.80	0.90	0.68	0.80	0.72	0.81	0.79	0.68	0.61	0.68	0.70	0.69	0.80	0.70	0.80	1.00	0.60	0.75
4	0.68	0.70	0.72	0.81	0.81	0.60	0.90	0.66	0.70	0.50	0.68	0.67	0.66	0.81	0.90	0.71	0.72	0.76	0.72	0.67	0.80	0.80	0.61	0.88	0.70	0.70	0.73
5	0.90	0.75	0.71	0.86	0.60	0.70	0.90	0.71	0.67	0.80	0.77	0.80	0.80	0.99	0.50	0.66	0.77	0.72	0.76	0.68	0.51	0.90	0.61	0.79	0.80	0.80	0.75
6	1.00	0.75	0.68	0.99	0.70	0.90	0.70	0.69	0.89	0.75	0.66	0.80	0.70	0.68	0.80	0.72	0.71	0.61	0.90	0.70	0.80	0.71	0.68	0.70	0.71	0.81	0.76
7	0.69	0.68	0.80	0.71	0.68	0.86	0.72	0.70	0.71	0.71	0.90	0.88	0.70	0.65	0.70	0.80	0.70	0.81	0.94	0.67	0.77	0.60	0.70	0.80	0.71	0.60	0.74
8	0.80	0.71	1.00	0.81	0.70	0.81	0.68	0.90	0.71	0.68	0.70	0.80	0.70	0.90	0.81	0.66	0.70	0.70	0.88	0.80	0.67	0.80	0.66	0.66	0.67	0.71	0.75
9	0.61	0.80	0.80	0.60	0.80	0.70	0.69	0.69	0.69	0.90	0.80	0.89	0.69	0.81	0.71	0.91	0.66	0.71	0.86	0.81	0.80	0.71	0.61	0.90	0.80	0.68	0.76
10	0.72	0.90	0.83	0.76	0.67	0.69	0.90	0.90	0.70	0.70	0.71	0.81	0.81	0.88	0.78	0.84	0.90	0.81	0.71	0.71	0.68	0.71	0.70	0.71	0.91	0.70	0.77
11	0.75	0.68	0.81	0.86	0.82	0.91	0.71	0.81	0.80	0.72	0.61	0.90	0.91	0.77	0.77	0.70	0.66	0.69	0.90	0.80	0.72	0.81	0.66	0.72	0.66	0.61	0.76
12	0.66	0.71	0.60	0.50	0.72	0.88	0.70	0.70	0.71	0.81	0.90	0.66	0.79	0.76	0.76	0.66	0.67	0.65	0.69	0.69	0.70	0.80	0.98	0.80	0.90	0.79	0.74
M.P.O.	0.78	0.74	0.76	0.79	0.73	0.76	0.77	0.75	0.78	0.73	0.77	0.78	0.77	0.80	0.77	0.75	0.72	0.71	0.80	0.73	0.71	0.78	0.70	0.79	0.80	0.72	0.76

M.P.O. = Média por orifício
M.P.P. = Média por parcela

TABELA - 3

**QUANTIDADE DE CALCÁRIO DISTRIBUÍDA EM Kg POR ORIFÍCIOS NAS PARCELAS PELO
DISTRIBUIDOR OTIMIZADO COM VOLUME NO RESERVATÓRIO DE 3000 Kg**

PARCELAS	ORIFÍCIOS																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	M.P.P.
1	0,80	0,78	0,75	0,82	0,90	0,85	0,81	0,85	0,80	0,90	0,90	0,87	0,76	0,70	0,71	0,75	0,80	0,60	0,90	0,70	0,70	0,69	0,71	0,69	0,77	0,78	0,78
2	0,81	0,71	0,76	1,00	0,78	0,70	0,80	0,90	0,70	0,60	0,81	0,69	0,90	0,70	0,80	0,71	0,66	0,59	0,90	0,70	0,80	0,81	0,89	0,68	0,90	0,79	0,77
3	0,79	0,80	0,70	0,60	0,90	0,69	0,69	0,81	0,60	0,80	0,71	0,80	0,90	1,00	0,94	0,70	0,81	0,72	0,76	0,70	0,80	0,71	0,40	0,81	0,85	0,90	0,77
4	0,78	0,82	0,90	0,80	0,88	0,70	0,70	0,60	0,90	0,40	0,71	0,80	0,90	0,80	0,69	0,72	0,68	0,90	0,88	0,61	0,75	0,77	0,90	0,65	0,69	0,60	0,75
5	0,64	0,81	1,00	0,90	0,60	0,82	0,80	0,77	0,68	0,80	0,61	0,74	0,88	0,68	0,69	0,65	0,86	0,71	0,69	0,77	0,69	0,66	0,71	0,70	0,80	0,80	0,75
6	0,60	0,90	0,99	0,69	0,70	0,71	0,81	0,61	0,70	0,81	0,66	0,71	0,67	0,90	0,81	0,90	0,88	0,76	0,72	0,90	1,00	0,81	0,61	0,80	0,70	0,90	0,78
7	0,70	0,81	0,81	0,90	0,71	0,76	0,80	1,20	0,65	0,71	0,99	0,88	0,71	0,85	0,71	0,86	0,71	0,70	0,90	0,91	0,80	0,76	0,90	0,76	0,81	0,71	0,81
8	0,80	0,69	0,69	0,80	0,80	0,60	0,79	0,69	0,71	0,69	0,81	0,76	0,69	0,84	0,66	0,81	0,86	0,80	0,81	0,68	0,76	0,66	0,81	0,82	0,75	0,68	0,75
9	0,85	0,70	0,99	0,70	0,70	0,80	0,70	0,90	0,81	0,90	0,70	0,71	0,90	0,80	0,88	0,86	0,71	0,60	0,85	0,91	0,69	0,80	0,71	0,76	0,72	0,70	0,78
10	0,90	0,70	0,89	0,69	0,60	0,70	0,68	0,99	0,98	0,74	0,66	0,59	0,80	0,81	0,71	0,71	0,76	0,70	0,81	0,76	0,80	0,69	0,50	0,99	0,70	0,80	0,76
11	0,82	0,69	0,76	0,77	0,60	0,69	0,77	0,88	0,69	0,80	0,86	0,60	0,76	0,70	0,90	0,74	0,90	0,90	0,69	0,80	0,75	0,66	0,80	0,90	0,69	0,65	0,76
12	0,70	0,90	0,77	0,76	0,80	0,80	0,69	0,68	0,70	0,99	0,98	0,50	0,71	0,68	0,96	0,75	0,69	0,80	0,71	0,70	0,82	0,68	0,90	0,81	0,70	0,70	0,76
M.P.O.	0,77	0,78	0,83	0,79	0,75	0,74	0,75	0,82	0,74	0,76	0,78	0,72	0,80	0,79	0,79	0,76	0,78	0,73	0,80	0,76	0,07	0,73	0,74	0,78	0,76	0,75	0,77

M.P.O. = Média por orifício
M.P.P. = Média por parcelas

TABELA - 4

QUANTIDADE DE CALCÁRIO DISTRIBUÍDA EM Kg POR ORIFÍCIOS NAS PARCELAS PELO DISTRIBUIDOR CONVENCIONAL COM VOLUME NO RESERVATÓRIO DE 750 Kg.

PARCELAS	ORIFÍCIOS																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	M.P.P.
1	0,41	0,50	0,50	0,60	0,50	0,55	0,60	0,50	0,60	0,70	0,48	0,40	0,50	0,60	0,48	0,50	0,51	0,40	0,40	0,40	0,50	0,51	0,60	0,40	0,44	0,44	0,50
2	0,50	0,48	0,48	0,50	0,50	0,60	0,50	0,48	0,50	0,35	0,60	0,42	0,41	0,38	0,48	0,50	0,50	0,50	0,59	0,44	0,61	0,40	0,50	0,60	0,44	0,50	0,49
3	0,49	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,50	0,44	0,35	0,36	0,40	0,50	0,50	0,41	0,53	0,44	0,44	0,40	0,51	0,44	0,56	0,44	0,50	0,51	0,44	0,50	0,46
4	0,61	0,40	0,38	0,50	0,61	0,55	0,51	0,49	0,55	0,60	0,50	0,45	0,50	0,53	0,44	0,51	0,44	0,49	0,51	0,44	0,54	0,44	0,43	0,43	0,44	0,44	0,49
5	0,48	0,50	0,50	0,50	0,44	0,60	0,51	0,52	0,40	0,53	0,55	0,50	0,44	0,50	0,55	0,40	0,44	0,49	0,43	0,42	0,43	0,45	0,44	0,51	0,51	0,60	0,49
6	0,50	0,60	0,50	0,60	0,39	0,40	0,52	0,53	0,55	0,44	0,39	0,40	0,44	0,45	0,50	0,50	0,61	0,50	0,55	0,50	0,60	0,50	0,40	0,40	0,55	0,50	0,49
7	0,60	0,55	0,44	0,55	0,40	0,60	0,44	0,45	0,60	0,44	0,48	0,49	0,41	0,43	0,44	0,43	0,44	0,51	0,50	0,40	0,55	0,40	0,42	0,50	0,50	0,40	0,48
8	0,40	0,38	0,55	0,51	0,49	0,48	0,45	0,55	0,60	0,40	0,48	0,44	0,50	0,60	0,40	0,50	0,50	0,40	0,44	0,45	0,55	0,60	0,48	0,56	0,55	0,40	0,49
9	0,50	0,40	0,40	0,44	0,45	0,44	0,45	0,55	0,60	0,61	0,50	0,50	0,50	0,22	0,42	0,49	0,40	0,39	0,60	0,55	0,60	0,55	0,48	0,55	0,50	0,61	0,49
10	0,60	0,40	0,55	0,50	0,61	0,49	0,51	0,50	0,51	0,55	0,39	0,40	0,51	0,44	0,50	0,51	0,44	0,40	0,48	0,41	0,48	0,45	0,55	0,64	0,55	0,40	0,49
11	0,50	0,39	0,50	0,49	0,44	0,49	0,50	0,50	0,40	0,40	0,30	0,40	0,45	0,61	0,40	0,40	0,50	0,45	0,40	0,44	0,50	0,40	0,41	0,50	0,55	0,40	0,45
12	0,60	0,40	0,40	0,42	0,50	0,55	0,60	0,55	0,55	0,50	0,48	0,51	0,45	0,50	0,40	0,50	0,40	0,49	0,40	0,41	0,44	0,43	0,44	0,44	0,43	0,40	0,47
M.P.O.	0,52	0,46	0,47	0,51	0,48	0,52	0,51	0,51	0,52	0,49	0,46	0,45	0,47	0,47	0,46	0,47	0,47	0,45	0,48	0,44	0,53	0,46	0,47	0,51	0,49	0,47	0,48

M.P.O. = Média por orifício

M.P.P. = Média por parcela

TABELA - 5

QUANTIDADE DE CALCÁRIO DISTRIBUÍDA EM Kg POR ORIFÍCIOS NAS PARCELAS PELO DISTRIBUIDOR CONVENCIONAL COM VOLUME NO RESERVATÓRIO DE 1500 Kg.

PARCELAS	ORIFÍCIOS																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	M.P.P.	
1	0,67	0,60	0,70	0,55	0,61	0,51	0,50	0,61	0,59	0,56	0,60	0,50	0,47	0,48	0,50	0,60	0,55	0,50	0,41	0,50	0,60	0,56	0,50	0,57	0,49	0,43	0,54	
2	0,61	0,57	0,50	0,50	0,49	0,50	0,41	0,60	0,50	0,49	0,48	0,51	0,50	0,55	0,51	0,50	0,44	0,50	0,60	0,50	0,44	0,44	0,45	0,44	0,51	0,50	0,50	
3	0,50	0,51	0,47	0,50	0,51	0,47	0,58	0,45	0,50	0,45	0,44	0,48	0,48	0,40	0,51	0,45	0,50	0,50	0,44	0,50	0,51	0,44	0,50	0,45	0,46	0,47	0,48	
4	0,50	0,48	0,57	0,60	0,55	0,57	0,60	0,50	0,45	0,48	0,50	0,50	0,51	0,50	0,50	0,52	0,44	0,50	0,60	0,50	0,49	0,60	0,50	0,51	0,44	0,50	0,52	
5	0,51	0,48	0,50	0,55	0,45	0,60	0,50	0,48	0,55	0,50	0,60	0,48	0,41	0,44	0,45	0,50	0,50	0,44	0,50	0,52	0,61	0,44	0,39	0,40	0,50	0,40	0,49	
6	0,49	0,50	0,45	0,50	0,44	0,50	0,50	0,45	0,48	0,51	0,45	0,41	0,48	0,40	0,50	0,44	0,50	0,52	0,52	0,55	0,60	0,60	0,50	0,49	0,45	0,60	0,49	
7	0,61	0,50	0,52	0,50	0,46	0,47	0,60	0,50	0,51	0,50	0,49	0,49	0,48	0,50	0,60	0,45	0,51	0,62	0,53	0,49	0,45	0,45	0,50	0,51	0,53	0,60	0,51	
8	0,48	0,49	0,48	0,45	0,44	0,49	0,50	0,48	0,50	0,55	0,40	0,49	0,50	0,50	0,51	0,44	0,45	0,40	0,52	0,51	0,61	0,49	0,45	0,55	0,60	0,44	0,49	
9	0,50	0,48	0,50	0,55	0,60	0,50	0,49	0,50	0,55	0,45	0,60	0,50	0,50	0,50	0,55	0,60	0,49	0,60	0,44	0,50	0,61	0,44	0,57	0,60	0,50	0,52	0,52	
10	0,51	0,50	0,50	0,51	0,60	0,52	0,61	0,40	0,44	0,48	0,48	0,48	0,47	0,49	0,44	0,45	0,45	0,44	0,50	0,51	0,61	0,45	0,60	0,50	0,53	0,40	0,50	
11	0,48	0,60	0,50	0,57	0,50	0,52	0,50	0,47	0,48	0,40	0,44	0,49	0,50	0,50	0,50	0,51	0,45	0,44	0,58	0,59	0,40	0,43	0,53	0,52	0,40	0,52	0,49	
12	0,58	0,50	0,55	0,40	0,56	0,50	0,52	0,50	0,50	0,50	0,50	0,51	0,60	0,51	0,40	0,40	0,50	0,44	0,50	0,60	0,48	0,50	0,62	0,48	0,50	0,60	0,51	
M.P.O.	0,62	0,52	0,52	0,52	0,52	0,51	0,53	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,50	0,49	0,48	0,49	0,51	0,52	0,53	0,49	0,51	0,46	0,49	0,50	0,50

M.P.O. = Média por orifício

M.P.P. = Média por parcela

TABELA - 6

QUANTIDADE DE CALCÁRIO DISTRIBUÍDA EM Kg POR ORIFÍCIOS NAS PARCELAS PELO DISTRIBUIDOR CONVENCIONAL COM VOLUME NO RESERVATÓRIO DE 3000 Kg.

PARCELAS	ORIFÍCIOS																										M.P.P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	0.75	0.72	0.70	0.82	0.79	0.70	0.73	0.80	0.99	0.81	0.70	0.90	0.80	1.00	0.70	0.80	0.64	0.80	0.70	0.80	0.70	0.60	0.65	0.81	0.91	0.72	0.77
2	0.81	0.74	0.69	0.80	0.79	0.82	0.68	0.65	0.72	0.80	0.90	0.81	0.80	0.70	0.77	0.69	0.80	0.72	0.99	0.74	0.75	0.68	0.70	0.80	0.80	0.75	0.77
3	0.72	0.88	0.80	0.82	0.75	0.80	0.77	0.78	0.79	0.77	0.90	0.72	0.72	0.80	0.81	0.71	0.73	0.99	0.81	0.85	0.81	0.79	0.81	0.72	0.68	0.90	0.79
4	0.69	0.70	0.71	0.69	0.81	0.66	0.71	0.70	0.80	0.71	0.60	0.74	0.71	0.80	0.68	0.71	0.73	0.64	0.60	0.90	0.85	0.77	0.79	0.71	0.66	0.80	0.73
5	0.70	0.80	0.68	0.66	0.80	0.77	0.88	0.71	0.79	0.60	0.61	0.71	0.80	0.67	0.77	0.70	0.71	0.60	0.66	0.80	0.90	0.61	0.79	0.90	0.75	0.65	0.73
6	0.90	0.81	0.60	1.10	0.90	0.60	0.70	0.80	0.82	0.72	0.79	0.69	0.70	0.69	0.68	0.65	0.66	0.70	0.80	0.71	0.71	0.73	0.67	0.80	0.90	0.91	0.76
7	0.81	0.79	0.70	0.65	0.70	0.66	0.80	0.71	0.71	0.70	0.73	0.80	0.67	0.80	0.71	0.73	0.77	0.79	0.77	0.80	0.99	0.85	0.76	0.67	0.80	0.90	0.76
8	0.70	0.82	0.80	0.66	0.80	0.76	0.80	0.75	0.65	0.61	0.67	0.82	0.70	0.68	0.79	0.66	0.71	0.77	0.69	0.77	0.80	0.81	0.75	0.80	0.79	0.80	0.74
9	0.80	0.75	0.71	0.80	0.79	0.73	0.71	0.90	0.76	0.80	0.71	0.68	0.77	0.80	0.79	0.69	0.81	0.87	0.78	0.80	0.71	0.60	0.55	0.81	0.69	0.90	0.76
10	0.76	0.75	0.80	0.85	0.79	0.73	0.79	0.67	0.80	0.67	0.81	0.70	0.78	0.71	0.69	0.75	0.77	0.61	0.59	0.66	0.90	0.80	0.81	0.67	0.72	0.70	0.74
11	0.71	0.78	0.72	0.81	0.74	0.60	0.69	0.70	0.80	1.00	0.80	0.72	0.79	0.70	0.71	0.68	0.61	0.80	0.77	0.71	0.66	0.60	0.80	0.70	0.67	0.57	0.72
12	0.81	0.73	0.72	0.74	0.75	0.67	0.80	0.65	0.71	0.80	0.81	0.82	0.80	0.71	0.60	0.99	0.80	0.71	0.79	0.67	0.71	0.90	1.30	0.90	0.85	0.70	0.79
M.P.O.	0.76	0.77	0.72	0.78	0.78	0.71	0.76	0.74	0.72	0.75	0.75	0.76	0.75	0.76	0.73	0.73	0.73	0.75	0.75	0.77	0.79	0.73	0.78	0.77	0.77	0.78	0.76

M.P.O. = Média por orifício
M.P.P. = Média por parcela