

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DESEMPENHO DE UMA DISTRIBUIDORA A LANÇO COM DOIS
TIPOS DE PRODUTOS APLICADOS COM DIFERENTES POSIÇÕES
DE ALETAS NOS DISCOS**

LEANDRO HACHUY

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Energia na Agricultura).

BOTUCATU - SP

Setembro - 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DESEMPENHO DE UMA DISTRIBUIDORA A LANÇO COM DOIS
TIPOS DE PRODUTOS APLICADOS EM DIFERENTES POSIÇÕES DE
ALETAS NOS DISCOS**

LEANDRO HACHUY

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez

Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU - SP

Setembro – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Hachuy, Leandro, 1959-
H117d Desempenho de uma distribuidora a lança com dois tipos
de produtos aplicados em diferentes posições de aletas nos
discos / Leandro Hachuy. - Botucatu : [s.n.], 2008.
iv, 60 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Sérgio Hugo Benes
Co-Orientador: Paulo Roberto Arbex Silva
Inclui bibliografia.

1. Aplicador a lança. 2. Fertilisantes - Distribuidores.
3. Calcário. 4. Distribuição longitudinal. I. Benes, Sér-
gio Hugo. II. Silva, Paulo Roberto Arbex. III. Universida-
de Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de
Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DESEMPENHO DE UMA DISTRIBUIDORA A LANÇO COM DOIS TIPOS
DE PRODUTOS APLICADOS COM DIFERENTES POSIÇÕES DE
ALETAS NOS DISCOS"

ALUNO: LEANDRO HACHUY

ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO HUGO BENEZ

CO-ORIENTADOR: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

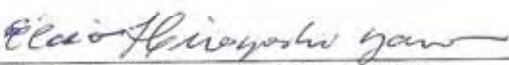
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA



PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO



PROF. DR. ELCIO HIROYOSHI YANO

Data da Realização: 05 de setembro de 2008.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez, orientador desta dissertação, pela sabedoria, compreensão, exigência e acima de tudo, pela grande amizade. Minha eterna gratidão e carinho.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva, co-orientador desta dissertação, na execução desta pesquisa, no enriquecimento desse trabalho, por todo empenho, e principalmente por sua inestimável amizade.

À minha mãe, Haydée Orio Hachuy, por me incentivar a seguir em frente, mesmo nos momentos difíceis.

Aos meus filhos, Leandro, Eduardo e Ricardo, pela inspiração e pelo apoio durante todo o trabalho.

À Maria Sílvia Chiaradia Gabriel, pelo amor, apoio, compreensão e companheirismo em todos os momentos.

Aos professores Dr. Ulisses Rocha Antuniassi e Dr. Silvio José Bicudo por participarem de minha banca de qualificação, por me ajudarem a enriquecer esse trabalho, através de suas largas experiências.

Ao professor Dr. Ângelo Catâneo que sempre me atendeu com presteza, na condução da análise estatística.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia Rural e do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu, pela disponibilidade em ajudar sempre, e pela grande amizade.

A todos os colegas da Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu, pelos incentivos, pelo companheirismo e amizade.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	III
LISTA DE FIGURAS	IV
1. RESUMO	1
2. SUMMARY	3
3. INTRODUÇÃO	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
5. MATERIAL E MÉTODOS	16
5.1 Material	16
5.1.1 Área experimental	16
5.1.2 Insumos	17
5.1.3 Máquinas e Equipamentos agrícolas	17
5.1.4 Coletores	20
5.1.5 Caracterização das condições climáticas	20
5.1.6 Sistema de aquisição de dados	21
5.1.7 Determinação do consumo de combustível horário do trator	21
5.2 Métodos	22
5.2.1 Delineamento experimental	22
5.2.2 Descrição dos tratamentos	22
5.2.3 Ensaio para caracterização da distribuição de calcário e uréia...	23
5.2.3.1 Faixa de deposição transversal	23
5.2.3.2 Faixa de deposição longitudinal	26
5.2.4 Cálculo da largura efetiva de trabalho	26
5.2.5 Densidade dos materiais	27
5.2.6 Ângulo de repouso dos produtos	28
5.2.7 Sistema de aquisição de dados	29
5.2.8 Determinação da velocidade de deslocamento	30
5.2.9 Capacidade de campo efetiva	30
5.2.10 Análise estatística	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6.1 Densidade dos produtos	31
6.2 Ângulo de repouso	31
6.2.1 Calcário	32
6.2.2 Uréia	32
6.3 Distribuição nos coletores	33
6.3.1 Calcário	35
6.3.2 Uréia	38
6.4 Análise estatística descritiva da distribuição transversal dos tratamentos	40
6.4.1 Calcário	40
6.4.2 Uréia	42
6.5 Faixa de deposição longitudinal	43
6.5.1 Aplicação de calcário	43

	Página
6.5.2 Aplicação de uréia	44
6.6 Análise estatística descritiva da distribuição longitudinal dos tratamentos	45
6.6.1 Calcário.....	45
6.6.2 Uréia	46
6.7 Determinação da largura efetiva de trabalho.....	46
6.7.1 Calcário.....	47
6.7.2 Uréia	49
6.8 Capacidade de campo efetiva	52
6.8.1 Calcário.....	52
6.8.2 Uréia	53
6.9 Consumo de combustível operacional.....	54
6.9.1 Calcário.....	54
6.9.2 Uréia	54
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
8 CONCLUSÕES	57
9 REFERÊNCIAS	58

LISTA DE QUADROS

	Página
1 Representação dos tratamentos quanto à posição das aletas.....	22
2 Valores das densidades do calcário e uréia.	31
3 Valores médios dos produtos coletados nos ensaios para cada tratamento	34
4 Análise estatística descritiva da distribuição transversal de calcário nos tratamentos	41
5 Análise estatística descritiva da distribuição transversal de uréia nos tratamentos	42
6 Análise estatística descritiva da distribuição longitudinal de calcário nos tratamentos	45
7 Análise estatística descritiva da distribuição longitudinal da uréia nos tratamentos	46
8 Valores de capacidade de campo efetiva dos tratamentos de calcário.....	52
9 Valores de capacidade de campo efetiva dos tratamentos da uréia	53
10 Consumo de combustível operacional para distribuição de calcário	54
11 Consumo de combustível operacional para distribuição de uréia.....	54

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Circuitos de deposição adotados para uma máquina distribuidora.	10
2 Trator marca SLC John Deere, modelo 6600.	18
3 Distribuidor de corretivos Marchesan DCA 2500 MC – vista frontal.....	19
4 Distribuidor de corretivos Marchesan DCA 2500 MC – vista do elemento centrífugo.	19
5 Coletor	20
6 Anemômetro digital portátil Lutron modelo AM-4201.	21
7 Disco rotativo com regulação das aletas	24
8 Esquema das posições das aletas durante a distribuição nos tratamentos	24
9 Passagem do distribuidor sobre os coletores	25
10 Vista geral dos coletores distribuídos na pista de ensaio.....	26
11 Determinação da densidade do produto.....	28
12 Ângulo de repouso do produto.	29
13 Desenho esquemático do ângulo de repouso do calcário	32
14 Desenho esquemático do ângulo de repouso da uréia	32
15 Tratamento 1 – Distribuição média dos coletores	35
16 Tratamento 2 – Distribuição média dos coletores	36
17 Tratamento 3 – Distribuição média dos coletores	36
18 Tratamento 4 – Distribuição média dos coletores	37
19 Tratamento 5 – Distribuição média dos coletores	38
20 Tratamento 6 – Distribuição média dos coletores	39
21 Tratamento 7 – Distribuição média dos coletores	39
22 Tratamento 8 – Distribuição média dos coletores	40
23 Distribuição longitudinal do calcário.....	43
24 Distribuição longitudinal da uréia	44
25 CV x largura de trabalho do Tratamento 1	47
26 CV x largura de trabalho do Tratamento 2.....	48
27 CV x largura de trabalho do Tratamento 3.....	48
28 CV x largura de trabalho do Tratamento 4.....	49
29 CV x largura de trabalho do Tratamento 5.....	50
30 CV x largura de trabalho do Tratamento 6.....	50
31 CV x largura de trabalho do Tratamento 7.....	51
32 CV x largura de trabalho do Tratamento 8.....	51

1. RESUMO

Dentre as operações preliminares para a boa condução de uma cultura instalada a campo está a calagem, que visa corrigir as propriedades químicas do solo e também a adubação a lanço com nitrogênio, tradicionalmente utilizada em cobertura, e hoje numa nova tendência, em pré-plantio. Não se tem domínio ou informações confiáveis sobre a maioria das máquinas disponíveis no mercado brasileiro referentes à qualidade da aplicação realizada por esses equipamentos, bem como a sua largura efetiva de trabalho. Essa largura é determinada como função de uma regularidade mínima na dosagem, obtida a partir da sobreposição com passadas adjacentes. A determinação da largura de trabalho ou largura efetiva é definida a partir de ensaios padronizados. O experimento foi conduzido a campo, no ano de 2008, na Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp- Campus de Botucatu SP, em solo classificado como Nitossolo Vermelho distroférico. O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar o desempenho de um distribuidor a lanço na aplicação de calcário e uréia com 4 diferentes posições de aletas nos discos em uma mesma velocidade de deslocamento do trator. Os tratamentos foram os seguintes: T1- calcário – largura de distribuição média e direcionamento do produto intermediário; T2- calcário – largura de distribuição menor e direcionamento do produto mais para o centro; T3- calcário – largura de distribuição maior e direcionamento do produto mais para as extremidades; T4- calcário – ajuste de somente duas aletas em ângulos diferentes das demais; T5- uréia – ajuste de somente duas aletas em ângulos diferentes das demais; T6- uréia – largura de distribuição média e

direcionamento do produto intermediário; T7- uréia – largura de distribuição menor e direcionamento do produto mais para o centro; T8- uréia – largura de distribuição maior e direcionamento do produto mais para as extremidades. Foram avaliados os seguintes parâmetros: coeficiente de variação da distribuição - distribuição do corretivo (largura de trabalho) variando a quantidade por hectare (regulagem no barracão e efetivamente no campo); capacidade operacional e consumo horário de combustível do trator. Os ensaios foram realizados de acordo com a Norma ISO 5690/1 (ISO, 1985) e a Norma ASAE S341.2 (ASAE, 1996). A partir dos resultados obtidos nos ensaios e atendendo aos objetivos deste trabalho, concluiu-se que a posição das aletas nos discos altera a largura efetiva de trabalho para os dois produtos estudados. Através do coeficiente de variação de 15%, conforme estabelecido neste trabalho observou-se que o Tratamento 1 obteve a maior largura útil de trabalho para o calcário. Observando-se os valores médios de capacidade de campo de todos os tratamentos pode-se concluir que o rendimento da aplicação de calcário é superior em 47% em relação à aplicação de uréia. Os resultados evidenciaram ainda que o Tratamento 3 apresentou uma largura de distribuição menor e direcionamento do produto mais para o centro, em relação aos demais tratamentos, diferindo do esperado pelo manual do fabricante.

Palavras-chave: Largura de trabalho, coeficiente de variação, distribuição transversal.

PERFORMANCE OF A DISTRIBUTOR TO THROW WITH TWO TYPES OF PRODUCTS APPLIED IN DIFFERENT POSITIONS OF OPENINGS IN THE DISCS DURING THE APPLICATION. Botucatu, 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: LEANDRO HACHUY

Adviser: SÉRGIO HUGO BENEZ

Co-Adviser: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

2. SUMMARY

Among the preliminary to the smooth conduct of a culture installed the field is set, seeking to correct the chemical properties of soil and also the fertilizing to throw, traditionally used in covering, and today in a new tendency, in daily pre-planting. There is no field or reliable information on the majority of machines available in the Brazilian market concerning the quality of the application made by such equipment as well as its effective width of work. This width is determined as a function of the regular minimum strength, obtained from the overlap with adjacent past. The determination of the width of work or effective width is defined from standardized tests. Liming, in most cases is done with machines called specialized applications of fertilizers and corrective. The machines are divided as the mechanism doser in centrifugal and continuous thread. Quantities ideals are obtained through specific formulas. The experiment was carried out in 2008, on the the Experimental Farm Lageado of São Paulo State University in Botucatu, on soil classified as Dystroferic Red Nitosol. This study aimed to evaluate the performance of primary distributor with a haul in the application of lime and urea with 4 different positions of fins on the disks in the same speed of displacement of the tractor. The treatments were: T1-lime - average width of distribution and product direction of the intermediary, T2-lime - width of distribution and lower direction of the product more to the center; T3-lime - width and direction of greater distribution of the product more to the extremities; T4-lime - adjustment of only two fins at different angles of the other; T5-urea - adjustment of only two fins at different angles of the other; T6-urea - average width of distribution and product direction of the intermediary; T7 -

urea - width of distribution and lower direction of the product more to the center; T8-urea - width and direction of greater distribution of the product more to the ends. The following parameters were evaluated: coefficient of distribution - distribution of corrective (width of work) varying the amount per hectare (regulation in the shed and effectively in the field); actual speed of implementation, the actual speed of displacement, operational capacity and consumption by time and area of the tractor fuel. The tests were performed according to ISO 5690 / 1 (ISO, 1985) and Standard ASAE S341.2 (ASAE, 1996). From the results obtained in the trials and given the objectives of this work, it was concluded that the position of the fins on the disks changes the effective width of work for the two products studied. Through the coefficient of variation of 15%, as set out in this work, it was concluded that the treatment 1 received the largest width of useful work for the limestone. Looking to the average capacity of field of all treatments can be concluded that the efficiency of the application of lime is higher by 47% compared to the application of urea. The results showed that the treatment 3 showed a wide distribution of minor and direction of the product more to the center, on the other treatments, differing expected by the manufacturer's manual.

Keywords: Width of work, coefficient of variation, distribution cross.

3. INTRODUÇÃO

A atividade agrícola tem se caracterizado pela utilização racional dos solos e insumos. Agricultura brasileira vem passando por alterações de alguns conceitos, entre os quais a adubação a lanço, tradicionalmente utilizada em cobertura e hoje numa nova tendência em pré-plantio.

Nomeiam-se *máquinas para aplicação de corretivos* aquelas destinadas a promover a dosagem e distribuição de corretivos no solo. Os corretivos agrícolas constituem insumos fundamentais na exploração agropecuária e a correta aplicação destes, operação comumente denominada “calagem”, assume particular significado, tanto pela forma como as plantas respondem a essa prática como pelos custos envolvidos na lavoura (MIELNICZUK, 1983). O excesso pode ser prejudicial às plantas, além do gasto desnecessário do produto. A falta, certamente, resultará em decréscimo na produtividade devido à deficiência de nutrientes.

Levando-se em consideração que a acidez excessiva é a condição desfavorável de reação do solo mais comum nos terrenos brasileiros, a correta aplicação de fertilizantes assume particular significado. A eficiência destes insumos no processo produtivo se agrícola ou pecuário é dependente da qualidade do corretivo e da forma como este é aplicado ao solo. Caso haja falhas em qualquer um destes fatores, esta etapa fica comprometida.

Uma grande soma de recursos é empregada nas diferentes operações relacionadas ao fornecimento dos nutrientes necessários ao desenvolvimento das culturas agrícolas. Mesmo com todo o investimento se percebem inúmeros problemas que impedem o funcionamento adequado das técnicas utilizadas. Por essa razão, foi objetivo esclarecer alguns pontos que deverão ajudar no aumento da eficiência do uso de corretivos do solo.

Como a atividade agrícola é uma das mais complexas, aquele que a pratica visando exclusivamente a obtenção de lucros, estará condenado a enfraquecer suas terras, de modo que a recuperação destas custará mais que a soma obtida ao longo dos anos de exploração irracional.

No Brasil, a aplicação de calcário é predominantemente feita em superfície total. Os equipamentos disponíveis para aplicação de produtos em pó são equipados com mecanismos distribuidores de queda livre (filete contínuo), mecanismo de inércia (pêndulo) e, em maior quantidade, os centrífugos (discos rotativos).

A calagem, na maioria das vezes, é feita com máquinas especializadas denominadas aplicadores de fertilizantes e corretivos. As máquinas são divididas conforme o mecanismo dosador em centrífugo e filete contínuo. As quantidades ideais são obtidas através de fórmulas específicas.

Os distribuidores centrífugos são os mais populares, equipam máquinas de pequeno porte, montadas e de arrasto, com mecanismo dosador gravitacional, e/ou autopropelidas, com mecanismo dosador volumétrico de esteira. A largura efetiva dessas máquinas depende da sobreposição das camadas de aplicação, e sempre há incertezas associadas à decisão.

O procedimento normalmente utilizado para a determinação da largura efetiva baseia-se no coeficiente de variação (CV) das quantidades de produto caídas dentro de cada coletor (bandeja), disposto em linha transversalmente à passagem da máquina. Para tanto, são realizadas simulações de recobrimentos sucessivos com os valores acumulados nos coletores, e calcula-se o CV para cada situação de recobrimento simulado.

Contudo, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação do desempenho de um distribuidor a lança na aplicação de calcário e uréia com 4 diferentes posições de aletas nos discos em uma mesma velocidade de deslocamento do trator.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Vários fatores influem na uniformidade de aplicação de corretivos e fertilizantes em uma área como, por exemplo, o tipo de máquina utilizada (mecanismo dosador e mecanismo distribuidor), o tipo de insumo aplicado, a velocidade de aplicação e largura útil de trabalho

Alguns ensaios têm sido realizados para caracterizar o desempenho de máquinas de aplicação a lanço, dentre os quais o ensaio de uniformidade de distribuição transversal pode ser considerado um dos mais trabalhosos, demandando maior quantidade de tempo, tanto na coleta de dados quanto na análise dos resultados. Este ensaio é realizado com a disposição no campo de vários coletores padronizados, que se destinam a recolher o produto distribuído naquela área. As quantidades obtidas em cada coletor são pesadas, obtendo-se assim a curva de distribuição transversal do produto. Essa informação é utilizada na determinação da largura de trabalho da máquina para a condição de trabalho. (MOLIN et al., 2000).

Com o objetivo de demonstrar a economicidade da utilização das ferramentas de Agricultura de Precisão no manejo do solo, Dellamea et al. (2006) observaram uma racionalização no uso de insumos em todas as propriedades do projeto, onde se observou uma redução de até 53% na quantidade de fertilizantes aplicada com taxa variável em relação àquela que o produtor tradicionalmente aplicava a taxa fixa. Esta economia se deve pelo fato

da grande variabilidade na fertilidade das áreas estudadas, além de que a maioria das áreas apresentou níveis de fertilidade elevados. Com a melhor alocação dos insumos, tornou-se possível a correção em subáreas que se encontravam com teores deficientes, e economizar fertilizante nas subáreas com teores muito alto de nutrientes.

Segundo Molin et al. (2003), os distribuidores a lanço estão sendo utilizados como máquina alternativa, tanto nas aplicações em cobertura como em aplicações pré-plantio; na maioria dos casos, porém, não se tem informação confiável quanto à qualidade de aplicação de grande parte das máquinas disponíveis no mercado brasileiro.

O coeficiente de variação (CV) é um parâmetro muito utilizado para medir a disparidade de dados. É calculado pelo desvio padrão dividido pela média dos valores coletados, que resultará na variação da quantidade de produto em cada coletor. Dessa forma, quanto maior for o CV, maior será a variação na quantidade de produto acumulada entre os coletores em uma dada condição (MOLIN et al., 1992).

Dallmeyer (1986) recomenda que a análise do perfil transversal seja realizado pelo CV, e a largura de trabalho selecionada como sendo efetiva aquela em que, após a sobreposição, o CV seja de até 15%; da mesma forma, a avaliação da uniformidade de distribuição transversal de fertilizantes utilizando distribuidores centrífugos, conforme Glover e Baird (1973) apud Weiss (1986) é feita pelo coeficiente de variação; eles consideram como grau de uniformidade de distribuição muito bom, o CV até 10%; bom de 10 a 20%; regular de 20 a 33% e deficiente o CV acima de 33%.

Molin et al. (2003), trabalhando com uréia na avaliação de desempenho de uma adubadora a lanço concluíram que a largura efetiva não foi afetada pela dose aplicada de 50 a 250 kg.ha⁻¹ na largura efetiva nominal de 24 m. Nesses tratamentos obtiveram-se os melhores resultados com valores de CV abaixo de 15%. No tratamento com largura efetiva nominal de 18 m, os resultados demonstraram que a máquina não pode ser operada em sistema de percurso contínuo sem que o CV da aplicação ultrapasse o limite pré-estabelecido de 15%. Não se recomenda a utilização da máquina para aplicação de uréia na largura efetiva nominal de 21 m, pois os valores de CV ultrapassam o limite de 15%.

Marchetti et al. (2005) estudando a distribuição de calcário com a utilização de um equipamento pendular concluíram que os melhores coeficientes de vazão

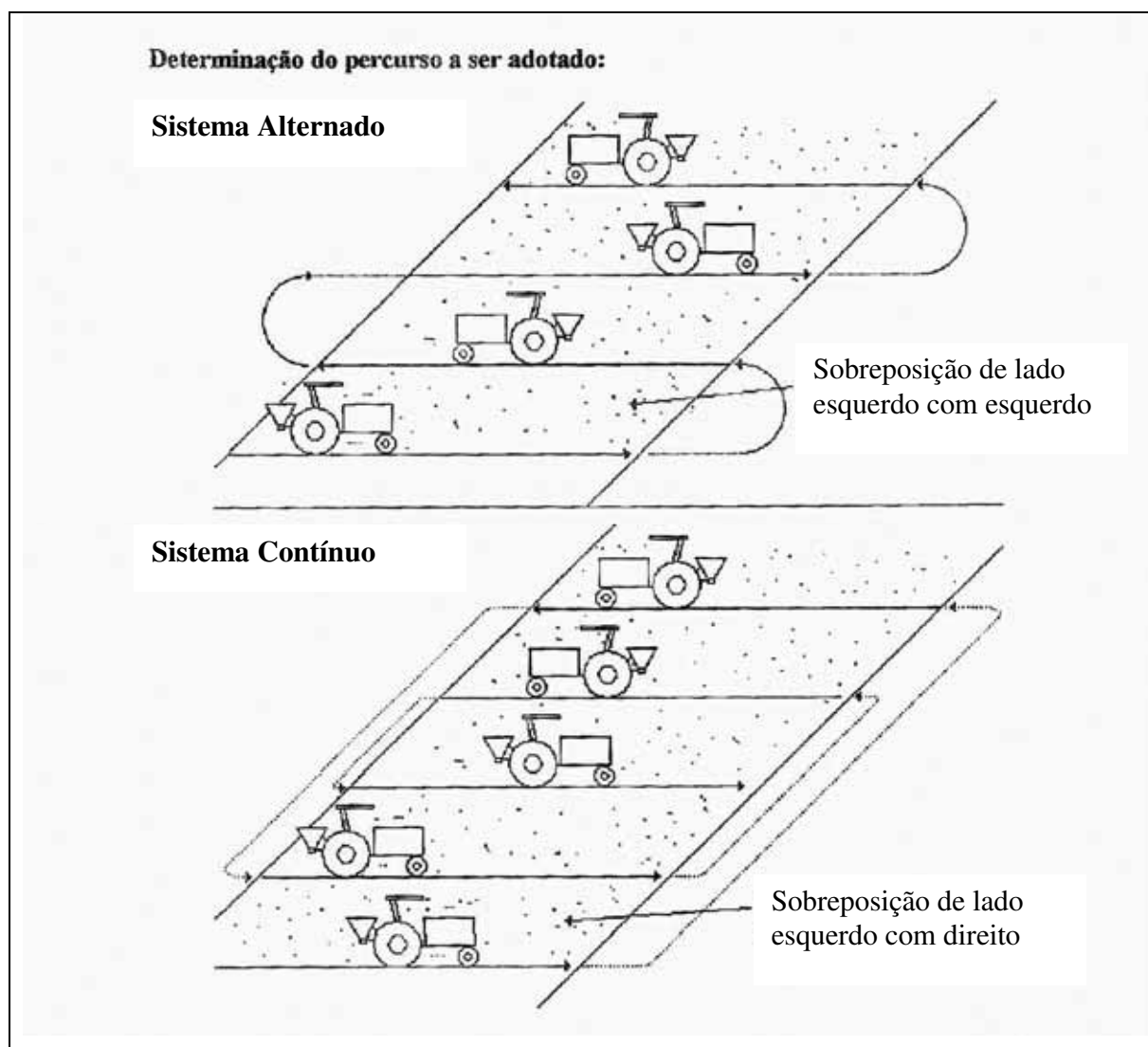
foram obtidos na maior abertura estudada; entretanto somente na maior abertura e velocidade de 15 Km.h^{-1} , o coeficiente de variação ficou abaixo de 12, 5%, permitido pela norma. Com os resultados obtidos no ensaio de distribuição de calcário utilizando o método de sobreposição foi possível obter os valores de largura útil de trabalho, coeficiente de variação e a simetria para cada regulagem.

Werner et al. (2007) observando o desempenho de um conjunto formado por um trator agrícola da marca Massey Ferguson, modelo MF5320, e um distribuidor centrífugo de sólidos da marca Stara Sfil, modelo Tornado 1300, não adaptado para aplicações de fertilizantes, concluíram que, na situação de estudo e com o fertilizante aplicado, é possível utilizar o conjunto para larguras de trabalho entre 20,5 e 22,5 m, no circuito de aplicação contínuo e vai-e-vem, com coeficientes de variação (CV) abaixo de 15%. Concluíram ainda, em seu trabalho, que na análise do perfil longitudinal de distribuição, obtiveram-se valores de CV entre 8,78 e 12,48%. Na regulagem de aletas grandes na posição 3 e pequenas na posição 4, permite-se utilizar o equipamento para larguras entre 20,5 e 22,5 m nos dois circuitos de aplicação sem que os valores de CV ultrapassem 15%.

Para avaliar o desempenho de máquinas aplicadoras de produtos a lanço desenvolveu-se um modelo computacional – Adulanco 2.0. A avaliação consiste na análise de distribuição transversal, a partir dos resultados de ensaio onde é produzida a curva de distribuição transversal e o cálculo de coeficiente de variação para as larguras efetivas simuladas. O programa é intuitivo com saída de dados que permite ao usuário a opção de trabalhar os resultados em outros aplicativos como, por exemplo, planilhas eletrônicas e processadores de texto. O programa tem aplicação prática na execução de ensaios de máquinas aplicadoras de fertilizantes e corretivos sólidos a lanço. A opção “gráfico”, contida no programa, permite ao usuário uma visão do comportamento dos valores de CV para cada largura de trabalho e método de percurso (GONÇALVES et al., 2001).

Existem praticamente dois tipos principais de circuitos ou percursos: fechando ou abrindo o quadro - circuito contínuo – e em “vai e vem”, com manobra nas cabeceiras do talhão. No circuito contínuo existe a sobreposição de lado direito com lado esquerdo da deposição da máquina e vice versa, minimizando possíveis desequilíbrios causados pela máquina; já no circuito “vai e vem”, lados iguais se sobrepõem somando

eventuais erros causados pela máquina, especialmente aqueles que causam assimetria na distribuição do produto. Portanto, a simetria existente entre os dois lados da deposição de produto poderá, inclusive, definir o percurso adequado para uma dada máquina (Figura 1). Para tal, pode ser feita uma análise visual do histograma gerado a partir do teste com os coletores. (MOLIN et al., 1992).



Fonte: Molin et al., 1992.

Figura 1 - Circuitos de deposição adotados para uma máquina distribuidora.

Fontana et al. (1985) estudaram a uniformidade de semeadura de arroz com um distribuidor centrífugo de disco cônico em condições de laboratório e de campo. O distribuidor apresentou uma largura de trabalho útil de 14 m, simetria de distribuição e um coeficiente de variação do perfil transversal de 18%. A análise do perfil transversal mostrou que todas as taxas de semeadura situam-se entre 70 e 100% da taxa máxima.

Milan e Gadanha Junior (1996) ressaltam a importância do uso de dispositivos para evitar o ricochete de partículas durante a execução dos ensaios de caracterização da distribuição transversal. Esses dispositivos absorvem a energia cinética da partícula e fazem com que a mesma não caia indevidamente no coletor adjacente, o que comprometeria as análises. A limitação do uso desses dispositivos é a sua pouca praticidade quando se realizam ensaios de máquinas distribuidoras para fins de regulação, ou mesmo projetos de pesquisa nessa área, já que na maioria dos casos são realizados vários tratamentos e, ainda, diversas repetições para cada tratamento. Em cada operação é necessária a colocação e posterior remoção dos mesmos, o que aumenta, de forma significativa, o tempo para a realização dos ensaios de campo; além disso, a presença desses dispositivos dificulta o armazenamento dos coletores e diminui sua versatilidade quando é necessário transportá-los.

Molin e Ruiz (1999a) trabalharam com coletores alternativos como embalagens de papelão e latas de óleo reaproveitadas e medição volumétrica de material coletado em ensaios para a determinação da largura efetiva de trabalho. Com o objetivo de fornecer metodologia prática ao usuário, obtiveram informações tão eficientes quanto as obtidas com coletores padronizados pela norma ISO 5690/1.

De acordo com Milan e Gadanha Junior (1996) os principais ensaios para se caracterizar o desempenho de uma máquina, são os de uniformidade de distribuição transversal, a distribuição longitudinal e a regularidade de vazão; além desses, existem ainda outros, como ergonomia, segurança e funcionalidade mecânica e caracterização ponderal e dimensional do equipamento. No ensaio de uniformidade de distribuição transversal, um dos fatores que possuem forte influência nos resultados é o tipo de coletor utilizado, superfície sobre a qual os coletores estão dispostos e o uso ou não de dispositivos para evitar ricochete.

Normalmente são referidas duas normas que padronizam os tipos de coletores usados na realização de ensaios de distribuição transversal: ASAE S341. 2 (ASAE,

1996) e ISO 5690/1 (ISO, 1985). Ambas estabelecem as condições do ensaio, do equipamento a ser ensaiado, do produto e da metodologia para a coleta de dados. A norma ISO 5690/1 prevê coletores padronizados de 0,5 m de comprimento, 0,5 m de largura e profundidade mínima de 0,15 m.

Molin e Mazzotti (2000) estudaram a influência da utilização e do tipo de amortecedores de ricochete e concluíram que sombrite com malha de 12,7 mm pode ser utilizado para essa finalidade. A proposta pela ASAE S341.2 tem o mesmo escopo, diferindo basicamente da norma ISO 5690/1 no tamanho dos coletores, que devem ter largura mínima de 0,30 m e comprimento no mínimo igual à largura, e também do aparato para evitar ricochetes, propondo apenas uma grade com células de 0,10 x 0,10 m.

De acordo com a norma ISO (1985) os coletores podem ter as dimensões externas de 1000 x 250 mm ou de 500 x 500 mm, ambos com profundidade mínima de 150 mm.

Para se evitar ricochete de partículas e, conseqüentemente, erros na coleta de amostras, a norma ISO recomenda dividir-se os coletores em células de dimensões de 50 por 50 mm, com altura que não exceda metade da altura do coletor ou a colocação de uma rede sobre os coletores (MIALHE, 1996).

A colocação dos coletores deve ser feita lado a lado, a partir das suas bordas, de modo que eles cubram a largura total de aplicação da máquina. É necessário deixar espaços para a passagem das rodas do trator, os quais devem ser os menores possíveis e múltiplos da largura do coletor (GONÇALVES et al., 2001).

Segundo a norma da ASAE (1996) os dispositivos de coleta devem possuir largura (medida perpendicular à direção da passagem do conjunto) não superior a 10% da faixa de deposição efetiva da máquina. O comprimento deve ser igual ou maior que a largura, com um mínimo de 300 mm; a espessura máxima das paredes dos coletores deve ser de 2,3 mm e os coletores devem possuir tamanho suficiente para coletar amostras, a partir de uma passada do distribuidor, as quais devem ser suficientes para serem medidas. Para reduzir a possibilidade de partículas ricochetearem para fora dos coletores, cada coletor deve ser dividido em compartimentos, em que o tamanho máximo deve ser 100 x 100 mm e mínimo de 50 x 50 mm. A profundidade dos compartimentos deve ser de pelo menos 50% da máxima

dimensão horizontal. Precauções, como cobrir a superfície com material que possua a habilidade de absorver energia, podem ser tomadas se o produto granulado a ser testado não possuir partículas pequenas que possam se alojar no material de cobertura. Cabe destacar que a norma da ASAE (1996) não menciona o uso de malhas ou redes sobre os coletores mas, sim, de superfícies macias que possam absorver o impacto da partícula, ao contrário da norma ISO (1985). O ponto em comum entre as duas normas é a opção da subdivisão do coletor em compartimentos.

Ainda de acordo com a norma ASAE (1996) o espaçamento dos coletores deve ser uniforme, com exceção daqueles que podem ser arranjos de forma a permitir a passagem da máquina aplicadora e das rodas do trator. Durante todos os testes, o topo das bandejas coletoras não deve estar acima de 100 mm da superfície, com a máquina aplicadora na posição normal de operação e, se a altura de descarga do distribuidor for menor que 500 mm, o topo das bandejas coletoras deverá ser menor que 50 mm acima da superfície.

Parish (1996) em revisão de estudos de testes de distribuição transversal e de acordo com a norma ASAE S341.2, verificou que a eficiência de coleta dos coletores pode variar dentro da faixa de aplicação da máquina, quando os coletores estão dispostos sobre superfície rígida. O autor realizou uma comparação entre um teste feito nesse tipo de superfície para produtos de diferentes granulometrias e densidades, com um teste em uma pista de prova elevada, utilizando coletores de maior profundidade; dessa forma, a possibilidade de ricochete de partículas, tanto para dentro quanto para fora dos coletores, foi eliminada. O valor obtido no ensaio com a pista elevada foi usado como base obtendo-se, assim, a eficiência de coleta para várias posições dentro da faixa de aplicação da máquina. Os resultados obtidos mostraram que a eficiência de coleta variou significativamente através da faixa de aplicação da máquina. As partículas maiores ricochetearam muito mais que as partículas menores, porém os produtos de partículas pequenas mostraram diferenças significativas na eficiência de coleta; além disso, os resultados mostraram tendência do ricochete de partículas ser tanto maior quanto mais se distanciar da faixa central de aplicação.

De acordo com Whitney et al. (1987) a quantidade de produto retido por um coletor é função das propriedades físicas da partícula (densidade e tamanho), das características do coletor (tamanho, forma e altura do solo), da habilidade de absorver energia

do coletor (superfície interna), da velocidade do vento e das características da superfície onde os coletores estão dispostos. Segundo os autores, aumentando-se a área dos coletores, apresenta-se tendência de redução dos efeitos do ricochete de partículas nos resultados, tanto para dentro, quanto para fora do coletor, porém o peso dos coletores, a facilidade de transporte e armazenamento e a praticidade de se retirar amostras dos mesmos, usualmente ditam o seu tamanho. Para reduzir os efeitos do ricochete, os autores relacionaram as seguintes precauções: as extremidades da face superior devem possuir a menor espessura possível; a superfície interna dos coletores deve possuir a habilidade de absorver energia; a altura dos coletores deve ser suficiente para impedir o ricochete de partículas para dentro.

Whitney et al. (1987) destacaram, no intuito de se produzir resultados confiáveis em ensaios de distribuidores a lanço, o desempenho dos coletores deve ser avaliado ou conhecido com antecedência. Estratégias de aplicação de adubo no sistema plantio direto são pouco estudadas no Brasil, apesar de apresentarem importância econômica. Em regiões ou propriedades em que a fertilidade das áreas agrícolas é alta, a aplicação a lanço dos adubos, pode ser uma prática viável.

A realização de duas operações, semeadura e adubação, num mesmo momento, dificulta o aproveitamento das condições ideais de semeadura, assim como a aplicação de doses de adubo de acordo com as variações de fertilidade ou potenciais produtivos que possam ocorrer ao longo do talhão. Essas variações decorrem principalmente do histórico de manejo ou ainda do tipo de solo (PAULETTI, 2006).

A tomada de decisão com relação às dosagens de insumos a serem aplicados na produção agrícola tende a mudar seu curso nos próximos anos. As recomendações tendem a basear-se na variabilidade espacial detectada por sensores específicos. Esses procedimentos geram enormes quantidades de dados que só podem ser tratados por métodos computacionais relativamente sofisticados. A partir da análise de dados e decisão da devida dosagem os insumos podem ser aplicados de maneira localizada e com dosagens embasadas na variabilidade espacial observada. Vários métodos de aplicação localizada de diferentes insumos vêm sendo propostos e alguns já estão disponíveis no mercado. Questionamentos com relação ao aspecto econômico da nova tecnologia continuarão, tendo em vista a incipiência das informações disponíveis (MOLIN, 1997).

Segundo Mialhe, 1996, as máquinas de aplicações a lanço são constituídas basicamente por um chassi, reservatório e mecanismos dosadores e distribuidores do produto. Estes últimos são os principais mecanismos dos distribuidores a lanço, pois têm a função de dosar e distribuir a quantidade pré-selecionada do produto aplicado. O acoplamento pode ser feito através do engate de três pontos para as máquinas montadas, e por meio da barra de tração para as máquinas de arrasto. O acionamento dos mecanismos pode ser efetuado pela tomada de potência do trator ou pela roda de terra do equipamento. A aplicação do produto a lanço é executada por mecanismos distribuidores dos tipos: centrífugo ou pendular.

Para Balastreire (1987), os distribuidores centrífugos se caracterizam por apresentarem um ou dois rotores constituídos ou não de aletas fixas para o lançamento dos insumos.

A calagem em solos tropicais torna-se importante, em função da predominância de áreas agrícolas com elevada acidez do solo (MALAVOLTA, 1980; QUAGGIO, 2000).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

5.1.1 Área Experimental

O presente trabalho foi conduzido e instalado na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Campus de Botucatu, que fica localizado no município de Botucatu, Estado de São Paulo, durante o mês de março de 2008.

A área onde foi instalado o experimento é denominada de Pista de Ensaio do NEMPA (Núcleo de Ensaios e Máquinas e Pneus Agrícolas) e tem a sua localização geográfica definida entre as coordenadas 22° 49' latitude sul e 48° 25' longitude oeste, com altitude média de 770 m, declividade média de 5% e exposição face oeste. O solo da área foi classificado como Nitossolo Vermelho distroférico. O clima, segundo a classificação de Köppen, foi classificado como subtropical chuvoso tipo Cfa.

Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo principal avaliar o coeficiente de variação de aplicação do calcário e uréia em máquina de aplicação de corretivos com 4 diferentes posições de aletas nos discos em uma mesma velocidade de deslocamento do trator.

O trabalho teve como parâmetros para chegar aos objetivos propostos as avaliações de:

- Distribuição transversal dos produtos;
- Distribuição longitudinal dos produtos;
- Coeficiente de variação;
- Largura efetiva de trabalho;
- Capacidade de campo efetiva do conjunto;
- Consumo de combustível operacional.

5.1.2 Insumos

Foi utilizado calcário dolomítico ensacado com PRNT de 75% na dosagem de 2 ton.ha⁻¹ e uréia na dosagem de 600 Kg ha⁻¹.

5.1.3 Máquinas e Equipamentos Agrícolas

A distribuição dos corretivos foi realizada com uso do trator marca SLC John Deere, modelo 6600, com potência no motor de 88,3 kW (121 cv) e tração dianteira auxiliar (4x2 TDA)(Figura 2).



Figura 2 - Trator marca SLC John Deere, modelo 6600.

Foi utilizado o distribuidor de corretivos e fertilizantes centrífugo da marca Marchesan modelo DCA 2500 MC. A máquina é composta por um mecanismo dosador volumétrico, um distribuidor centrífugo formado por dois rotores horizontais que giram em sentidos contrários, e por um depósito tronco-piramidal de chapa de ferro, com capacidade de carga de $1,4 \text{ m}^3$, largura de distribuição de 6 a 14 m, bitola de 1,49 m, comprimento total de 4,20 m, largura total de 1,75 m, acoplado na barra de tração e tomada de potência (Figuras 3 e 4).



Figura 3 - Distribuidor de corretivos Marchesan DCA 2500 MC – vista frontal.



Figura 4 - Distribuidor de corretivos Marchesan DCA 2500 MC – vista do elemento centrífugo.

5.1.4 Coletores

Os coletores utilizados nos ensaios denominados bandejas foram fabricados em chapas de zinco galvanizado, com dimensões de 500 mm x 500 mm e altura de 150 mm., de acordo com a norma ISO 5690/1 (ISO, 1985) que estabelece as condições e equipamentos para a realização dos ensaios. A Figura 5 ilustra o coletor utilizado e suas respectivas dimensões.

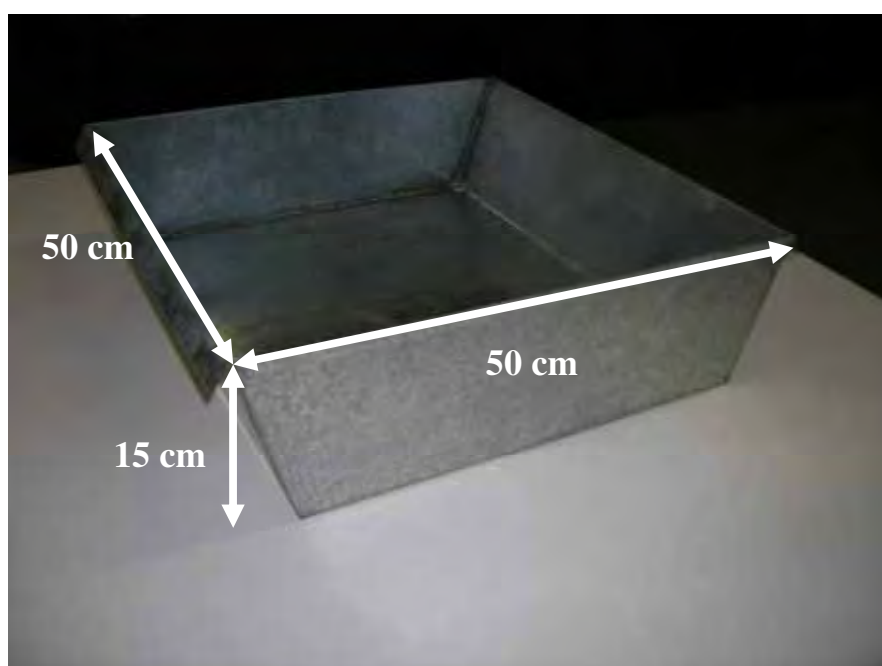


Figura 5 - Coletor

5.1.5 Caracterização das condições climáticas

Durante o ensaio foram caracterizadas as condições climáticas de temperatura e umidade relativa do ar, obtendo-se os dados a partir da Estação meteorológica localizada no Departamento de Recursos Naturais, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP de Botucatu. A temperatura média durante o ensaio foi de 24°C, e a umidade relativa média do ar foi de 55,5%.

Para determinação da velocidade do vento durante o experimento, utilizou-se o anemômetro digital portátil da marca Lutron modelo AM-4201, e foram realizadas medições deste parâmetro a cada repetição de cada tratamento (Figura 6).



Figura 6 – Anemômetro digital portátil Lutron modelo AM-4201.

5.1.6 Sistema de aquisição de dados

Na coleta e armazenamento dos dados de consumo de combustível do trator foi utilizado o equipamento denominado “micrologger 21X”, da marca Campbell Scientific, para monitorar os dados provenientes dos sinais gerados na forma de pulso pelo medidor de combustível. Os dados foram gravados no módulo de armazenamento externo “Storage module SM 196”.

5.1.7 Determinação do consumo de combustível horário do trator

Foi utilizado um fluxômetro, marca “Flowmate” oval, modelo Oval M-III, com precisão de 0,01, instalado próximo ao filtro de combustível do trator. Este

fluxômetro emite uma unidade de pulso a cada ml de combustível consumido pelo trator, o qual foi registrado pelo sistema de aquisição de dados. O cálculo foi obtido pela quantidade de pulsos e o tempo gasto para percorrer 20 m, e o resultado obtido após quatro repetições foi de 8,6 l/h.

Os resultados obtidos pelo fluxômetro encontram-se no Anexo 1 deste trabalho.

5.2 Métodos

5.2.1 Delineamento experimental

O presente trabalho foi constituído por 32 parcelas, sendo 8 tratamentos decorrentes de interações entre 2 diferentes tipos de produtos em 4 diferentes posições das aletas nos discos rotativos e 4 repetições.

5.2.2 Descrição dos tratamentos

Os tratamentos estão representados no Quadro 1, de acordo com os produtos e as posições das aletas. A posição das aletas determina a alteração na largura da faixa de aplicação e no direcionamento do produto.

Quadro 1 – Representação dos tratamentos quanto à posição das aletas.

Tratamento	Produto	Posição da aleta
T1	Calcário	P1
T2	Calcário	P2
T3	Calcário	P3
T4	Calcário	P4
T5	Uréia	P4
T6	Uréia	P1
T7	Uréia	P2
T8	Uréia	P3

- T1 - calcário – largura de distribuição média e direcionamento do produto intermediário;
- T2 - calcário – largura de distribuição menor e direcionamento do produto mais para o centro;
- T3 - calcário – largura de distribuição maior e direcionamento do produto mais para as extremidades;
- T4 - calcário – ajuste de somente duas aletas em ângulos diferentes das demais;
- T5 - uréia – ajuste de somente duas aletas em ângulos diferentes das demais;
- T6 - uréia – largura de distribuição média e direcionamento do produto intermediário;
- T7 - uréia – largura de distribuição menor e direcionamento do produto mais para o centro;
- T8 - uréia – largura de distribuição maior e direcionamento do produto mais para as extremidades.

5.2.3 Ensaio para caracterização da distribuição de calcário e uréia

5.2.3.1 Faixa de deposição transversal

A velocidade média de deslocamento da máquina utilizada foi de 6 Km.h⁻¹ na marcha 2B, conforme recomendação do manual de instruções do fabricante do distribuidor de corretivos, a 2100 RPM no motor, o que fornece 540 RPM na tomada de potência do trator (TDP).

O distribuidor é de acoplamento à barra de tração do trator e apresenta dois discos centrífugos de distribuição de produtos com 4 aletas cada um, com regulagens de posição para essas aletas (as opções de regulagens das aletas estão apresentadas nas Figuras 7 e 8). A variação das posições das aletas sobre o disco de distribuição tem influência direta no perfil de distribuição transversal dos produtos; quando as aletas são atrasadas, tendem a diminuir a largura de trabalho do distribuidor, e quando avançadas afetam a qualidade de distribuição (Figura 7).



Figura 7 - Disco rotativo com regulagem das aletas.

De acordo com essa premissa, foram determinados os tratamentos, conforme Figura 8.

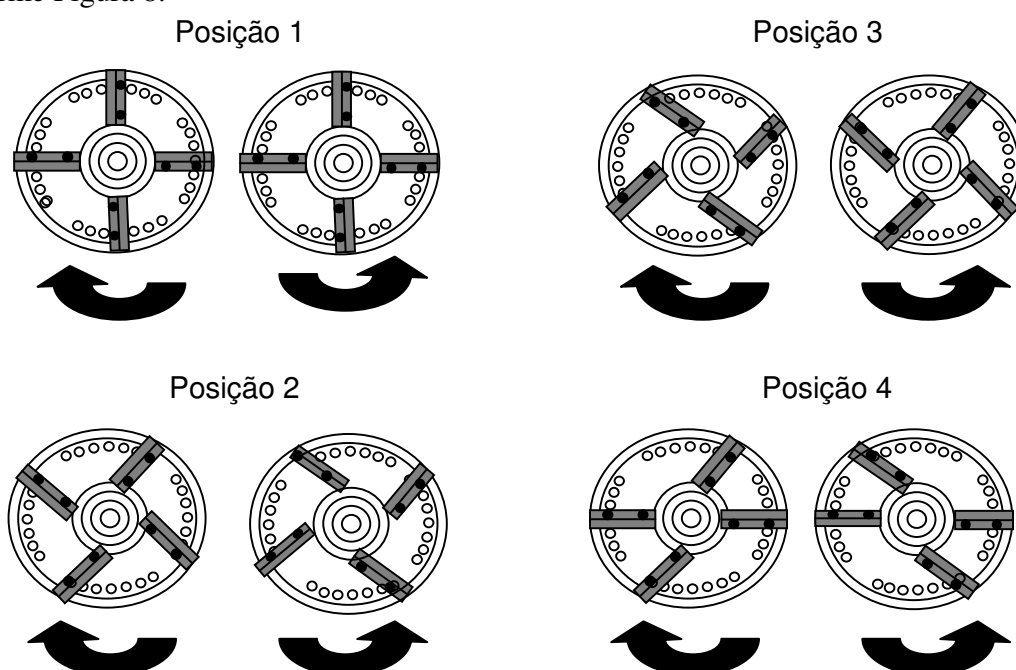


Figura 8 – Esquema das posições das aletas durante a distribuição nos tratamentos.

Para a realização dos ensaios os coletores foram alinhados em uma superfície plana de forma transversal, lado a lado, sendo 13 coletores do lado direito e 13 do lado esquerdo, e 1 central, totalizando 27 coletores. Para a passagem dos pneus do trator e do distribuidor foi deixado um espaço de 1,5 m em cada lado do coletor central. Para efeito de cálculo, foi realizada a interpolação linear dos valores próximos ao coletor central, totalizando 33 coletores, garantindo-se assim o preenchimento dos valores situados no espaço deixado para o rodado. Essa interpolação foi realizada automaticamente pelo Software de coleta de dados: Software Adulânço 2.1. A Figura 9 ilustra a passagem do distribuidor sobre os coletores.



Figura 9 – Passagem do distribuidor sobre os coletores.

Após esta etapa, para cada uma das quatro repetições realizadas, o conjunto trator/distribuidor fez uma passada na linha dos coletores distribuindo o produto. O material depositado foi então recolhido, e colocado em sacos plásticos para posterior pesagem em balança de precisão conforme Figura 10.

Realizada a pesagem, obteve-se a deposição total de cada coletor. A partir desses dados, foram realizados histogramas, os quais mostram o perfil de distribuição transversal do material pela máquina.



Figura 10 – Vista geral dos coletores distribuídos na pista de ensaio.

5.2.3.2 Faixa de deposição longitudinal

As características do perfil longitudinal não despertam o mesmo interesse e importância da deposição transversal. Isso se deve ao fato de que, em geral, a variação na vazão e, portanto, na uniformidade da deposição longitudinal é bem menor que a observada na distribuição transversal (mas depende do projeto do mecanismo distribuidor). Por outro lado, a largura efetiva de trabalho independe do grau de uniformidade da deposição longitudinal. Todavia, de ser lembrado que o nível de fertilizante no depósito pode afetar a vazão do mecanismo dosador, e por consequência, a distribuição longitudinal. O ensaio de distribuição longitudinal teve como finalidade a determinação das características da distribuição do equipamento ao longo da linha de deslocamento da máquina.

Foram realizados ensaios para verificar a faixa de deposição longitudinal em todos os tratamentos, utilizando-se 12 bandejas para coleta no sentido do deslocamento.

5.2.4 Cálculo da largura efetiva de trabalho

Durante os ensaios monitorou-se a velocidade do vento, conforme explicado no item 6.1.5. Foi tomada esta precaução para evitar que os ensaios fossem realizados com velocidades do vento acima de 2 m.s^{-1} .

Monitorou-se também a umidade relativa do ar e a temperatura ambiente a fim de se evitar que os ensaios fossem realizados com uma umidade relativa acima de 80%.

Com os dados obtidos, calculou-se a largura efetiva de trabalho (Lef) do distribuidor. O método utilizado para determinar essa largura efetiva baseou-se no Coeficiente de Variação (CV). Para tanto, com o auxílio do programa Adulção 2.1, foi realizada a simulação de recobrimentos sucessivos com os valores obtidos nos coletores, e calculou-se o CV para cada situação de recobrimento simulado para a determinação da largura efetiva. Os valores de CV para as diferentes larguras efetivas simuladas puderam ser então, plotados. O compromisso entre um valor abaixo de 15% de CV e um valor máximo para largura efetiva é que efetivamente deverá ser utilizado no campo. (PARISH, 1991; FULTON et al., 2001).

5.2.5 Densidade dos materiais

Para a caracterização dos produtos ensaiados, foram medidas as densidades do calcário e da uréia. Para a determinação dessas densidades, amostras de cada produto foram retiradas dos lotes do calcário e da uréia, e então colocadas em uma proveta de 500 cm³, como ilustrado na Figura 11.



Figura 11 – Determinação da densidade do produto.

A relação entre a massa obtida e o volume do recipiente forneceu a densidade do produto, conforme a Equação 1 (MIALHE, 1996):

$$d = \frac{m}{v}, \text{ onde:} \quad (1)$$

d – densidade do produto, em g.cm^{-3} ;

m – massa, em g;

v – volume, em cm^3 .

5.2.6 Ângulo de repouso dos produtos

Os produtos também foram caracterizados com a determinação do ângulo de repouso, que foi determinado por um dispositivo específico, no qual se despeja o

produto que se acomoda, formando uma superfície inclinada e pode-se ler a dimensão dos dois catetos do triângulo formado, conforme apresentado na Figura 12.



Figura 12 - Ângulo de repouso do produto.

Os lados do triângulo formado durante a deposição do produto foram medidos, a partir desses dados, foi determinado o ângulo de repouso (α), de acordo com a Equação 2 (MIALHE,1996):

$$\text{sen}\alpha = \frac{\text{cat.oposto}}{\text{hipotenusa}} \quad (2)$$

5.2.7 Sistema de aquisição de dados

Os dados primeiramente foram coletados numa frequência de 5 Hz em um módulo de armazenamento externo de dados, e transferidos ao computador.

Os dados armazenados referem-se ao consumo horário de combustível e velocidade de deslocamento do conjunto. O sistema de aquisição de dados foi acionado mediante balizamento no início e no final de cada parcela. Os dados correspondem às médias aritméticas de todos os valores registrados por parcela experimental.

5.2.8 Determinação da velocidade de deslocamento

A velocidade de deslocamento foi determinada pelo tempo gasto para percorrer cada parcela em 20 m e como são realizadas 5 leituras por segundo, tem-se o tempo de percurso.

5.2.9 Capacidade de campo efetiva

A capacidade de campo efetiva foi determinada pela relação entre a área útil da parcela trabalhada e o tempo gasto no percurso da parcela, por meio da Equação 3:

$$CE = \frac{Atr}{\Delta_t} \cdot 0,36 \quad (3)$$

Onde:

CE = capacidade de campo efetiva ($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$);

Atr = área útil da parcela trabalhada (m^2);

Δ_t = tempo gasto no percurso da parcela experimental (s);

0,36 = fator de conversão.

A largura efetiva de trabalho (LE) foi atribuída a partir de um valor de CV pré-estabelecido de 15% conforme Coelho et al., 1992.

5.2.10 Análise estatística

Os dados obtidos da pesagem dos produtos depositados nos coletores foram processados pelo Software Adulânço 2.1 (Molin et al., 1992), atualizado para o sistema operacional corrente, para o cálculo do coeficiente de variação (C.V.%) em função da largura efetiva simulada.

Para a análise estatística dos resultados obtidos, todos os parâmetros descritos acima, foram submetidos à análise estatística descritiva da distribuição transversal e longitudinal dos tratamentos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Densidade dos produtos

Através da Equação 1, foram determinadas as densidades dos dois produtos utilizados.

Para o calcário, obteve-se densidade de $1,58 \text{ g.cm}^{-3}$, e para a uréia, a densidade obtida foi de $0,75 \text{ g.cm}^{-3}$ (Quadro 2).

Quadro 2 – Valores das densidades do calcário e uréia.

	Repetição 1 (g.cm^{-3})	Repsetição 2 (g.cm^{-3})	Média (g.cm^{-3})
Calcário	1,67	1,49	1,58
Uréia	0,71	0,79	0,75

6.2 Ângulo de repouso

6.2.1 Calcário

Conforme descrito no item 6.2.2, foram calculados os ângulos de repouso dos produtos. As Figuras 13 e 14 esquematizam os ângulos de repouso determinados para cada produto ensaiado.

Na determinação do calcário, o ângulo α é igual a $22,47^\circ$ (Figura 13).

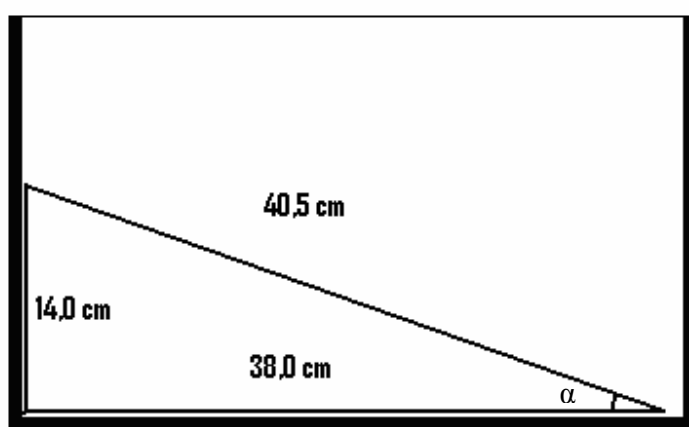


Figura 13 – Desenho esquemático do ângulo de repouso do calcário.

6.2.2 Uréia

Na determinação do ângulo para a uréia, o ângulo α foi de $32,75^\circ$ (Figura 14).

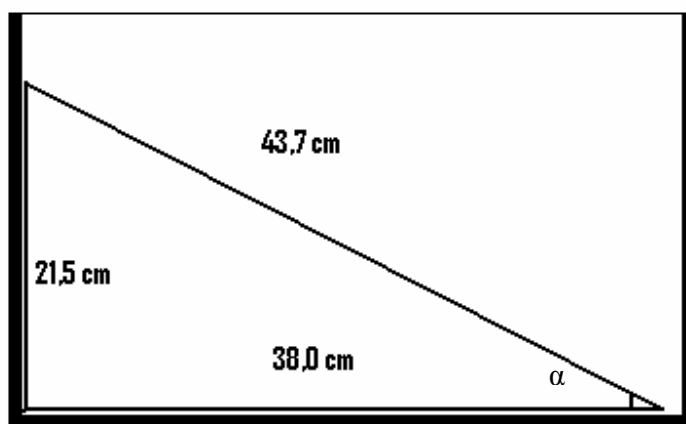


Figura 14 – Desenho esquemático do ângulo de repouso da uréia.

Segundo a Enciclopédia Agrícola Brasileira (1994), citada por Mialhe (1996), materiais com ângulo de repouso menor que 40 graus apresentam boas características de escoamento. Pelos resultados obtidos, observa-se que a uréia possui menor índice de escoabilidade (“drillability”) que o calcário.

6.3 Distribuição dos coletores

O Quadro 3 reporta os valores médios dos produtos, obtidos após as 4 repetições para cada tratamento. Como já explicado no item 6.1.8, para cada uma das quatro repetições realizadas, o conjunto trator/distribuidor fez uma passada na linha dos coletores distribuindo o produto. O material depositado foi recolhido e colocado em sacos plásticos para posterior pesagem em balança de precisão.

Quadro 3 – Valores médios dos produtos coletados nos ensaios para cada tratamento.

Coletores	Média dos tratamentos - Peso (g)							
	Calcário				Uréia			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	9,170	6,905	3,715	11,108	0,225	0,125	0,145	0,013
2	8,018	6,465	3,920	10,050	0,425	0,185	0,238	0,033
3	8,465	6,568	4,963	9,538	0,680	0,383	0,443	0,058
4	11,213	8,270	5,623	10,060	1,323	0,743	1,140	0,115
5	14,500	10,145	7,760	11,668	2,835	1,378	2,453	0,328
6	16,038	12,975	9,505	14,595	4,423	2,373	4,793	0,285
7	21,123	17,905	13,903	21,290	5,338	3,380	5,455	0,520
8	35,268	27,278	20,060	28,703	5,208	3,855	4,938	0,843
9	43,498	35,775	26,708	37,003	4,883	4,093	4,353	1,550
10	51,948	47,155	35,815	41,760	4,965	4,423	4,468	2,758
11	55,110	57,240	39,240	49,405	4,955	4,920	4,338	4,195
12	60,723	64,190	35,985	54,558	5,465	5,643	4,605	5,825
13	56,898	61,085	37,723	57,273	7,048	6,323	5,273	7,885
14	69,875	73,245	58,658	70,435	9,708	9,353	7,898	11,513
15	82,853	85,408	79,593	83,598	12,365	12,385	10,530	15,138
16	95,828	97,565	100,528	96,758	15,023	15,413	13,153	18,760
17	108,803	109,723	121,458	109,918	17,678	18,443	15,778	22,385
18	92,785	94,008	98,603	93,128	14,595	15,315	13,013	18,293
19	76,775	78,295	75,748	76,335	11,510	12,185	10,248	14,200
20	60,755	62,578	52,893	59,545	8,428	9,058	7,478	10,105
21	44,738	46,860	30,035	42,750	5,343	5,925	4,710	6,010
22	47,558	44,188	32,600	40,905	4,640	4,875	4,130	4,540
23	41,633	38,013	32,058	38,408	3,803	3,923	3,583	3,553
24	35,713	34,310	28,805	32,323	3,743	3,780	3,368	2,550
25	34,005	28,803	22,698	24,953	3,643	3,535	3,400	1,540
26	26,310	25,958	20,233	20,380	3,900	3,535	3,838	1,053
27	22,213	20,493	16,215	13,835	3,730	2,453	3,430	0,655
28	18,918	17,785	12,980	10,723	3,803	2,358	3,775	0,435
29	14,798	13,708	10,785	7,005	2,733	1,270	3,290	0,278
30	11,823	14,100	8,455	4,923	2,578	1,088	3,023	0,160
31	9,758	11,583	6,443	3,918	1,175	0,525	1,475	0,055
32	8,578	11,300	4,728	3,915	0,543	0,258	0,820	0,218
33	6,853	9,885	3,150	3,705	0,323	0,135	0,443	0,010

Como esperado, os coletores mais próximos ao distribuidor foram os que receberam maior quantidade de material, enquanto que os mais distantes receberam pouca ou nenhuma quantidade de material. Os resultados completos desses ensaios encontram-se no Anexo 2.

6.3.1 Calcário

Para uma melhor visualização dos resultados obtidos, as Figuras 15, 16, 17 e 18 ilustram a distribuição dos materiais nos coletores durante os ensaios.

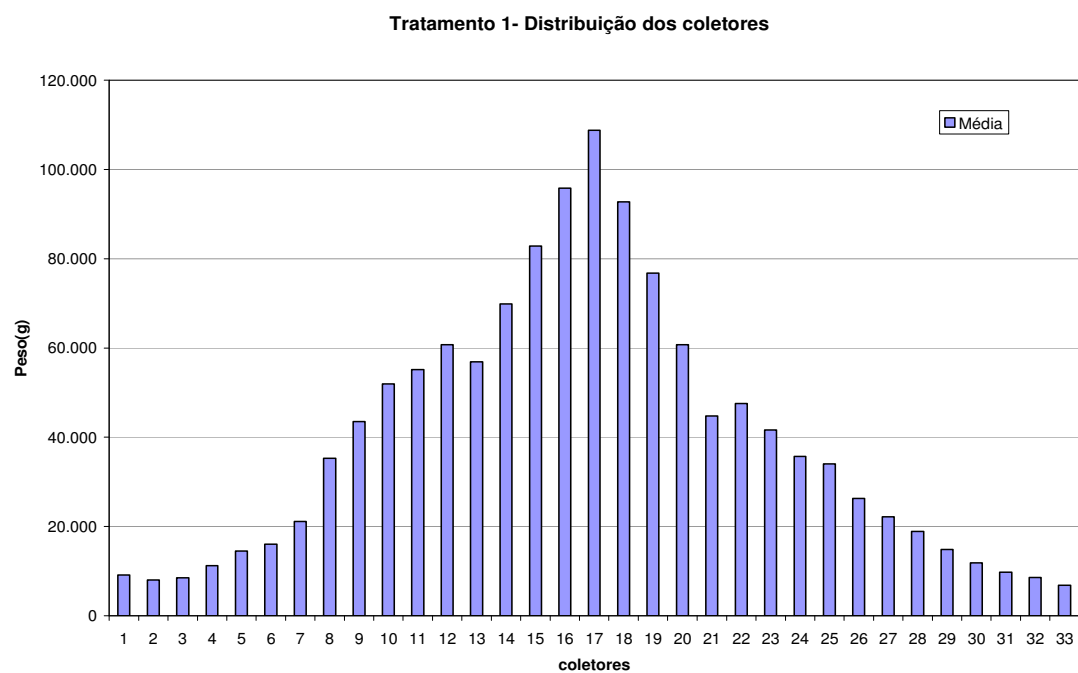


Figura 15 – Tratamento 1 – Distribuição média dos coletores.

Tratamento 2 - Distribuição dos coletores

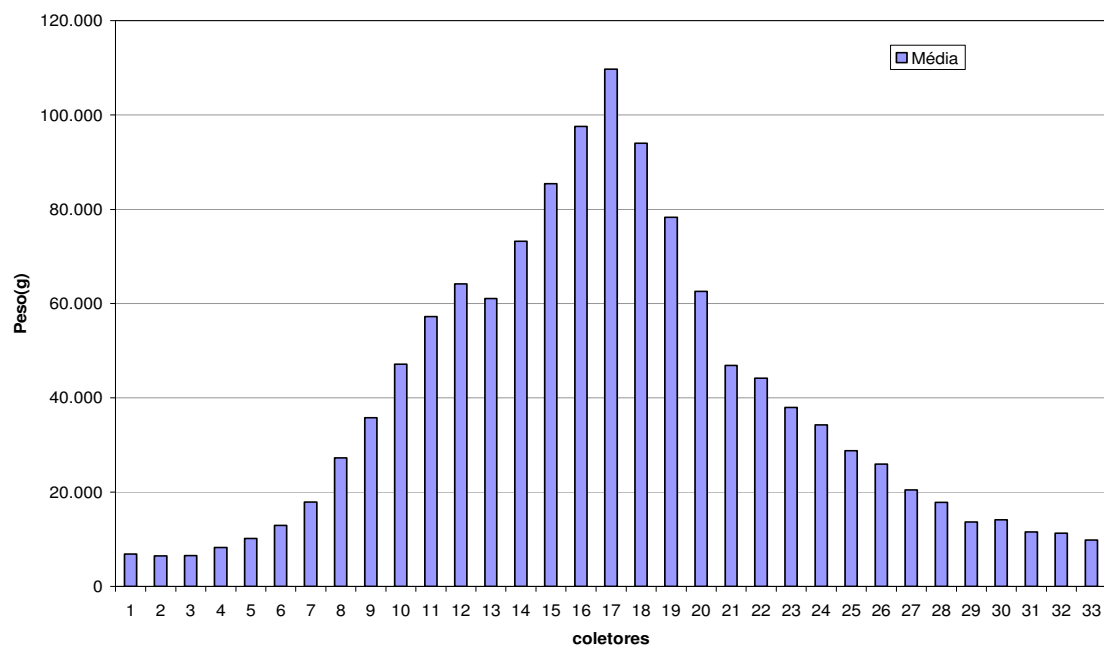


Figura 16 – Tratamento 2 – Distribuição média dos coletores.

Tratamento 3 - Distribuição dos coletores

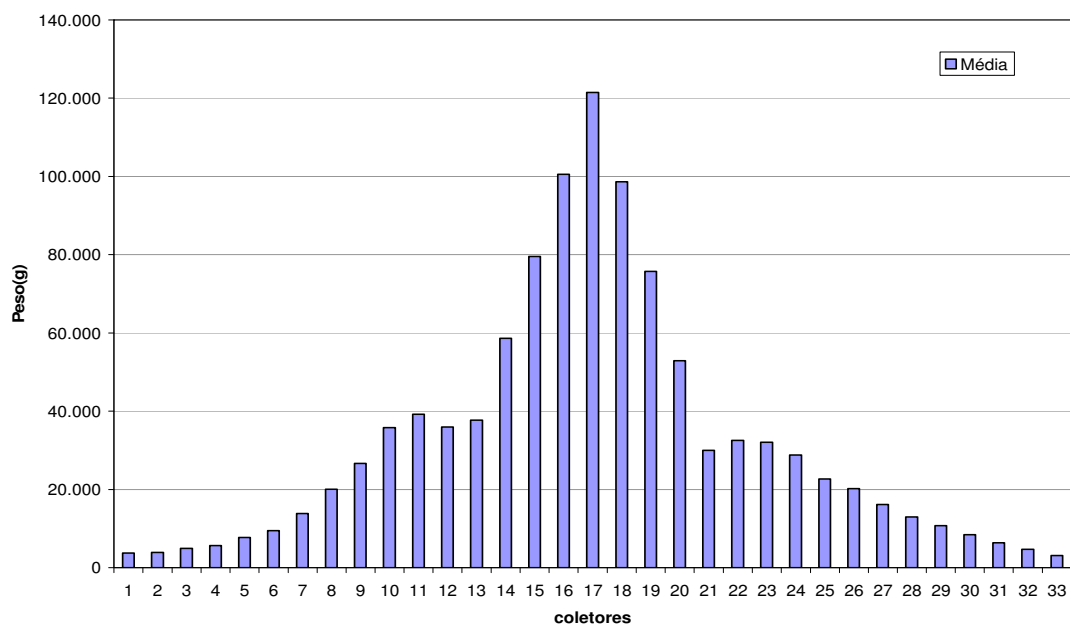


Figura 17 – Tratamento 3 – Distribuição média dos coletores.

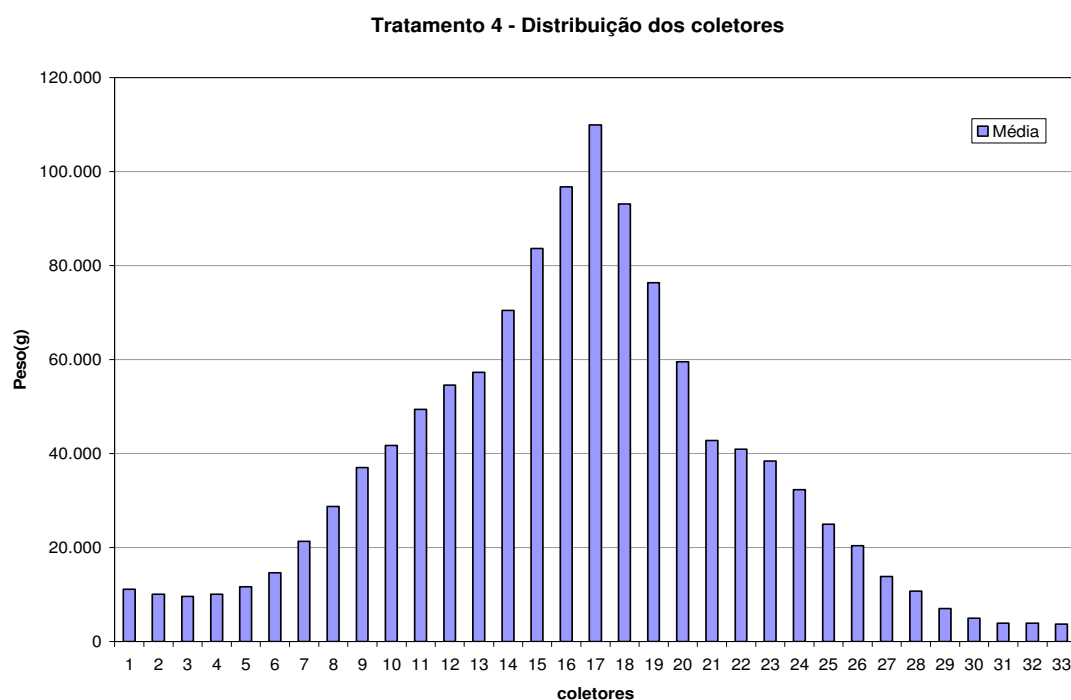


Figura 18 – Tratamento 4 – Distribuição média dos coletores

Analisando as Figuras 15, 16, 17 e 18, observa-se que os gráficos apresentam o mesmo perfil de distribuição de calcário, mudando apenas a quantidade de calcário depositado em cada coletor. Porém, os perfis obtidos, mesmo apresentando boa simetria, revelam um direcionamento do produto mais ao centro, e a largura de distribuição menor.

De acordo com o manual de instruções do distribuidor, a posição das aletas do Tratamento 3 deveria apresentar largura de distribuição maior e direcionamento do produto mais para as extremidades. No entanto, o Tratamento 3 apresentou uma largura de distribuição menor e direcionamento do produto mais para o centro, em relação aos demais tratamentos, diferindo do esperado.

Foram determinados além dos valores médios, valores de desvio padrão e coeficiente de variação dos dados obtidos.

6.3.2 Uréia

As Figuras 19, 20, 21 e 22 ilustram a distribuição média dos coletores para os tratamentos com uréia.

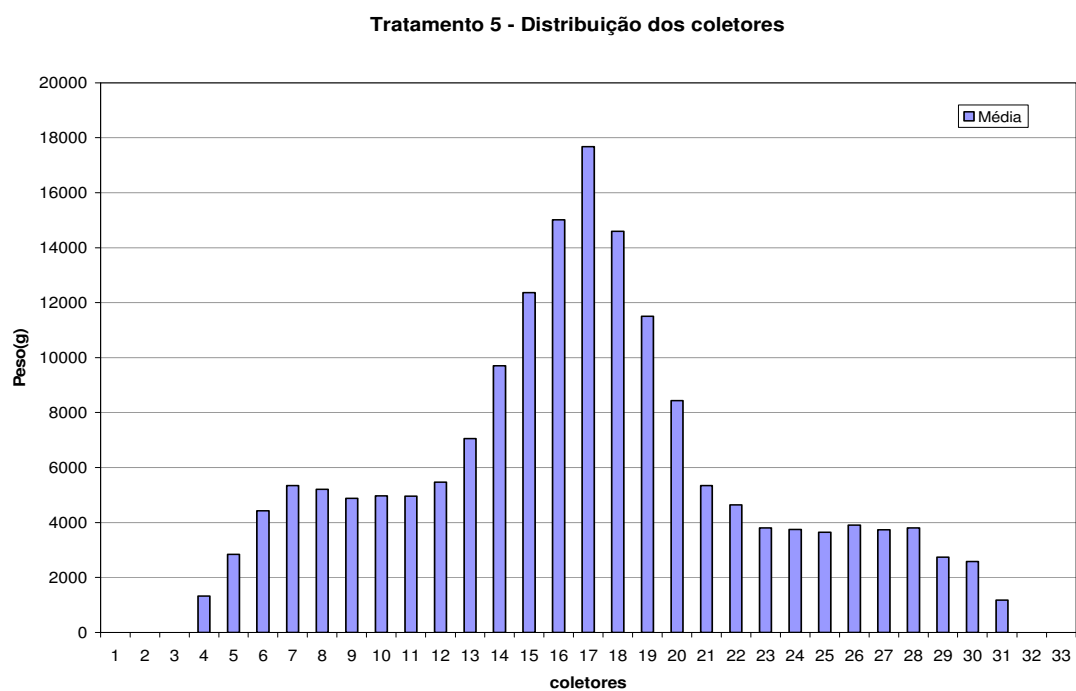


Figura 19 – Tratamento 5 – Distribuição média dos coletores.

Tratamento 6 - Distribuição dos coletores

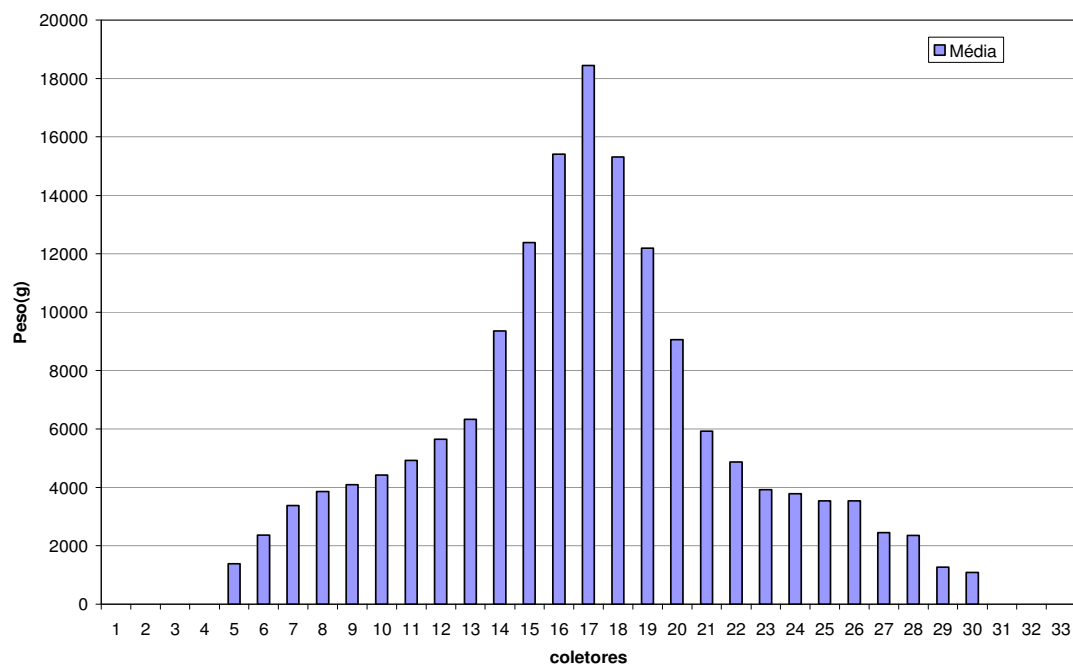


Figura 20 – Tratamento 6 – Distribuição média dos coletores.

Tratamento 7 - Distribuição dos coletores

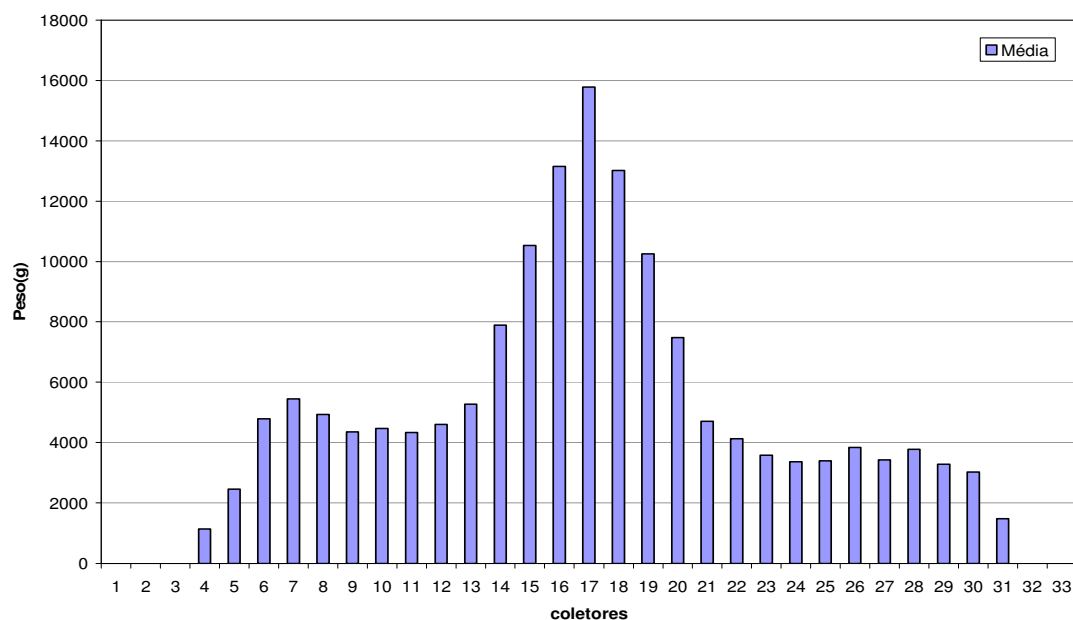


Figura 21 – Tratamento 7 – Distribuição média dos coletores.

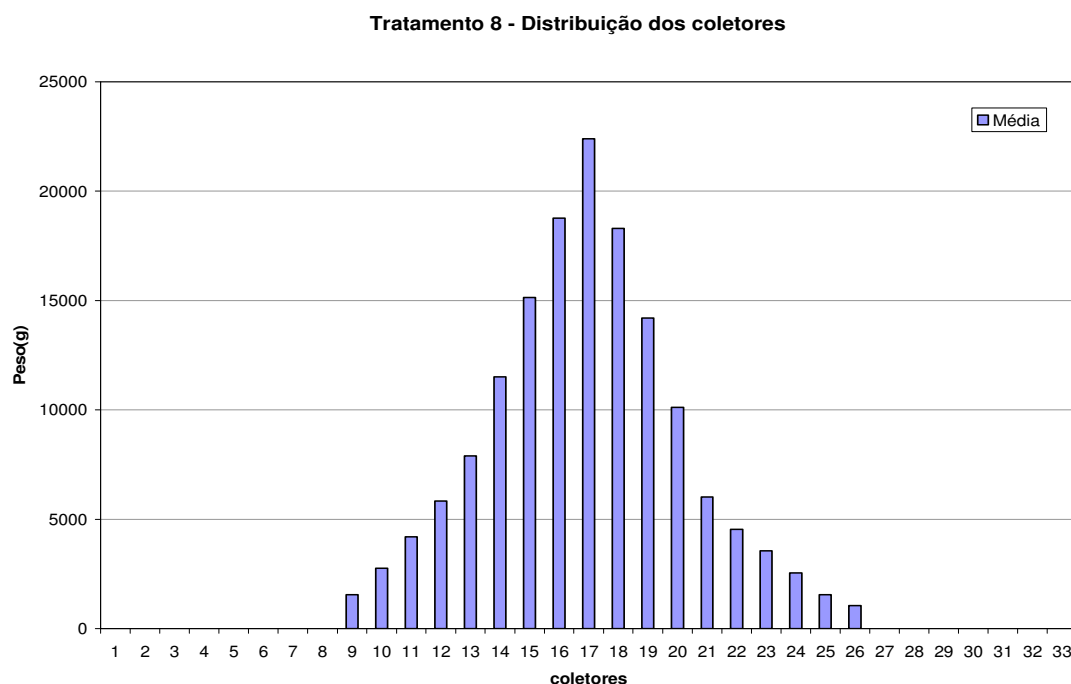


Figura 22 – Tratamento 8 – Distribuição média dos coletores.

As Figuras 19, 20, 21 e 22 demonstram que os perfis distribuição transversal diferem entre os tratamentos no caso da uréia.

Pode-se observar que a largura de distribuição no Tratamento 8 foi menor comparada com os demais tratamentos de uréia. Nos outros, o direcionamento do produto foi mais para as extremidades.

O Tratamento 8, que deveria apresentar uma largura de distribuição maior pelo catálogo do fabricante, foi o tratamento que resultou a menor largura da faixa de aplicação. Isso demonstra que a posição das aletas interfere diretamente no perfil transversal de distribuição.

6.4 Análise estatística descritiva da distribuição transversal dos tratamentos

6.4.1 Calcário

O Quadro 4 reporta a análise descritiva da distribuição transversal do calcário.

Quadro 4 – Análise estatística descritiva da distribuição transversal de calcário nos tratamentos.

Parâmetros	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Média*	39,47	38,78	32,17	36,20
Mediana*	35,86	30,55	20,74	29,19
Desvio padrão	29,03	30,32	35,23	30,84
Variância	842,48	919,46	1240,88	950,96
Mínimo*	4,45	0,00	0,00	1,32
Máximo*	111,94	118,11	156,01	144,09
Intervalo*	107,49	118,11	156,01	142,77
C.V.(%)	74	78	110	85

*valores em g

Foi utilizado o coeficiente de variação para comparação dos tratamentos e avaliação de uniformidade de distribuição.

Todos os tratamentos apresentaram distribuição desuniforme, resultando em faixas com elevada concentração de calcário na parte central da linha no sentido de deslocamento do trator mais distribuidor, e pouco nas extremidades, independentemente do tratamento. Pode-se observar, contudo, no Tratamento 3, uma maior amplitude no intervalo entre os valores máximo e mínimo da distribuição, demonstrando que a largura de distribuição é menor, e o direcionamento do produto é mais para o centro (coletores centrais).

Ainda no Tratamento 3, observa-se através da análise descritiva que esse tratamento foi o que apresentou o maior coeficiente de variação, reforçando o demonstrado na Figura 17.

O Tratamento 1 foi o que apresentou o menor coeficiente de variação, demonstrando que essa posição das aletas nos discos resulta na largura de distribuição média e direcionamento do produto intermediário.

6.4.2 Uréia

A análise descritiva para a distribuição transversal de uréia é apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 – Análise estatística descritiva da distribuição transversal de uréia nos tratamentos.

Parâmetros	Tratamentos			
	T5	T6	T7	T8
Média*	5,36	4,96	4,85	4,72
Mediana*	4,19	3,79	4,05	1,40
Desvio padrão	4,45	4,86	3,86	6,40
Variância	19,77	23,60	14,87	40,91
Mínimo*	0,16	0,05	0,09	0,00
Máximo*	18,64	19,78	18,20	23,88
Intervalo*	18,48	19,73	18,11	23,88
C.V.(%)	83	98	80	135
*valores em g				

A exemplo dos tratamentos de calcário, o comportamento dos tratamentos através da mudança de posição das aletas variou na largura da faixa de aplicação e no direcionamento do produto.

O coeficiente de variação observado no Tratamento 8 reforça a variação na largura da faixa de aplicação. Para esse tratamento, observou-se a menor largura da faixa de aplicação, e o direcionamento do produto mais para o centro, como se pode observar através do maior valor do Intervalo apresentado no Quadro 5.

O comportamento dos demais tratamentos através do coeficiente de variação demonstra uma menor amplitude de variação entre eles.

Os resultados completos da análise estatística descritiva para a distribuição transversal encontram-se no Anexo 6.

6.5 Faixa de deposição longitudinal

6.5.1 Aplicação de calcário

As características do perfil longitudinal, expressas pelos gráficos da Figura 23, na distribuição do calcário, demonstram uma uniformidade na deposição longitudinal, para os quatro tratamentos estudados. Os valores ficaram próximos à frequência média encontrada.

Os resultados das médias da distribuição longitudinal para os quatro tratamentos com calcário estão apresentados no Anexo 4.

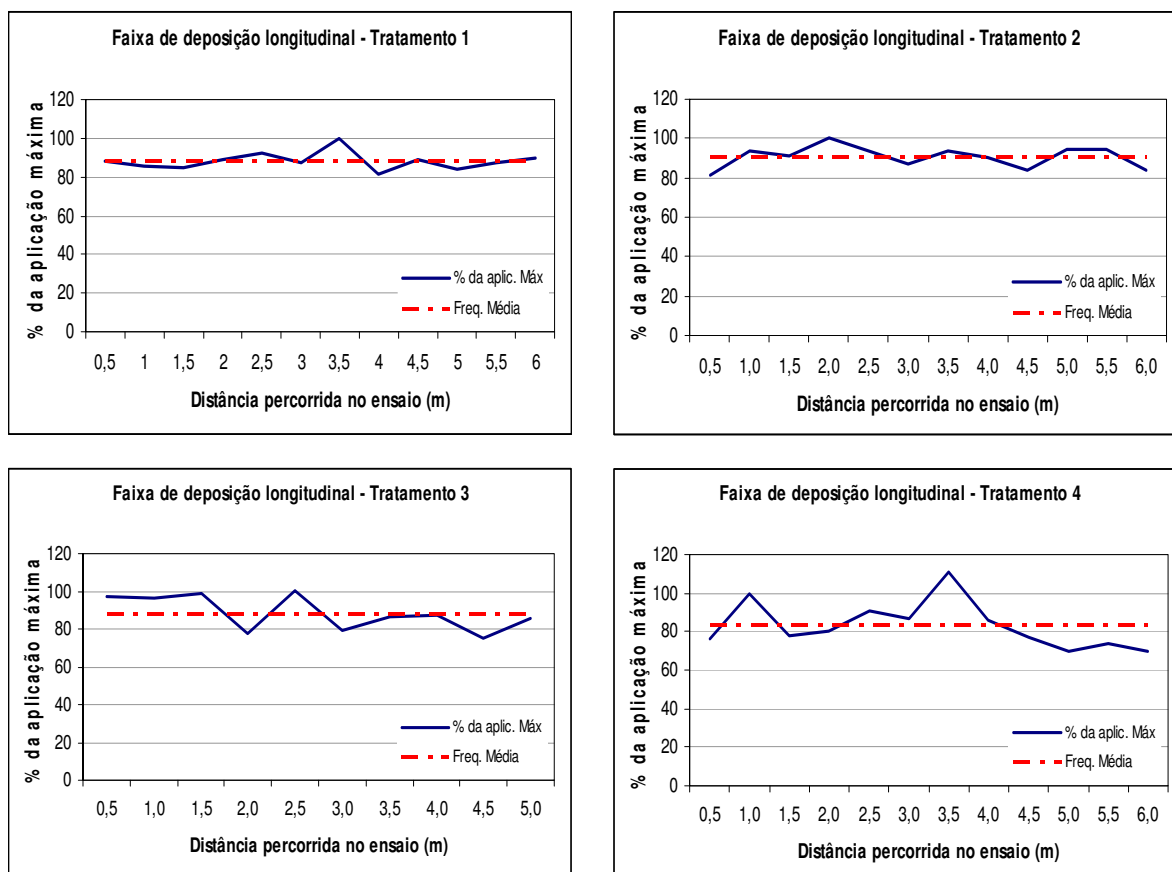


Figura 23 – Distribuição longitudinal do calcário. a) Tratamento 1; b) Tratamento 2; c) Tratamento 3; d) Tratamento 4. (Adaptado de DALLMAYER, 1986).

6.5.2 Aplicação de uréia

Da mesma forma que a distribuição longitudinal expressa nos gráficos da Figura 23 para os tratamentos com calcário, as características do perfil longitudinal, para a uréia, também demonstram que o comportamento da distribuição é uniforme, com os valores distanciando-se pouco da frequência média. Pode-se, portanto, concluir que o tamanho das partículas independe na distribuição longitudinal. Todavia, deve ser lembrado que o nível de fertilizante no depósito pode afetar a vazão do mecanismo dosador, e por consequência, a distribuição longitudinal.

Na Figura 24 são apresentados os valores experimentais da distribuição longitudinal nos quatro tratamentos com uréia.

Os resultados completos do ensaio são apresentados no Anexo 5.

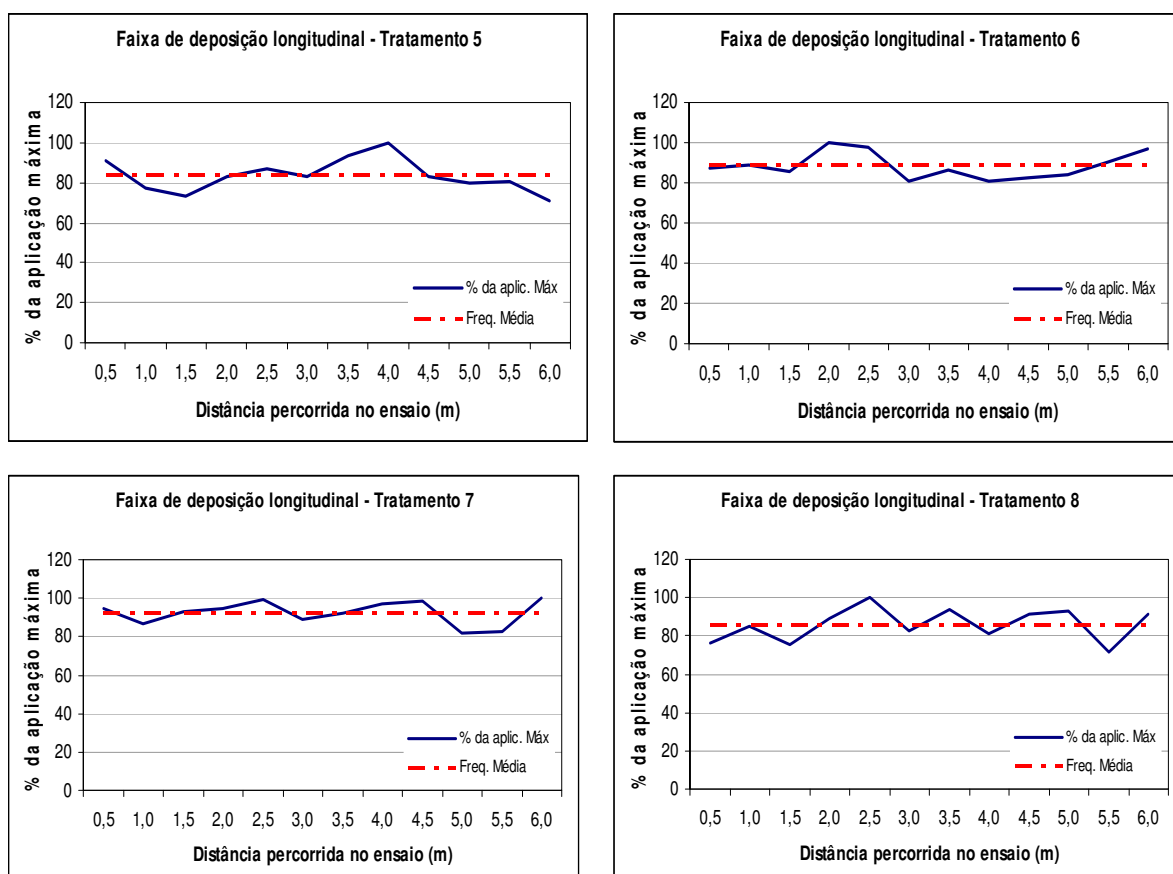


Figura 24 – Distribuição longitudinal da uréia. a) Tratamento 5; b) Tratamento 6; c) Tratamento 7; d) Tratamento 8. (Adaptado de DALLMAYER, 1986).

6.6 Análise estatística descritiva da distribuição longitudinal dos tratamentos

6.6.1 Calcário

O Quadro 6 mostra os resultados da análise estatística descritiva da distribuição longitudinal dos tratamentos com calcário.

Quadro 6 – Análise estatística descritiva da distribuição longitudinal de calcário nos tratamentos.

Parâmetros	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Média*	109,84	118,91	50,11	121,07
Mediana*	108,97	121,13	49,23	115,03
Desvio padrão	5,87	7,19	5,25	18,04
Variância	34,41	51,63	27,54	325,41
Mínimo*	101,87	106,98	42,45	100,96
Máximo*	124,53	131,28	56,71	161,22
Intervalo*	22,66	24,30	14,26	60,26
C.V.(%)	5	6	10	15
*valores em g				

O coeficiente de variação apresenta valores entre 5 e 15%, o que demonstra que, independente do tratamento, a qualidade do trabalho apresentado pelo distribuidor centrífugo foi uniforme. Resultado semelhante foi encontrado por Werner et al. (2007), que na análise do perfil longitudinal de distribuição, obtiveram valores de CV entre 8,78 e 12,48.

No entanto, o Tratamento 1 apresentou o valor mais baixo de coeficiente de variação, enquanto que o Tratamento 4 apresentou o maior valor.

6.6.2 Uréia

O Quadro 7 reporta os resultados da análise estatística para os tratamentos com uréia.

Quadro 7 – Análise estatística descritiva da distribuição longitudinal de uréia nos tratamentos.

Parâmetros	Tratamentos			
	T5	T6	T7	T8
Média*	18,79	18,01	16,84	22,14
Mediana*	18,65	17,70	17,06	22,43
Desvio padrão	1,86	1,34	1,14	2,23
Variância	3,46	1,80	1,30	4,99
Mínimo*	16,01	16,45	14,90	18,42
Máximo*	22,47	20,36	18,20	25,77
Intervalo*	6,46	3,91	3,30	7,35
C.V.(%)	10	7	7	10
*valores em g				

Os resultados da análise estatística para os tratamentos com uréia demonstram um baixo coeficiente de variação, para todos os tratamentos. Isso é resultante de uma boa uniformidade da distribuição longitudinal.

O Anexo 7 reporta os valores completos da análise estatística descritiva da distribuição longitudinal para os dois produtos estudados.

6.7 Largura efetiva de trabalho

A largura de trabalho (largura de trabalho efetiva) é aquela que, sendo a maior possível, apresenta um valor de CV dentro do limite desejável.

6.7.1 Calcário

Nas Figuras 25, 26, 27 e 28 estão representados os gráficos CV x Largura de Trabalho; nos diferentes sistemas de caminhamento da máquina, ou seja, “Sistema Contínuo”, “Alternado Esquerdo” e “Alternado Direito” do calcário.

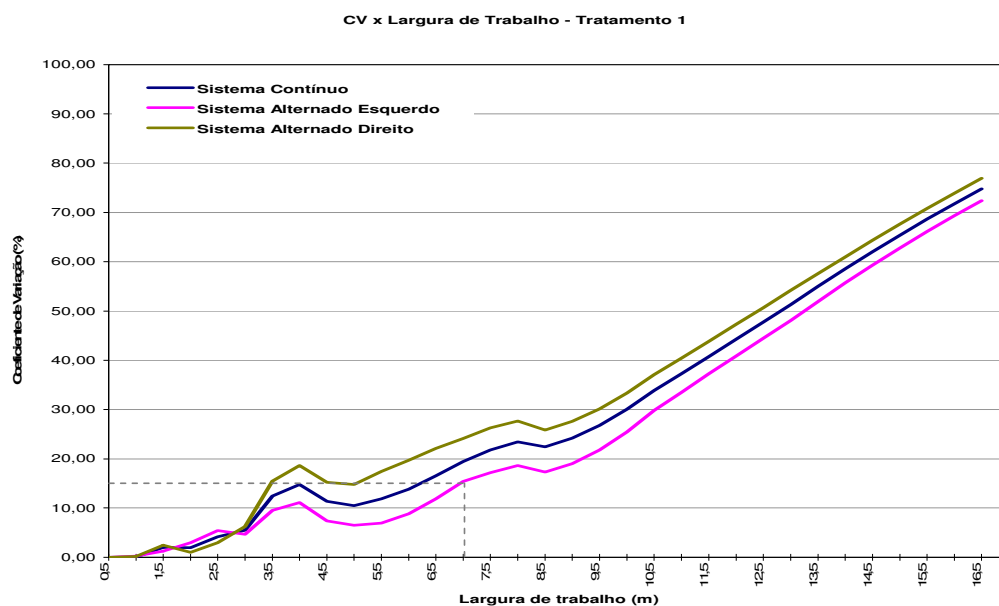


Figura 25 – CV x Largura de Trabalho do Tratamento 1.

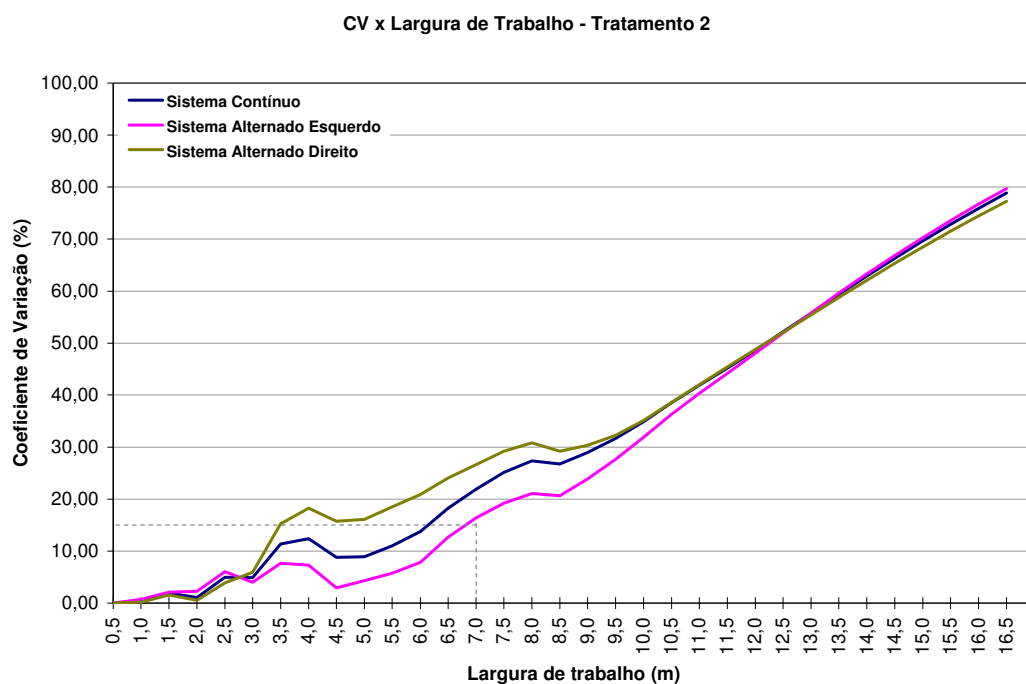


Figura 26 – CV x Largura de Trabalho do Tratamento 2.

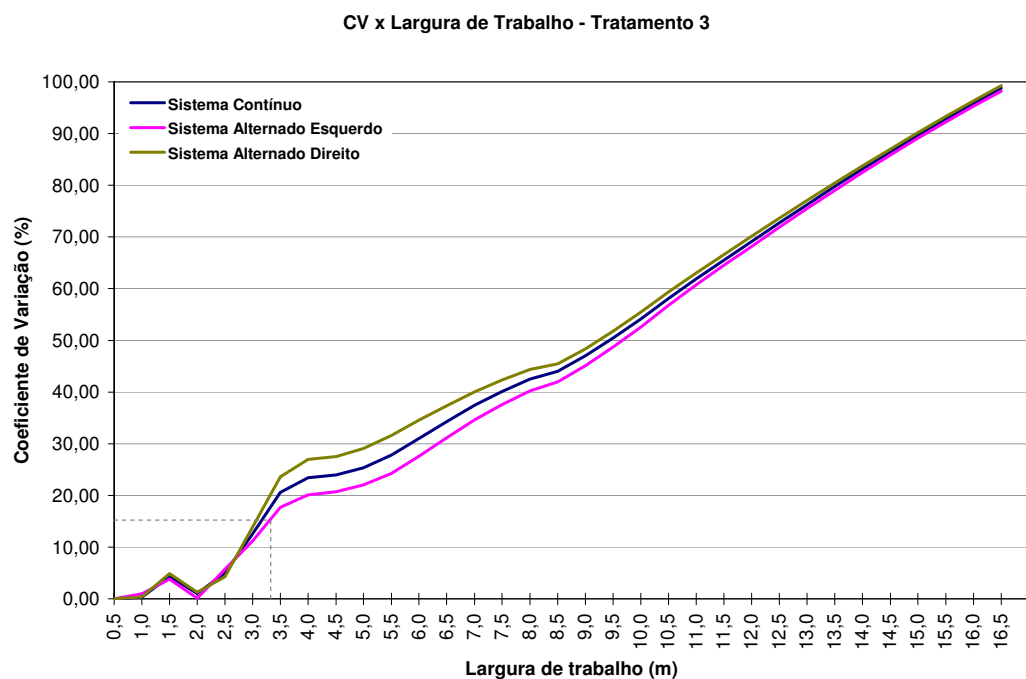


Figura 27 – CV x Largura de Trabalho do Tratamento 3.

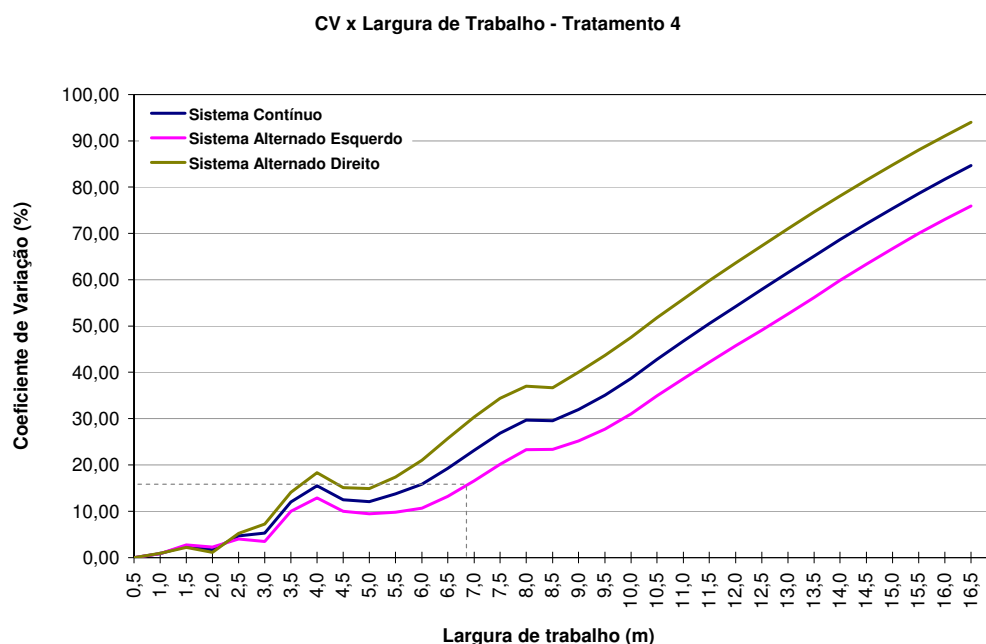


Figura 28 – CV x Largura de Trabalho do Tratamento 4.

Admitindo-se o CV pré-estabelecido de 15%, pode-se concluir dos gráficos apresentados acima, que o Sistema Alternado Esquerdo apresenta uma largura útil maior, para os quatro tratamentos, sendo que o Tratamento 3 apresentou largura de distribuição transversal menor, de 3,3 m. Os demais tratamentos apresentaram larguras de distribuição próximas a 7 m, para o CV de 15%.

Considerando um pequeno aumento do CV para 20%, observa-se um aumento significativo da largura útil para o tratamento 1, que passaria de 7 para 9 m. Adotando uma mesma velocidade de deslocamento da máquina, a capacidade operacional teria um acréscimo de 28,6%.

6.7.2 Uréia

Os resultados obtidos para CV x Largura de Trabalho para a uréia estão demonstrados nas Figuras 29, 30, 31 e 32, apresentando os “Sistemas Contínuo”, “Alternado Esquerdo” e “Alternado Direito” de caminhamento do conjunto.

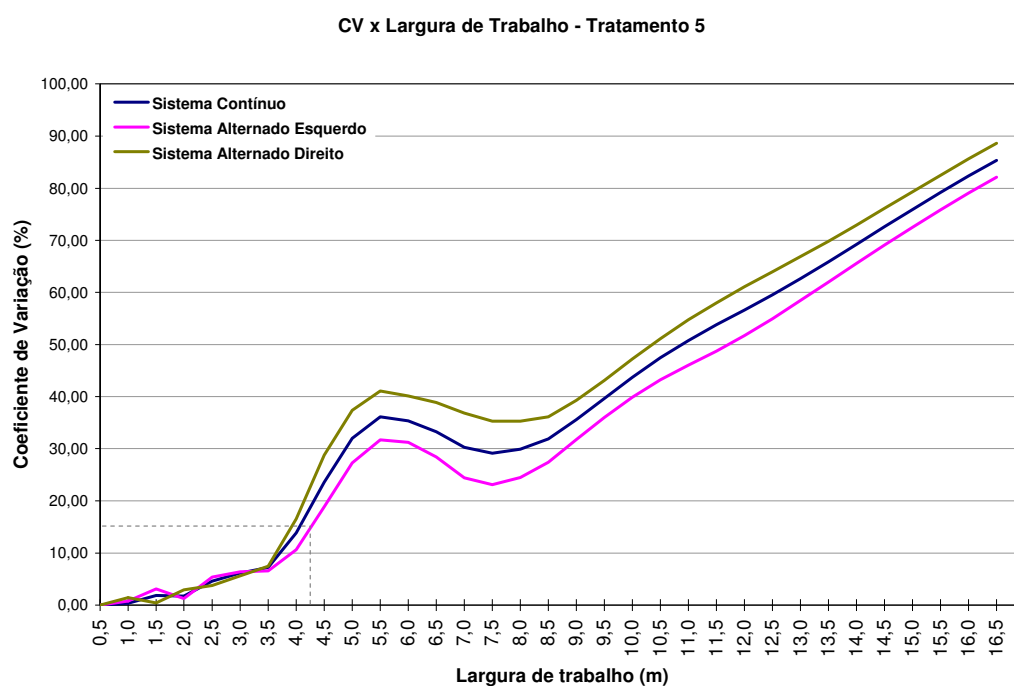


Figura 29 – CV x Largura de Trabalho do Tratamento 5.

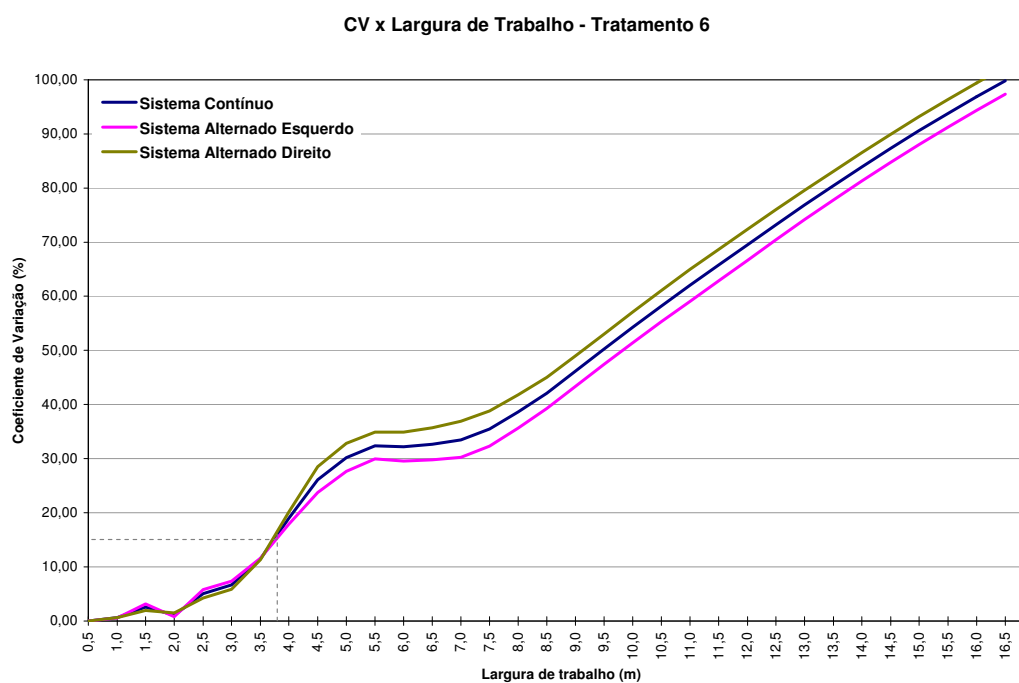


Figura 30 – CV x Largura de Trabalho do Tratamento 6.

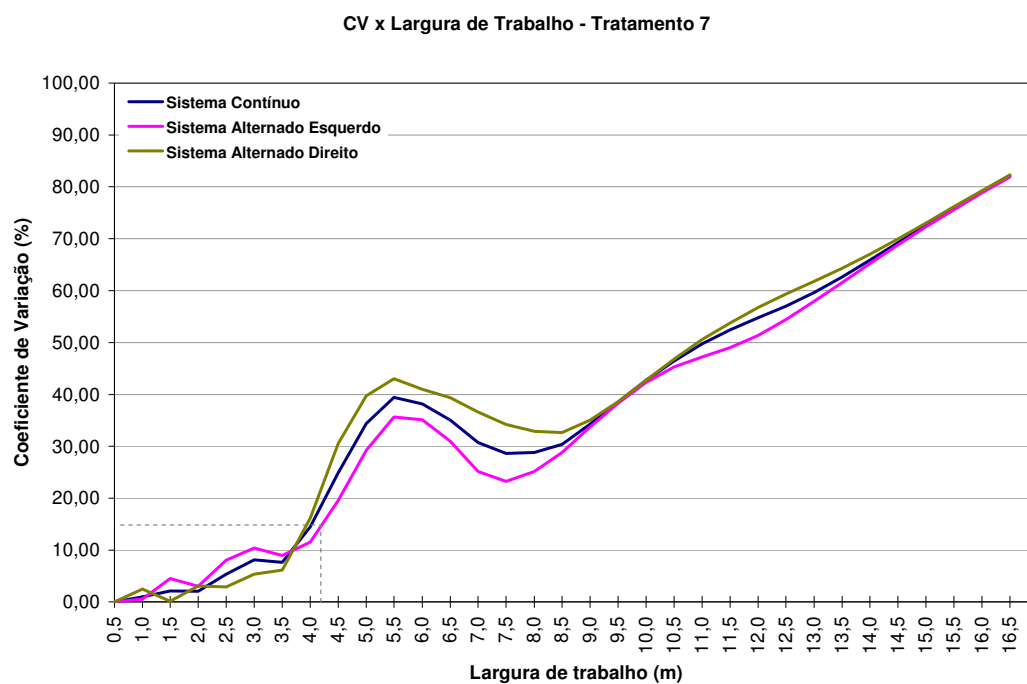


Figura 31 – CV x Largura de Trabalho do Tratamento 7.

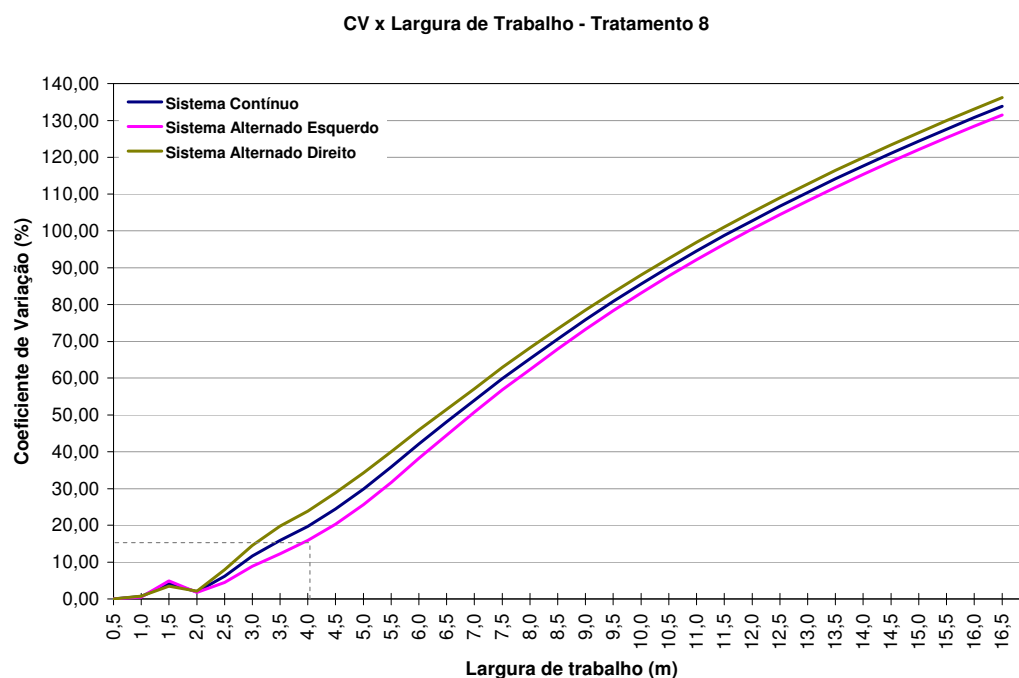


Figura 32 – CV x Largura de Trabalho do Tratamento 8.

A partir dos gráficos apresentados nas Figuras 29, 30, 31 e 32, pôde-se determinar a “Largura Efetiva de Trabalho”, ou seja, a largura de trabalho de maior eficiência do implemento dentro do nível de desuniformidade da distribuição transversal aceitável, ou de 15% (DALLMEYER, 1986). Para tanto, o Tratamento 5, pelo Sistema alternado esquerdo, apresentou o melhor valor para largura útil, sendo de 4,5 m. Da mesma forma, Molin et al.(2003), demonstram que a máquina não deve ser operada em Sistema de percurso contínuo, sem que o CV de aplicação ultrapasse o limite pré-estabelecido de 15%

Pode-se observar, no Tratamento 6, que os resultados da largura útil para o CV considerado, em todos os sistemas de percursos, obtiveram a largura útil semelhante. Este tratamento apresentou o menor valor de largura útil para o CV de 15%.

Os resultados apresentaram uma maior largura útil de trabalho para os tratamentos com calcário em comparação aos de uréia. A maior largura útil apresentados nos tratamentos de calcário foi 55,5% maior do que a maior largura útil dos tratamentos de uréia.

Os resultados completos para esse ensaio estão no Anexo 3.

6.8 Capacidade de campo efetiva

6.8.1 Calcário

Os valores de capacidade de campo efetiva foram calculados a partir da Equação 3, do item 6.2.7.

O Quadro 8 reporta os valores calculados para os quatro tratamentos de calcário.

Quadro 8 – Valores de capacidade de campo efetiva dos tratamentos de calcário.

Tratamento	largura útil CV 15% (m)	Capacidade de campo efetiva (ha.h ⁻¹)
T1	7,0	2,9
T2	7,0	2,9
T3	3,3	1,4
T4	6,8	2,8

Os Tratamentos 1 e 2 apresentaram maior capacidade de campo efetiva, demonstrando que com as disposições das aletas nesses tratamentos, obtém-se maior área de distribuição do produto em um determinado tempo.

O Tratamento 3 apresentou o menor desempenho de capacidade de campo, como demonstrado na Figura 17, com o gráfico de distribuição do produto. Pelos valores do Quadro acima, pode-se concluir que com a disposição das aletas desse tratamento cobre-se apenas metade da área em relação aos demais tratamentos, considerando-se um mesmo tempo de trabalho.

6.8.2 Uréia

No Quadro 9 são apresentados os valores obtidos de capacidade de campo efetiva, calculados a partir da maior largura útil para o CV de 15%.

Quadro 9 – Valores de capacidade de campo efetiva dos tratamentos de uréia.

Tratamento	largura útil CV 15% (m)	Capacidade de campo efetiva (ha.h ⁻¹)
T5	4,3	1,8
T6	3,8	1,6
T7	4,3	1,8
T8	4,0	1,7

Para os tratamentos com uréia, os valores de capacidade de campo efetiva são mais próximos, demonstrando uma menor variação quando alterada a posição das aletas do distribuidor centrífugo.

Observando-se os valores médios de capacidade de campo de todos os tratamentos pode-se inferir que o rendimento da aplicação de calcário é superior em 47% em relação à aplicação de uréia.

6.9 Consumo de combustível operacional

6.9.1 Calcário

Os resultados de consumo de combustível operacional para a distribuição com calcário estão expressos no Quadro 10, calculados a partir da capacidade de campo efetiva, considerando-se o consumo horário médio de combustível de $8,60 \text{ L h}^{-1}$, como demonstrado no item 5.1.7.

Quadro 10 – Consumo de combustível operacional para distribuição com calcário.

Tratamentos	Consumo de combustível (L ha^{-1})
T1	3,0
T2	3,0
T3	6,1
T4	3,0

A análise do consumo operacional de combustível na distribuição dos tratamentos de calcário mostra que o Tratamento 3 utiliza o dobro de combustível para fazer a mesma área que os demais tratamentos. Isso é explicado por esse tratamento ter apresentado o menor desempenho de capacidade de campo, conforme item 6.8.1.

6.9.2 Uréia

No Quadro 11 estão apresentados os resultados de consumo de combustível operacional para a distribuição com uréia.

Quadro 11 – Consumo de combustível operacional para distribuição de uréia.

Tratamentos	Consumo de combustível (L ha^{-1})
T5	4,8
T6	5,4
T7	4,8
T8	5,0

Para os tratamentos com aplicação de uréia, os valores de consumo de combustível operacional são mais próximos, demonstrando uma menor variação quando alterada a posição das aletas do distribuidor.

Observando-se os valores médios de consumo de combustível operacional de todos os tratamentos, tem-se que o rendimento da distribuição de calcário é superior em relação à distribuição de uréia.

7. Considerações finais

Um estudo mais aprofundado deve resultar em informações mais consistentes. Pode-se aumentar o número de variáveis e acrescentar repetições.

O manual do fabricante da máquina mostrou-se incompleto, com pouca confiabilidade quanto às suas regulagens.

Têm-se poucos trabalhos científicos sobre o assunto, o que resultou em dificuldades na realização dos ensaios.

Os procedimentos adotados, adaptados das normas vigentes, permitiram a obtenção de resultados consistentes.

Admitindo-se o coeficiente de variação de 15%, conforme estabelecido neste trabalho, o Tratamento 1 obteve a maior largura útil de trabalho para o calcário.

O Tratamento 3 apresentou uma largura de distribuição menor e direcionamento do produto mais para o centro, em relação aos demais tratamentos, diferindo do esperado pelo manual do fabricante.

O coeficiente de variação é de suma importância para a uniformidade de distribuição. Diante disso, deve-se conciliar a maior largura de trabalho da máquina com um valor de coeficiente de variação que seja aceitável, para garantir uniformidade e maior rendimento operacional.

8. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nos ensaios e atendendo aos objetivos deste trabalho, podem-se extrair as seguintes conclusões:

- A posição das aletas nos discos altera a largura efetiva de trabalho para os dois produtos estudados;
- Observando-se os valores médios de capacidade de campo de todos os tratamentos pode-se concluir que o rendimento da aplicação de calcário é superior em 47% em relação à aplicação de uréia.
- Produtos com densidades distintas sugerem diferentes capacidades de campo.
- Comparando-se os valores médios de consumo de combustível operacional de todos os tratamentos, tem-se que o rendimento da distribuição de calcário é superior em relação à distribuição de uréia.

9. REFERÊNCIAS:

- ASAE - American Society of Agricultural Engineers. Procedure for measuring distribution uniformity and calibrating granular broadcast spreaders. ASAE Standards. St. Joseph, 1996. 3p.
- BALASTREIRE, L. A. *Máquinas agrícolas*. São Paulo: Manole, 1987. 308 p.
- COELHO, J.L.D. et al. Avaliação de desempenho de máquinas agrícolas a lanço na distribuição de gesso agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA DO CONE SUL, 1., 1992, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. v.4, p. 2058-2103.
- DELLAMEA, R.B.C. et al. Análise econômica simplificada da taxa variável x taxa fixa de aplicação de fertilizantes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. *Anais...* Aracaju: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. CD-ROM.
- DALLMEYER, A.U. As máquinas utilizadas na distribuição e incorporação de calcário. In: SIMPÓSIO SOBRE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NA AGRICULTURA, 1., 1986, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.23-29.
- FONTANA, C.; SOUZA, J.M.; DALLMEYER, A.U. Uniformidade de semeadura de arroz com um distribuidor centrífugo *Revista Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v.15, n.3, p. 219-230, 1985.
- FULTON, J.P. et al. *Field evaluation of a spinner disk variable-rate fertilizer applicator*. Toronto: *Transactions of the ASAE*. V. 44, n.5, p.1071-1081, 2001b.
- GONÇALVES, A.O.; MOLIN, J.P.; MENEGATTI, I. A.A. Adulção 2.0 – Software para análise de distribuição transversal In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., Foz do Iguaçu. *Anais...*Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. CD-ROM.
- ISO - International Organization for Standardization. Equipment for distributing fertilizers: Test methods – Part 1: Full width fertilizer distributors. Geneva, 1985, 2. ed., 17p.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MARCHETTI, I. et al. Características da distribuição de calcário utilizando um equipamento lancer pendular. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34., 2005, Canoas. *Anais...*Canoas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2005. CD-ROM.

MIALHE, L.G. *Máquinas agrícolas: ensaio e certificação*. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722 p.

MIELNICZUK, J. Economicidade da calagem. In: SIMPÓSIO ACIDEZ E CALAGEM NO BRASIL, 1983, Campinas: *Anais...* Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p.64-77.

MILAN, M.; GADANHA JUNIOR, C.D. Ensaio e certificação das máquinas para aplicação de adubos e corretivos. In: MIALHE, L.G. *Máquinas agrícolas: ensaios e certificação*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. Cap. 10, p.515-550.

MOLIN, J.P. Agricultura de precisão. Parte II: diagnóstico, aplicação localizada e considerações econômicas. *Engenharia.Agrícola.*, Jaboticabal, v.17, n.2, p.108-121, 1997.

MOLIN, J.P.; RUIZ, E.R.S. Validação de métodos simplificados de determinação da largura efetiva para distribuidores de fertilizantes e corretivos a lanço. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999a. CD-ROM.

MOLIN, J.P.; COELHO, J.L.D.; VASARHELYI, A. Programa computacional para análise de distribuição transversal em aplicadores de fertilizantes e corretivos a lanço. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA DO CONE SUL, 1., 1992, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. 4 v.

MOLIN, J.P.; MAZZOTTI, H.C. Influência da utilização e do tipo de amortecedores de ricochete em ensaios de aplicadores a lanço. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.4, n.2, p.281-285, 2000.

MOLIN, J. P.; MENEGATTI, L.A.A. Desempenho de distribuidora a lanço com doses variáveis de uréia. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 290-299, 2003.

PARISH, R.L. Effect of rough operating surface on rotary spreader distribution pattern. *Applied Engineering in Agriculture*, St. Joseph, v.7, n.1, p.61-63, 1991.

PARISH, R.L. Particle size effects on collection efficiency across spreader pattern test. *Applied Engineering in Agriculture*, St. Joseph, v.12, n.5, p.527-529, 1996.

PAULETTI, V. *Rendimento de soja, milho e feijão com estratégias de aplicação de adubo mineral, no sistema plantio direto*. 2006. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

QUAGGIO, J.A. *A acidez e calagem em solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2000. 111 p.

WERNER, V. et al. Aplicação de fertilizantes a taxa variável em agricultura de precisão variando a velocidade de deslocamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.11, n.6, p.658–663, 2007.

WEISS, A. *Desenvolvimento de um distribuidor helicoidal para calcário seco*. 1986. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1986.

WHITNEY, R.W.; ROTH, L.O.; KUHLMAN, D.K. Performance of selected granular collectors. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.30, n.2, p.338-342, 1987.

ANEXO 1

Valores obtidos pelo fluxômetro de combustível

Repetição	Tempo (s)	Pulso
1	17,09	42
2	16,89	40
3	17,08	42
4	17,17	39

Anexo 2

Resultados dos ensaios de distribuição do material a lançar.

TRATAMENTO 1							
REPETIÇÃO 1		REPETIÇÃO 2		REPETIÇÃO 3		REPETIÇÃO 4	
Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)
1	9,92	1	8,36	1	10,20	1	8,20
2	6,35	2	7,78	2	10,34	2	7,60
3	6,79	3	8,18	3	10,89	3	8,00
4	8,41	4	8,36	4	15,06	4	13,02
5	16,21	5	11,17	5	16,04	5	14,58
6	16,63	6	15,55	6	12,34	6	19,63
7	21,64	7	11,47	7	25,32	7	26,06
8	30,73	8	37,13	8	40,72	8	32,49
9	41,04	9	42,27	9	49,02	9	41,66
10	43,29	10	53,03	10	60,23	10	51,24
11	50,11	11	54,54	11	60,59	11	55,20
12	57,40	12	71,00	12	64,84	12	49,65
13	63,30	13	60,24	13	55,39	13	48,66
14	110,47	14	104,11	14	108,69	14	111,94
15	38,44	15	49,36	15	50,36	15	40,79
16	44,46	16	53,84	16	47,49	16	44,44
17	36,05	17	41,76	17	45,31	17	43,41
18	36,32	18	30,06	18	37,88	18	38,59
19	35,67	19	36,05	19	30,50	19	33,80
20	31,35	20	27,31	20	23,57	20	23,01
21	22,37	21	24,58	21	23,29	21	18,61
22	23,33	22	23,36	22	16,63	22	12,35
23	17,42	23	19,19	23	14,68	23	7,90
24	12,62	24	16,18	24	10,97	24	7,52
25	8,94	25	15,22	25	8,84	25	6,03
26	8,12	26	12,68	26	7,63	26	5,88
27	5,42	27	10,80	27	6,74	27	4,45

TRATAMENTO 2							
REPETIÇÃO 1		REPETIÇÃO 2		REPETIÇÃO 3		REPETIÇÃO 4	
Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)
1	0,00	1	8,00	1	12,94	1	6,68
2	0,00	2	8,86	2	11,01	2	5,99
3	0,00	3	9,06	3	12,32	3	4,89
4	1,64	4	8,82	4	15,77	4	6,85
5	4,12	5	9,49	5	19,34	5	7,63
6	7,81	6	12,03	6	21,45	6	10,61
7	14,81	7	17,43	7	21,69	7	17,69
8	25,03	8	24,16	8	32,58	8	27,34
9	34,97	9	33,13	9	41,70	9	33,3
10	50,00	10	45,59	10	46,19	10	46,84
11	60,04	11	60,82	11	55,64	11	52,46
12	66,22	12	70,94	12	62,07	12	57,53
13	59,67	13	62,82	13	63,03	13	58,82
14	111,86	14	118,11	14	108,24	14	100,68
15	43,79	15	48,04	15	47,34	15	48,27
16	43,82	16	44,31	16	46,56	16	42,06
17	35,25	17	42,21	17	37,08	17	37,51
18	29,97	18	40,81	18	35,33	18	31,13
19	26,13	19	36,23	19	29,21	19	23,64
20	21,34	20	32,70	20	28,41	20	21,38
21	16,40	21	26,04	21	21,26	21	18,27
22	11,75	22	24,35	22	19,69	22	15,35
23	5,64	23	25,07	23	13,84	23	10,28
24	2,43	24	26,35	24	16,43	24	11,19
25	0,69	25	20,25	25	15,96	25	9,43
26	0,37	26	19,78	26	13,77	26	11,28
27	0,21	27	17,40	27	10,41	27	11,52

TRATAMENTO 3							
REPETIÇÃO 1		REPETIÇÃO 2		REPETIÇÃO 3		REPETIÇÃO 4	
Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)
1	0,00	1	1,59	1	5,38	1	7,89
2	0,00	2	1,66	2	5,03	2	8,99
3	0,00	3	2,12	3	8,23	3	9,50
4	0,00	4	3,55	4	10,22	4	8,72
5	1,05	5	3,33	5	13,98	5	12,68
6	0,62	6	6,28	6	14,62	6	16,50
7	2,31	7	9,65	7	20,02	7	23,63
8	3,79	8	16,66	8	27,70	8	32,09
9	5,24	9	23,32	9	38,58	9	39,69
10	5,16	10	37,16	10	50,02	10	50,92
11	6,34	11	47,93	11	53,13	11	49,56
12	9,62	12	41,26	12	49,94	12	43,12
13	15,18	13	44,65	13	44,68	13	46,38
14	48,64	14	149,62	14	156,01	14	131,56
15	14,78	15	36,95	15	32,89	15	35,52
16	10,19	16	42,61	16	38,91	16	38,69
17	5,70	17	42,69	17	38,80	17	41,04
18	3,48	18	35,80	18	41,88	18	34,06
19	1,05	19	29,36	19	35,61	19	24,77
20	0,69	20	25,95	20	32,83	20	21,46
21	0,00	21	17,79	21	27,83	21	19,24
22	0,00	22	13,90	22	22,34	22	15,68
23	0,00	23	9,21	23	15,39	23	18,54
24	0,00	24	6,84	24	13,36	24	13,62
25	0,00	25	4,99	25	8,53	25	12,25
26	0,00	26	3,81	26	5,61	26	9,49
27	0,00	27	1,76	27	4,65	27	6,19

TRATAMENTO 4							
REPETIÇÃO 1		REPETIÇÃO 2		REPETIÇÃO 3		REPETIÇÃO 4	
Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)
1	14,03	1	10,24	1	13,40	1	6,76
2	13,33	2	8,75	2	10,93	2	7,19
3	12,21	3	7,27	3	11,16	3	7,51
4	12,96	4	7,06	4	9,77	4	10,45
5	13,39	5	9,00	5	10,30	5	13,98
6	15,63	6	11,24	6	12,46	6	19,05
7	23,06	7	16,27	7	19,13	7	26,70
8	30,92	8	23,96	8	25,45	8	34,48
9	39,58	9	32,10	9	34,82	9	41,51
10	46,05	10	43,29	10	37,34	10	40,36
11	55,20	11	51,53	11	44,72	11	46,17
12	53,07	12	59,37	12	56,45	12	49,34
13	56,80	13	60,61	13	57,54	13	54,14
14	144,09	14	101,68	14	102,00	14	91,90
15	49,27	15	48,69	15	42,90	15	30,14
16	45,75	16	44,45	16	41,44	16	31,98
17	36,53	17	40,76	17	39,15	17	37,19
18	28,23	18	36,09	18	34,07	18	30,90
19	20,39	19	32,14	19	24,13	19	23,15
20	16,59	20	26,56	20	19,96	20	18,41
21	10,27	21	18,12	21	14,87	21	12,08
22	7,60	22	14,28	22	12,34	22	8,67
23	3,73	23	9,79	23	9,79	23	4,71
24	1,99	24	6,95	24	6,92	24	3,83
25	1,86	25	6,15	25	4,89	25	2,77
26	2,04	26	5,49	26	5,42	26	2,71
27	1,32	27	6,86	27	4,49	27	2,15

TRATAMENTO 5							
REPETIÇÃO 1		REPETIÇÃO 2		REPETIÇÃO 3		REPETIÇÃO 4	
Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)
1	0,16	1	0,33	1	0,25	1	0,16
2	0,35	2	0,49	2	0,43	2	0,43
3	0,69	3	0,71	3	0,59	3	0,73
4	1,57	4	1,39	4	1,23	4	1,10
5	3,15	5	3,21	5	2,22	5	2,76
6	4,78	6	4,26	6	3,85	6	4,80
7	6,27	7	4,96	7	4,36	7	5,76
8	6,05	8	5,28	8	4,64	8	4,86
9	5,04	9	4,83	9	5,54	9	4,12
10	5,99	10	4,97	10	4,38	10	4,52
11	4,88	11	5,03	11	4,89	11	5,02
12	5,08	12	5,60	12	5,04	12	6,14
13	7,65	13	7,06	13	6,53	13	6,95
14	18,64	14	17,99	14	18,07	14	16,01
15	5,32	15	5,29	15	5,27	15	5,49
16	4,17	16	4,51	16	4,97	16	4,91
17	3,89	17	3,62	17	3,71	17	3,99
18	3,77	18	3,80	18	3,90	18	3,50
19	3,09	19	3,77	19	4,02	19	3,69
20	3,79	20	3,91	20	4,05	20	3,85
21	3,96	21	4,00	21	3,06	21	3,90
22	4,21	22	3,51	22	3,57	22	3,92
23	2,57	23	3,02	23	2,50	23	2,84
24	2,71	24	3,03	24	2,45	24	2,12
25	1,18	25	1,43	25	1,07	25	1,02
26	0,50	26	0,64	26	0,44	26	0,59
27	0,35	27	0,31	27	0,33	27	0,30

TRATAMENTO 6							
REPETIÇÃO 1		REPETIÇÃO 2		REPETIÇÃO 3		REPETIÇÃO 4	
Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)
1	0,24	1	0,05	1	0,12	1	0,09
2	0,18	2	0,16	2	0,15	2	0,25
3	0,38	3	0,20	3	0,40	3	0,55
4	0,62	4	0,63	4	0,69	4	1,03
5	1,38	5	1,18	5	1,35	5	1,60
6	2,19	6	1,83	6	2,46	6	3,01
7	3,42	7	2,70	7	3,11	7	4,29
8	4,14	8	3,37	8	3,82	8	4,09
9	4,82	9	3,21	9	3,82	9	4,52
10	4,72	10	3,87	10	4,24	10	4,86
11	5,15	11	4,06	11	4,64	11	5,83
12	6,19	12	5,07	12	5,83	12	5,48
13	6,36	13	5,70	13	6,43	13	6,80
14	17,04	14	18,47	14	19,78	14	18,48
15	6,32	15	6,09	15	5,19	15	6,10
16	4,96	16	5,22	16	4,50	16	4,82
17	3,91	17	4,25	17	3,82	17	3,71
18	3,55	18	4,00	18	3,82	18	3,75
19	3,23	19	3,32	19	4,09	19	3,50
20	3,26	20	4,31	20	3,41	20	3,16
21	2,55	21	2,80	21	2,22	21	2,24
22	2,51	22	3,05	22	1,92	22	1,95
23	1,56	23	1,65	23	0,96	23	0,91
24	1,12	24	1,55	24	0,79	24	0,89
25	0,54	25	0,71	25	0,38	25	0,47
26	0,29	26	0,37	26	0,19	26	0,18
27	0,17	27	0,18	27	0,12	27	0,07

TRATAMENTO 7							
REPETIÇÃO 1		REPETIÇÃO 2		REPETIÇÃO 3		REPETIÇÃO 4	
Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)
1	0,16	1	0,09	1	0,14	1	0,19
2	0,40	2	0,13	2	0,15	2	0,27
3	0,59	3	0,31	3	0,36	3	0,51
4	1,54	4	0,84	4	0,90	4	1,28
5	2,59	5	2,00	5	2,36	5	2,86
6	4,85	6	4,13	6	4,89	6	5,30
7	5,22	7	5,22	7	5,90	7	5,48
8	4,97	8	4,58	8	4,82	8	5,38
9	4,69	9	4,37	9	4,33	9	4,02
10	4,12	10	4,48	10	4,70	10	4,57
11	4,00	11	4,13	11	4,47	11	4,75
12	4,63	12	4,53	12	4,54	12	4,72
13	5,29	13	5,40	13	5,11	13	5,29
14	14,90	14	15,11	14	18,20	14	14,90
15	5,00	15	4,66	15	5,11	15	4,07
16	4,28	16	4,09	16	4,57	16	3,58
17	3,71	17	3,66	17	3,64	17	3,32
18	3,57	18	3,03	18	3,56	18	3,31
19	3,53	19	3,46	19	3,28	19	3,33
20	4,02	20	3,65	20	3,67	20	4,01
21	3,18	21	3,47	21	3,64	21	3,43
22	3,53	22	3,87	22	3,60	22	4,10
23	3,36	23	3,14	23	3,26	23	3,40
24	3,60	24	2,98	24	2,77	24	2,74
25	1,77	25	1,58	25	1,08	25	1,47
26	1,27	26	0,71	26	0,60	26	0,70
27	0,74	27	0,43	27	0,34	27	0,26

TRATAMENTO 8							
REPETIÇÃO 1		REPETIÇÃO 2		REPETIÇÃO 3		REPETIÇÃO 4	
Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)	Coletor	peso (g)
1	0,05	1	0,00	1	0,00	1	0,00
2	0,08	2	0,05	2	0,00	2	0,00
3	0,06	3	0,04	3	0,10	3	0,03
4	0,11	4	0,14	4	0,10	4	0,11
5	0,33	5	0,21	5	0,48	5	0,29
6	0,27	6	0,30	6	0,27	6	0,30
7	0,49	7	0,43	7	0,67	7	0,49
8	0,86	8	0,97	8	1,00	8	0,54
9	1,36	9	1,86	9	1,47	9	1,51
10	2,57	10	3,20	10	2,70	10	2,56
11	4,49	11	4,37	11	4,24	11	3,68
12	5,97	12	6,12	12	5,31	12	5,90
13	8,17	13	8,13	13	6,71	13	8,53
14	23,65	14	23,88	14	18,42	14	23,59
15	6,07	15	5,99	15	6,23	15	5,75
16	4,72	16	4,78	16	4,41	16	4,25
17	3,37	17	3,94	17	3,36	17	3,54
18	2,69	18	2,59	18	1,96	18	2,96
19	1,77	19	1,44	19	1,30	19	1,65
20	1,13	20	0,92	20	1,02	20	1,14
21	0,67	21	0,68	21	0,73	21	0,54
22	0,46	22	0,43	22	0,55	22	0,30
23	0,44	23	0,16	23	0,26	23	0,25
24	0,20	24	0,12	24	0,22	24	0,10
25	0,05	25	0,01	25	0,07	25	0,09
26	0,01	26	0,80	26	0,02	26	0,04
27	0,00	27	0,00	27	0,00	27	0,04

Anexo 3

**Resultados de CV x Largura de Trabalho: “Sistema Contínuo”, “Alternado Esquerdo” e
“Alternado Direito”**

Tratamento 1				
Coletores Sobrepostos	Largura útil	Sistema Contínuo	Sistema Alternado Esquerdo	Sistema Alternado Direito
1	0,5	0,00	0,00	0,00
2	1,0	0,02	0,25	0,22
3	1,5	2,01	1,26	2,50
4	2,0	1,98	2,97	1,00
5	2,5	4,19	5,41	2,95
6	3,0	5,52	4,71	6,27
7	3,5	12,46	9,55	15,50
8	4,0	14,76	11,12	18,65
9	4,5	11,33	7,39	15,19
10	5,0	10,49	6,47	14,76
11	5,5	11,85	6,90	17,43
12	6,0	13,81	8,82	19,68
13	6,5	16,55	11,86	22,09
14	7,0	19,44	15,40	24,13
15	7,5	21,74	17,19	26,26
16	8,0	23,44	18,64	27,64
17	8,5	22,42	17,34	25,85
18	9,0	24,22	19,04	27,58
19	9,5	26,78	21,75	30,12
20	10,0	30,05	25,46	33,35
21	10,5	33,86	29,81	37,06
22	11,0	37,27	33,49	40,41
23	11,5	40,77	37,24	43,85
24	12,0	44,28	40,85	47,31
25	12,5	47,73	44,47	50,68
26	13,0	51,31	48,05	54,17
27	13,5	54,98	51,94	57,61
28	14,0	58,55	55,74	60,99
29	14,5	62,01	59,32	64,34
30	15,0	65,38	62,78	67,62
31	15,5	68,65	66,15	70,81
32	16,0	71,79	69,36	73,90
33	16,5	74,80	72,38	76,90

Tratamento 2				
Coletores Sobrepostos	Largura útil	Sistema Contínuo	Sistema Alternado Esquerdo	Sistema Alternado Direito
1	0,5	0,00	0,00	0,00
2	1,0	0,27	0,73	0,20
3	1,5	1,89	2,12	1,54
4	2,0	1,10	2,24	0,55
5	2,5	5,00	6,06	3,86
6	3,0	4,93	4,00	5,88
7	3,5	11,36	7,69	15,27
8	4,0	12,36	7,29	18,29
9	4,5	8,79	2,92	15,73
10	5,0	8,90	4,30	16,08
11	5,5	11,03	5,73	18,49
12	6,0	13,76	7,84	20,86
13	6,5	18,22	12,71	24,05
14	7,0	21,93	16,39	26,65
15	7,5	25,15	19,18	29,18
16	8,0	27,36	21,04	30,83
17	8,5	26,77	20,63	29,18
18	9,0	28,97	23,88	30,33
19	9,5	31,67	27,67	32,27
20	10,0	34,91	31,88	35,13
21	10,5	38,54	36,34	38,63
22	11,0	41,85	40,32	42,00
23	11,5	45,18	44,19	45,38
24	12,0	48,61	48,05	48,73
25	12,5	52,15	51,94	52,09
26	13,0	55,70	55,76	55,39
27	13,5	59,32	59,58	58,74
28	14,0	62,86	63,29	62,04
29	14,5	66,32	66,85	65,33
30	15,0	69,63	70,26	68,43
31	15,5	72,84	73,56	71,49
32	16,0	75,91	76,70	74,43
33	16,5	78,86	79,70	77,30

Tratamento 3				
Coletores Sobrepostos	Largura útil	Sistema Contínuo	Sistema Alternado Esquerdo	Sistema Alternado Direito
1	0,5	0,00	0,00	0,00
2	1,0	0,30	0,98	0,37
3	1,5	4,38	3,78	4,89
4	2,0	1,05	0,14	1,28
5	2,5	4,99	5,71	4,31
6	3,0	12,58	11,24	13,93
7	3,5	20,60	17,72	23,64
8	4,0	23,41	20,11	26,97
9	4,5	24,02	20,72	27,54
10	5,0	25,38	22,02	29,06
11	5,5	27,82	24,29	31,64
12	6,0	31,01	27,58	34,57
13	6,5	34,27	31,17	37,36
14	7,0	37,43	34,64	40,07
15	7,5	40,12	37,56	42,34
16	8,0	42,55	40,24	44,38
17	8,5	44,04	42,00	45,51
18	9,0	47,02	45,12	48,38
19	9,5	50,44	48,69	51,76
20	10,0	54,15	52,58	55,47
21	10,5	58,12	56,75	59,36
22	11,0	61,90	60,75	63,03
23	11,5	65,54	64,53	66,60
24	12,0	69,13	68,20	70,12
25	12,5	72,72	71,86	73,63
26	13,0	76,26	75,47	77,06
27	13,5	79,74	79,01	80,45
28	14,0	83,15	82,48	83,77
29	14,5	86,46	85,83	87,02
30	15,0	89,67	89,08	90,20
31	15,5	92,80	92,23	93,31
32	16,0	95,84	95,28	96,35
33	16,5	98,80	98,23	99,31

Tratamento 4				
Coletores Sobrepostos	Largura útil	Sistema Contínuo	Sistema Alternado Esquerdo	Sistema Alternado Direito
1	0,5	0,00	0,00	0,00
2	1,0	0,86	0,83	0,90
3	1,5	2,49	2,71	2,16
4	2,0	1,65	2,26	1,09
5	2,5	4,68	4,01	5,20
6	3,0	5,31	3,45	7,21
7	3,5	11,99	9,99	14,06
8	4,0	15,52	12,87	18,33
9	4,5	12,49	10,00	15,09
10	5,0	12,05	9,44	14,85
11	5,5	13,72	9,76	17,37
12	6,0	15,83	10,69	21,01
13	6,5	19,26	13,19	25,74
14	7,0	23,12	16,57	30,33
15	7,5	26,83	20,11	34,36
16	8,0	29,71	23,29	37,03
17	8,5	29,55	23,38	36,65
18	9,0	31,99	25,19	39,98
19	9,5	35,05	27,73	43,61
20	10,0	38,68	31,01	47,57
21	10,5	42,83	34,94	51,77
22	11,0	46,76	38,60	55,83
23	11,5	50,52	42,15	59,74
24	12,0	54,23	45,73	63,57
25	12,5	57,91	49,14	67,35
26	13,0	61,51	52,64	71,01
27	13,5	65,11	56,19	74,61
28	14,0	68,63	59,82	78,10
29	14,5	72,07	63,35	81,49
30	15,0	75,41	66,74	84,79
31	15,5	78,63	69,98	87,97
32	16,0	81,71	73,04	91,04
33	16,5	84,66	75,91	94,00

Tratamento 5				
Coletores Sobrepostos	Largura útil	Sistema Contínuo	Sistema Alternado Esquerdo	Sistema Alternado Direito
1	0,5	0,00	0,00	0,00
2	1,0	0,33	0,80	1,44
3	1,5	1,81	3,11	0,45
4	2,0	1,73	1,27	2,96
5	2,5	4,59	5,35	3,76
6	3,0	6,13	6,37	5,60
7	3,5	7,22	6,53	7,44
8	4,0	13,84	10,59	16,54
9	4,5	23,61	18,86	28,78
10	5,0	32,01	27,27	37,36
11	5,5	36,09	31,72	41,08
12	6,0	35,35	31,22	40,12
13	6,5	33,23	28,40	38,85
14	7,0	30,31	24,44	36,86
15	7,5	29,12	23,12	35,31
16	8,0	29,88	24,48	35,26
17	8,5	31,90	27,41	36,15
18	9,0	35,56	31,74	39,32
19	9,5	39,67	36,03	43,12
20	10,0	43,74	39,89	47,21
21	10,5	47,46	43,22	51,13
22	11,0	50,78	46,07	54,77
23	11,5	53,80	48,76	58,00
24	12,0	56,64	51,68	61,08
25	12,5	59,55	54,95	63,92
26	13,0	62,61	58,44	66,87
27	13,5	65,87	62,00	69,83
28	14,0	69,22	65,56	72,91
29	14,5	72,60	69,08	76,12
30	15,0	75,93	72,52	79,31
31	15,5	79,18	75,84	82,50
32	16,0	82,33	79,03	85,61
33	16,5	85,37	82,10	88,62

Tratamento 6				
Coletores Sobrepostos	Largura útil	Sistema Contínuo	Sistema Alternado Esquerdo	Sistema Alternado Direito
1	0,5	0,00	0,00	0,00
2	1,0	0,61	0,58	0,65
3	1,5	2,58	3,17	1,99
4	2,0	1,13	0,80	1,50
5	2,5	5,08	5,81	4,28
6	3,0	6,64	7,35	5,87
7	3,5	11,51	11,63	11,36
8	4,0	18,98	17,90	20,12
9	4,5	26,12	23,78	28,50
10	5,0	30,21	27,67	32,82
11	5,5	32,38	29,95	34,93
12	6,0	32,18	29,59	34,93
13	6,5	32,66	29,79	35,70
14	7,0	33,49	30,23	36,91
15	7,5	35,48	32,33	38,82
16	8,0	38,63	35,64	41,82
17	8,5	42,10	39,28	45,02
18	9,0	46,18	43,39	49,00
19	9,5	50,28	47,47	53,02
20	10,0	54,28	51,43	57,12
21	10,5	58,20	55,29	61,03
22	11,0	62,02	59,07	64,95
23	11,5	65,80	62,86	68,66
24	12,0	69,52	66,66	72,39
25	12,5	73,21	70,44	76,01
26	13,0	76,85	74,16	79,59
27	13,5	80,43	77,79	83,11
28	14,0	83,91	81,33	86,55
29	14,5	87,31	84,75	89,92
30	15,0	90,59	88,06	93,18
31	15,5	93,77	91,26	96,35
32	16,0	96,85	94,35	99,42
33	16,5	99,84	97,34	102,40

Tratamento 7				
Coletores Sobrepostos	Largura útil	Sistema Contínuo	Sistema Alternado Esquerdo	Sistema Alternado Direito
1	0,5	0,00	0,00	0,00
2	1,0	0,97	0,56	2,47
3	1,5	2,12	4,49	0,16
4	2,0	2,08	3,02	3,10
5	2,5	5,34	8,04	2,91
6	3,0	8,12	10,36	5,33
7	3,5	7,63	8,93	6,12
8	4,0	14,50	11,52	16,12
9	4,5	24,90	19,60	30,57
10	5,0	34,39	29,22	39,70
11	5,5	39,40	35,66	43,03
12	6,0	38,15	35,14	40,96
13	6,5	35,04	30,98	39,38
14	7,0	30,74	25,15	36,59
15	7,5	28,61	23,21	34,19
16	8,0	28,80	25,13	32,91
17	8,5	30,39	28,78	32,62
18	9,0	34,25	33,74	35,06
19	9,5	38,54	38,30	38,58
20	10,0	42,72	42,28	42,71
21	10,5	46,46	45,26	46,79
22	11,0	49,73	47,25	50,56
23	11,5	52,43	48,99	53,76
24	12,0	54,76	51,34	56,74
25	12,5	57,02	54,41	59,33
26	13,0	59,66	57,94	61,82
27	13,5	62,64	61,58	64,31
28	14,0	65,87	65,22	67,03
29	14,5	69,25	68,80	69,96
30	15,0	72,61	72,27	73,00
31	15,5	75,91	75,61	76,16
32	16,0	79,09	78,81	79,28
33	16,5	82,15	81,88	82,32

Tratamento 8				
Coletores Sobrepostos	Largura útil	Sistema Contínuo	Sistema Alternado Esquerdo	Sistema Alternado Direito
1	0,5	0,00	0,00	0,00
2	1,0	0,67	0,49	0,84
3	1,5	4,19	4,93	3,46
4	2,0	1,98	1,78	2,15
5	2,5	6,23	4,49	7,96
6	3,0	11,71	8,93	14,58
7	3,5	15,92	12,30	19,78
8	4,0	19,72	15,90	23,87
9	4,5	24,47	20,31	28,86
10	5,0	29,90	25,64	34,27
11	5,5	35,83	31,64	40,00
12	6,0	42,15	38,21	45,96
13	6,5	48,09	44,51	51,50
14	7,0	53,99	50,70	57,10
15	7,5	59,92	56,79	62,93
16	8,0	65,30	62,30	68,23
17	8,5	70,66	67,87	73,41
18	9,0	75,84	73,21	78,44
19	9,5	80,80	78,30	83,27
20	10,0	85,57	83,14	87,98
21	10,5	90,14	87,77	92,52
22	11,0	94,52	92,20	96,87
23	11,5	98,73	96,43	101,04
24	12,0	102,78	100,50	105,08
25	12,5	106,68	104,41	108,97
26	13,0	110,44	108,17	112,74
27	13,5	114,08	111,81	116,38
28	14,0	117,61	115,33	119,91
29	14,5	121,03	118,74	123,34
30	15,0	124,35	122,06	126,67
31	15,5	127,59	125,28	129,92
32	16,0	130,74	128,42	133,08
33	16,5	133,82	131,49	136,17

Anexo 4

Resultados da distribuição longitudinal de Calcário

Tratamento 1				
Coletor	peso (g)	Dist. Percorrida no ensaio	% da aplic. Máx	Freq. Média
1	109,25	0,5	87,73	88,20
2	106,69	1,0	85,67	88,20
3	105,66	1,5	84,85	88,20
4	111,01	2,0	89,14	88,20
5	115,26	2,5	92,56	88,20
6	108,54	3,0	87,16	88,20
7	124,53	3,5	100,00	88,20
8	101,87	4,0	81,80	88,20
9	110,47	4,5	88,71	88,20
10	104,11	5,0	83,60	88,20
11	108,69	5,5	87,28	88,20
12	111,94	6,0	89,89	88,20
Média	109,84			

Tratamento 3				
Coletor	peso (g)	Dist. Percorrida no ensaio	% da aplic. Máx	Freq. Média
1	55,09	0,5	97,14	88,37
2	54,54	1,0	96,17	88,37
3	56,08	1,5	98,89	88,37
4	44,06	2,0	77,69	88,37
5	56,71	2,5	100,00	88,37
6	45,09	3,0	79,51	88,37
7	49,07	3,5	86,53	88,37
8	49,39	4,0	87,09	88,37
9	42,45	4,5	74,85	88,37
10	48,64	5,0	85,77	88,37
Média	50,11			

Tratamento 2				
Coletor	peso (g)	Dist. Percorrida no ensaio	% da aplic. Máx	Freq. Média
1	106,98	0,5	81,49	90,58
2	122,47	1,0	93,29	90,58
3	119,78	1,5	91,24	90,58
4	131,28	2,0	100,00	90,58
5	122,48	2,5	93,30	90,58
6	114,41	3,0	87,15	90,58
7	122,50	3,5	93,31	90,58
8	118,67	4,0	90,39	90,58
9	110,48	4,5	84,16	90,58
10	124,32	5,0	94,70	90,58
11	124,01	5,5	94,46	90,58
12	109,59	6,0	83,48	90,58
Média	118,91			

Tratamento 4				
Coletor	peso (g)	Dist. Percorrida no ensaio	% da aplic. Máx	Freq. Média
1	111,44	0,5	76,59	83,21
2	145,50	1,0	100,00	83,21
3	112,77	1,5	77,51	83,21
4	117,29	2,0	80,61	83,21
5	131,94	2,5	90,68	83,21
6	125,71	3,0	86,40	83,21
7	161,22	3,5	110,80	83,21
8	124,78	4,0	85,76	83,21
9	111,82	4,5	76,85	83,21
10	100,96	5,0	69,39	83,21
11	107,37	5,5	73,79	83,21
12	102,00	6,0	70,10	83,21
Média	121,07			

Anexo 5

Resultados da distribuição longitudinal da Uréia

Tratamento 5				
Coletor	peso (g)	Dist. Percorrida no ensaio	% da aplic. Máx	Freq. Média
1	20,38	0,5	90,70	83,61
2	17,35	1,0	77,21	83,61
3	16,52	1,5	73,52	83,61
4	18,70	2,0	83,22	83,61
5	19,61	2,5	87,27	83,61
6	18,66	3,0	83,04	83,61
7	21,05	3,5	93,68	83,61
8	22,47	4,0	100,00	83,61
9	18,64	4,5	82,96	83,61
10	17,99	5,0	80,06	83,61
11	18,07	5,5	80,42	83,61
12	16,01	6,0	71,25	83,61
Média	18,79			

Tratamento 6				
Coletor	peso (g)	Dist. Percorrida no ensaio	% da aplic. Máx	Freq. Média
1	17,74	0,5	87,13	88,44
2	18,09	1,0	88,85	88,44
3	17,47	1,5	85,81	88,44
4	20,36	2,0	100,00	88,44
5	19,79	2,5	97,20	88,44
6	16,46	3,0	80,84	88,44
7	17,66	3,5	86,74	88,44
8	16,45	4,0	80,80	88,44
9	16,77	4,5	82,37	88,44
10	17,04	5,0	83,69	88,44
11	18,47	5,5	90,72	88,44
12	19,78	6,0	97,15	88,44
Média	18,01			

Tratamento 7				
Coletor	peso (g)	Dist. Percorrida no ensaio	% da aplic. Máx	Freq. Média
1	17,21	0,5	94,56	92,51
2	15,74	1,0	86,48	92,51
3	16,91	1,5	92,91	92,51
4	17,28	2,0	94,95	92,51
5	18,14	2,5	99,67	92,51
6	16,15	3,0	88,74	92,51
7	16,75	3,5	92,03	92,51
8	17,68	4,0	97,14	92,51
9	17,97	4,5	98,74	92,51
10	14,90	5,0	81,87	92,51
11	15,11	5,5	83,02	92,51
12	18,20	6,0	100,00	92,51
Média	16,84			

Tratamento 8				
Coletor	peso (g)	Dist. Percorrida no ensaio	% da aplic. Máx	Freq. Média
1	19,65	0,5	76,25	85,91
2	21,83	1,0	84,71	85,91
3	19,46	1,5	75,51	85,91
4	23,03	2,0	89,37	85,91
5	25,77	2,5	100,00	85,91
6	21,27	3,0	82,54	85,91
7	24,16	3,5	93,75	85,91
8	20,96	4,0	81,33	85,91
9	23,65	4,5	91,77	85,91
10	23,88	5,0	92,67	85,91
11	18,42	5,5	71,48	85,91
12	23,59	6,0	91,54	85,91
Média	22,14			

Anexo 6

Análise estatística descritiva – distribuição transversal

Tratamento 1						
Coletores	R1	R2	R3	R4	total	média
1	9,92	8,36	10,20	8,20	36,68	9,17
2	6,35	7,78	10,34	7,60	32,07	8,02
3	6,79	8,18	10,89	8,00	33,86	8,47
4	8,41	8,36	15,06	13,02	44,85	11,21
5	16,21	11,17	16,04	14,58	58,00	14,50
6	16,63	15,55	12,34	19,63	64,15	16,04
7	21,64	11,47	25,32	26,06	84,49	21,12
8	30,73	37,13	40,72	32,49	141,07	35,27
9	41,04	42,27	49,02	41,66	173,99	43,50
10	43,29	53,03	60,23	51,24	207,79	51,95
11	50,11	54,54	60,59	55,20	220,44	55,11
12	57,40	71,00	64,84	49,65	242,89	60,72
13	63,30	60,24	55,39	48,66	227,59	56,90
14	75,09	71,21	68,72	64,48	279,50	69,88
15	86,89	82,18	82,04	80,30	331,41	82,85
16	98,68	93,14	95,37	96,12	383,31	95,83
17	110,47	104,11	108,69	111,94	435,21	108,80
18	92,46	90,42	94,11	94,15	371,14	92,79
19	74,46	76,74	79,53	76,37	307,10	76,78
20	56,45	63,05	64,94	58,58	243,02	60,76
21	38,44	49,36	50,36	40,79	178,95	44,74
22	44,46	53,84	47,49	44,44	190,23	47,56
23	36,05	41,76	45,31	43,41	166,53	41,63
24	36,32	30,06	37,88	38,59	142,85	35,71
25	35,67	36,05	30,50	33,80	136,02	34,01
26	31,35	27,31	23,57	23,01	105,24	26,31
27	22,37	24,58	23,29	18,61	88,85	22,21
28	23,33	23,36	16,63	12,35	75,67	18,92
29	17,42	19,19	14,68	7,90	59,19	14,80
30	12,62	16,18	10,97	7,52	47,29	11,82
31	8,94	15,22	8,84	6,03	39,03	9,76
32	8,12	12,68	7,63	5,88	34,31	8,58
33	5,42	10,80	6,74	4,45	27,41	6,85
Média*	39,47					
Mediana*	35,86					
D. padrão	29,03					
Variância	842,48					
Mínimo*	4,45					
Máximo*	111,94					
Intervalo*	107,49					
C.V(%)	74					
*valores em g						

Tratamento 2						
Coletores	R1	R2	R3	R4	total	média
1	0,00	8,00	12,94	6,68	27,62	6,91
2	0,00	8,86	11,01	5,99	25,86	6,47
3	0,00	9,06	12,32	4,89	26,27	6,57
4	1,64	8,82	15,77	6,85	33,08	8,27
5	4,12	9,49	19,34	7,63	40,58	10,15
6	7,81	12,03	21,45	10,61	51,90	12,98
7	14,81	17,43	21,69	17,69	71,62	17,91
8	25,03	24,16	32,58	27,34	109,11	27,28
9	34,97	33,13	41,70	33,30	143,10	35,78
10	50,00	45,59	46,19	46,84	188,62	47,16
11	60,04	60,82	55,64	52,46	228,96	57,24
12	66,22	70,94	62,07	57,53	256,76	64,19
13	59,67	62,82	63,03	58,82	244,34	61,09
14	72,72	76,64	74,33	69,29	292,98	73,25
15	85,77	90,47	85,64	79,75	341,63	85,41
16	98,81	104,29	96,94	90,22	390,26	97,57
17	111,86	118,11	108,24	100,68	438,89	109,72
18	94,84	100,59	93,02	87,58	376,03	94,01
19	77,83	83,08	77,79	74,48	313,18	78,30
20	60,81	65,56	62,57	61,37	250,31	62,58
21	43,79	48,04	47,34	48,27	187,44	46,86
22	43,82	44,31	46,56	42,06	176,75	44,19
23	35,25	42,21	37,08	37,51	152,05	38,01
24	29,97	40,81	35,33	31,13	137,24	34,31
25	26,13	36,23	29,21	23,64	115,21	28,80
26	21,34	32,70	28,41	21,38	103,83	25,96
27	16,40	26,04	21,26	18,27	81,97	20,49
28	11,75	24,35	19,69	15,35	71,14	17,79
29	5,64	25,07	13,84	10,28	54,83	13,71
30	2,43	26,35	16,43	11,19	56,40	14,10
31	0,69	20,25	15,96	9,43	46,33	11,58
32	0,37	19,78	13,77	11,28	45,20	11,30
33	0,21	17,40	10,41	11,52	39,54	9,89
Média*	38,78					
Mediana*	30,55					
D. padrão	30,32					
Variância	919,46					
Mínimo*	0,00					
Máximo*	118,11					
Intervalo*	118,11					
C.V(%)	78					
*valores em g						

Tratamento 3						
Coletores	R1	R2	R3	R4	total	média
1	0,00	1,59	5,38	7,89	14,86	3,72
2	0,00	1,66	5,03	8,99	15,68	3,92
3	0,00	2,12	8,23	9,50	19,85	4,96
4	0,00	3,55	10,22	8,72	22,49	5,62
5	1,05	3,33	13,98	12,68	31,04	7,76
6	0,62	6,28	14,62	16,50	38,02	9,51
7	2,31	9,65	20,02	23,63	55,61	13,90
8	3,79	16,66	27,70	32,09	80,24	20,06
9	5,24	23,32	38,58	39,69	106,83	26,71
10	5,16	37,16	50,02	50,92	143,26	35,82
11	6,34	47,93	53,13	49,56	156,96	39,24
12	9,62	41,26	49,94	43,12	143,94	35,99
13	15,18	44,65	44,68	46,38	150,89	37,72
14	23,55	70,89	72,51	67,68	234,63	58,66
15	31,91	97,14	100,35	88,97	318,37	79,59
16	40,28	123,38	128,18	110,27	402,11	100,53
17	48,64	149,62	156,01	131,56	485,83	121,46
18	40,18	121,45	125,23	107,55	394,41	98,60
19	31,71	93,29	94,45	83,54	302,99	75,75
20	23,25	65,12	63,67	59,53	211,57	52,89
21	14,78	36,95	32,89	35,52	120,14	30,04
22	10,19	42,61	38,91	38,69	130,40	32,60
23	5,70	42,69	38,80	41,04	128,23	32,06
24	3,48	35,80	41,88	34,06	115,22	28,81
25	1,05	29,36	35,61	24,77	90,79	22,70
26	0,69	25,95	32,83	21,46	80,93	20,23
27	0,00	17,79	27,83	19,24	64,86	16,22
28	0,00	13,90	22,34	15,68	51,92	12,98
29	0,00	9,21	15,39	18,54	43,14	10,79
30	0,00	6,84	13,36	13,62	33,82	8,46
31	0,00	4,99	8,53	12,25	25,77	6,44
32	0,00	3,81	5,61	9,49	18,91	4,73
33	0,00	1,76	4,65	6,19	12,60	3,15
Média*	32,17					
Mediana*	20,74					
D. padrão	35,23					
Variância	1240,88					
Mínimo*	0,00					
Máximo*	156,01					
Intervalo*	156,01					
C.V(%)	110					
*valores em g						

Tratamento 4						
Coletores	R1	R2	R3	R4	total	média
1	14,03	10,24	13,40	6,76	44,43	11,11
2	13,33	8,75	10,93	7,19	40,20	10,05
3	12,21	7,27	11,16	7,51	38,15	9,54
4	12,96	7,06	9,77	10,45	40,24	10,06
5	13,39	9,00	10,30	13,98	46,67	11,67
6	15,63	11,24	12,46	19,05	58,38	14,66
7	23,06	16,27	19,13	26,70	85,16	21,29
8	30,92	23,96	25,45	34,48	114,81	28,70
9	39,58	32,10	34,82	41,51	148,01	37,00
10	46,05	43,29	37,34	40,36	167,04	41,76
11	55,20	51,53	44,72	46,17	197,62	49,41
12	53,07	59,37	56,45	49,34	218,23	54,56
13	56,80	60,61	57,54	54,14	229,09	57,27
14	78,62	70,88	68,66	63,58	281,74	70,44
15	100,45	81,15	79,77	73,02	334,39	83,60
16	122,27	91,41	90,89	82,46	387,03	96,76
17	144,09	101,68	102,00	91,90	439,67	109,92
18	120,39	88,43	87,23	76,46	372,51	93,13
19	96,68	75,19	72,45	61,02	305,34	76,34
20	72,98	61,94	57,68	45,58	238,18	59,55
21	49,27	48,69	42,90	30,14	171,00	42,75
22	45,75	44,45	41,44	31,98	163,62	40,91
23	36,53	40,76	39,15	37,19	153,63	38,41
24	28,23	36,09	34,07	30,90	129,29	32,32
25	20,39	32,14	24,13	23,15	99,81	24,95
26	16,59	26,56	19,96	18,41	81,52	20,38
27	10,27	18,12	14,87	12,08	55,34	13,84
28	7,60	14,28	12,34	8,67	42,89	10,72
29	3,73	9,79	9,79	4,71	28,02	7,01
30	1,99	6,95	6,92	3,83	19,69	4,92
31	1,86	6,15	4,89	2,77	15,67	3,92
32	2,04	5,49	5,42	2,71	15,66	3,92
33	1,32	6,86	4,49	2,15	14,82	3,71
Média*	36,20					
Mediana*	29,19					
D. padrão	30,84					
Variância	950,96					
Mínimo*	1,32					
Máximo*	144,09					
Intervalo*	142,77					
C.V(%)	85					
*valores em g						

Tratamento 5						
Coletores	R1	R2	R3	R4	total	média
1	0,16	0,33	0,25	0,16	0,90	0,23
2	0,35	0,49	0,43	0,43	1,70	0,43
3	0,69	0,71	0,59	0,73	2,72	0,68
4	1,57	1,39	1,23	1,10	5,29	1,32
5	3,15	3,21	2,22	2,76	11,34	2,84
6	4,78	4,26	3,85	4,80	17,69	4,42
7	6,27	4,96	4,36	5,76	21,35	5,34
8	6,05	5,28	4,64	4,86	20,83	5,21
9	5,04	4,83	5,54	4,12	19,53	4,88
10	5,99	4,97	4,38	4,52	19,86	4,97
11	4,88	5,03	4,89	5,02	19,82	4,96
12	5,08	5,60	5,04	6,14	21,86	5,47
13	7,65	7,06	6,53	6,95	28,19	7,05
14	10,40	9,79	9,42	9,22	38,83	9,71
15	13,15	12,53	12,30	11,48	49,46	12,37
16	15,89	15,26	15,19	13,75	60,09	15,02
17	18,64	17,99	18,07	16,01	70,71	17,68
18	15,31	14,82	14,87	13,38	58,38	14,60
19	11,98	11,64	11,67	10,75	46,04	11,51
20	8,65	8,47	8,47	8,12	33,71	8,43
21	5,32	5,29	5,27	5,49	21,37	5,34
22	4,17	4,51	4,97	4,91	18,56	4,64
23	3,89	3,62	3,71	3,99	15,21	3,80
24	3,77	3,80	3,90	3,50	14,97	3,74
25	3,09	3,77	4,02	3,69	14,57	3,64
26	3,79	3,91	4,05	3,85	15,60	3,90
27	3,96	4,00	3,06	3,90	14,92	3,73
28	4,21	3,51	3,57	3,92	15,21	3,80
29	2,57	3,02	2,50	2,84	10,93	2,73
30	2,71	3,03	2,45	2,12	10,31	2,58
31	1,18	1,43	1,07	1,02	4,70	1,18
32	0,50	0,64	0,44	0,59	2,17	0,54
33	0,35	0,31	0,33	0,30	1,29	0,32
Média*	5,36					
Mediana*	4,19					
D. padrão	4,45					
Variância	19,77					
Mínimo*	0,16					
Máximo*	18,64					
Intervalo*	18,48					
C.V(%)	83					
*valores em g						

Tratamento 6						
Coletores	R1	R2	R3	R4	total	média
1	0,24	0,05	0,12	0,09	0,50	0,13
2	0,18	0,16	0,15	0,25	0,74	0,19
3	0,38	0,20	0,40	0,55	1,53	0,38
4	0,62	0,63	0,69	1,03	2,97	0,74
5	1,38	1,18	1,35	1,60	5,51	1,38
6	2,19	1,83	2,46	3,01	9,49	2,37
7	3,42	2,70	3,11	4,29	13,52	3,38
8	4,14	3,37	3,82	4,09	15,42	3,86
9	4,82	3,21	3,82	4,52	16,37	4,09
10	4,72	3,87	4,24	4,86	17,69	4,42
11	5,15	4,06	4,64	5,83	19,68	4,92
12	6,19	5,07	5,83	5,48	22,57	5,64
13	6,36	5,70	6,43	6,80	25,29	6,32
14	9,03	8,89	9,77	9,72	37,41	9,35
15	11,70	12,09	13,11	12,64	49,54	12,39
16	14,37	15,28	16,44	15,56	61,65	15,41
17	17,04	18,47	19,78	18,48	73,77	18,44
18	14,36	15,38	16,13	15,39	61,26	15,32
19	11,68	12,28	12,49	12,29	48,74	12,19
20	9,00	9,19	8,84	9,20	36,23	9,06
21	6,32	6,09	5,19	6,10	23,70	5,93
22	4,96	5,22	4,50	4,82	19,50	4,88
23	3,91	4,25	3,82	3,71	15,69	3,92
24	3,55	4,00	3,82	3,75	15,12	3,78
25	3,23	3,32	4,09	3,50	14,14	3,54
26	3,26	4,31	3,41	3,16	14,14	3,54
27	2,55	2,80	2,22	2,24	9,81	2,45
28	2,51	3,05	1,92	1,95	9,43	2,36
29	1,56	1,65	0,96	0,91	5,08	1,27
30	1,12	1,55	0,79	0,89	4,35	1,09
31	0,54	0,71	0,38	0,47	2,10	0,53
32	0,29	0,37	0,19	0,18	1,03	0,26
33	0,17	0,18	0,12	0,07	0,54	0,14
Média*	4,96					
Mediana*	3,79					
D. padrão	4,86					
Variância	23,60					
Mínimo*	0,05					
Máximo*	19,78					
Intervalo*	19,73					
C.V(%)	98					
*valores em g						

Tratamento 7						
Coletores	R1	R2	R3	R4	total	média
1	0,16	0,09	0,14	0,19	0,58	0,15
2	0,40	0,13	0,15	0,27	0,95	0,24
3	0,59	0,31	0,36	0,51	1,77	0,44
4	1,54	0,84	0,90	1,28	4,56	1,14
5	2,59	2,00	2,36	2,86	9,81	2,45
6	4,85	4,13	4,89	5,30	19,17	4,79
7	5,22	5,22	5,90	5,48	21,82	5,46
8	4,97	4,58	4,82	5,38	19,75	4,94
9	4,69	4,37	4,33	4,02	17,41	4,35
10	4,12	4,48	4,70	4,57	17,87	4,47
11	4,00	4,13	4,47	4,75	17,35	4,34
12	4,63	4,53	4,54	4,72	18,42	4,61
13	5,29	5,40	5,11	5,29	21,09	5,27
14	7,69	7,83	8,38	7,69	31,59	7,90
15	10,10	10,26	11,66	10,10	42,12	10,53
16	12,50	12,68	14,93	12,50	52,61	13,15
17	14,90	15,11	18,20	14,90	63,11	15,78
18	12,43	12,50	14,93	12,19	52,05	13,01
19	9,95	9,89	11,66	9,49	40,99	10,25
20	7,48	7,27	8,38	6,78	29,91	7,48
21	5,00	4,66	5,11	4,07	18,84	4,71
22	4,28	4,09	4,57	3,58	16,52	4,13
23	3,71	3,66	3,64	3,32	14,33	3,58
24	3,57	3,03	3,56	3,31	13,47	3,37
25	3,53	3,46	3,28	3,33	13,60	3,40
26	4,02	3,65	3,67	4,01	15,35	3,84
27	3,18	3,47	3,64	3,43	13,72	3,43
28	3,53	3,87	3,60	4,10	15,10	3,78
29	3,36	3,14	3,26	3,40	13,16	3,29
30	3,60	2,98	2,77	2,74	12,09	3,02
31	1,77	1,58	1,08	1,47	5,90	1,48
32	1,27	0,71	0,60	0,70	3,28	0,82
33	0,74	0,43	0,34	0,26	1,77	0,44
Média*	4,85					
Mediana*	4,05					
D. padrão	3,86					
Variância	14,87					
Mínimo*	0,09					
Máximo*	18,20					
Intervalo*	18,11					
C.V(%)	80					
*valores em g						

Tratamento 8						
Coletores	R1	R2	R3	R4	total	média
1	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01
2	0,08	0,05	0,00	0,00	0,13	0,03
3	0,06	0,04	0,10	0,03	0,23	0,06
4	0,11	0,14	0,10	0,11	0,46	0,12
5	0,33	0,21	0,48	0,29	1,31	0,33
6	0,27	0,30	0,27	0,30	1,14	0,29
7	0,49	0,43	0,67	0,49	2,08	0,52
8	0,86	0,97	1,00	0,54	3,37	0,84
9	1,36	1,86	1,47	1,51	6,20	1,55
10	2,57	3,20	2,70	2,56	11,03	2,76
11	4,49	4,37	4,24	3,68	16,78	4,20
12	5,97	6,12	5,31	5,90	23,30	5,83
13	8,17	8,13	6,71	8,53	31,54	7,89
14	12,04	12,07	9,64	12,30	46,05	11,51
15	15,91	16,01	12,57	16,06	60,55	15,14
16	19,78	19,94	15,49	19,83	75,04	18,76
17	23,65	23,88	18,42	23,59	89,54	22,39
18	19,26	19,41	15,37	19,13	73,17	18,29
19	14,86	14,94	12,33	14,67	56,80	14,20
20	10,47	10,46	9,28	10,21	40,42	10,11
21	6,07	5,99	6,23	5,75	24,04	6,01
22	4,72	4,78	4,41	4,25	18,16	4,54
23	3,37	3,94	3,36	3,54	14,21	3,55
24	2,69	2,59	1,96	2,96	10,20	2,55
25	1,77	1,44	1,30	1,65	6,16	1,54
26	1,13	0,92	1,02	1,14	4,21	1,05
27	0,67	0,68	0,73	0,54	2,62	0,66
28	0,46	0,43	0,55	0,30	1,74	0,44
29	0,44	0,16	0,26	0,25	1,11	0,28
30	0,20	0,12	0,22	0,10	0,64	0,16
31	0,05	0,01	0,07	0,09	0,22	0,06
32	0,01	0,80	0,02	0,04	0,87	0,22
33	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,01
Média*	4,72					
Mediana*	1,40					
D. padrão	6,40					
Variância	40,91					
Mínimo*	0,00					
Máximo*	23,88					
Intervalo*	23,88					
C.V(%)	135					
*valores em g						

Anexo 7

Análise estatística descritiva – distribuição longitudinal

Coletor	Tratamentos				Coletor	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4		T5	T6	T7	T8
1	109,25	106,98	55,09	111,44	1	20,38	17,74	17,21	19,65
2	106,69	122,47	54,54	145,50	2	17,35	18,09	15,74	21,83
3	105,66	119,78	56,08	112,77	3	16,52	17,47	16,91	19,46
4	111,01	131,28	44,06	117,29	4	18,70	20,36	17,28	23,03
5	115,26	122,48	56,71	131,94	5	19,61	19,79	18,14	25,77
6	108,54	114,41	45,09	125,71	6	18,66	16,46	16,15	21,27
7	124,53	122,50	49,07	161,22	7	21,05	17,66	16,75	24,16
8	101,87	118,67	49,39	124,78	8	22,47	16,45	17,68	20,96
9	110,47	110,48	42,45	111,82	9	18,64	16,77	17,97	23,65
10	104,11	124,32	48,64	100,96	10	17,99	17,04	14,90	23,88
11	108,69	124,01		107,37	11	18,07	18,47	15,11	18,42
12	111,94	109,59		102,00	12	16,01	19,78	18,20	23,59
Média*	109,84	118,91	50,11	121,07	Média*	18,79	18,01	16,84	22,14
Mediana*	108,97	121,13	49,23	115,03	Mediana*	18,65	17,70	17,06	22,43
D. padrão	5,87	7,19	5,25	18,04	D. padrão	1,86	1,34	1,14	2,23
Variância	34,41	51,63	27,54	325,41	Variância	3,46	1,80	1,30	4,99
Mínimo*	101,87	106,98	42,45	100,96	Mínimo*	16,01	16,45	14,90	18,42
Máximo*	124,53	131,28	56,71	161,22	Máximo*	22,47	20,36	18,20	25,77
Intervalo*	22,66	24,30	14,26	60,26	Intervalo*	6,46	3,91	3,30	7,35
C.V(%)	5	6	10	15	C.V(%)	10	7	7	10