

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

**INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DO SULCO DE  
PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp. L.) NA  
UNIFORMIDADE DE DEPOSIÇÃO DA PULVERIZAÇÃO  
DE HERBICIDAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA**

**FERNANDO TADEU DE CARVALHO**  
Engenheiro Agrônomo

Tese apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP -  
Câmpus de Botucatu, para obtenção  
do título de Doutor em Agronomia -  
Área de Concentração em Agricultura

BOTUCATU - SP

Fevereiro de 1999

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

**INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DO SULCO DE  
PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp. L.) NA  
UNIFORMIDADE DE DEPOSIÇÃO DA PULVERIZAÇÃO  
DE HERBICIDAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA**

**FERNANDO TADEU DE CARVALHO**  
Engenheiro Agrônomo

ORIENTADOR: Prof. Dr. EDIVALDO DOMINGUES VELINI

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. DAGOBERTO MARTINS

Tese apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP -  
Câmpus de Botucatu, para obtenção  
do título de Doutor em Agronomia -  
Área de Concentração em Agricultura

BOTUCATU - SP

Fevereiro de 1999

**Ao meus pais**

**EDNO DE CARVALHO**

**“que Deus o tenha, pois se passo por este momento, é por ele”**

**e ALZIRA MORETTI DE CARVALHO**

**pela educação, exemplo de vida e  
sacrifício exclusivo à minha formação,  
minha eterna gratidão.**

**DEDICO...**

**À minha esposa Jaquelina**

**À minha filha Amanda**

**Aos meus filhos Ricardo Tadeu e Henrique Édno**

**Com amor...**

**pela paciência e compreensão no tempo  
despendido à pós-graduação nas horas  
que poderiam ser-lhes dedicadas**

**OFEREÇO...**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Orientador Dr. EDIVALDO DOMINGUES VELINI, pela valiosa amizade e orientação segura e precisa.

Ao Prof. Dr. DAGOBERTO MARTINS, pela co-orientação e pela amizade e incentivo.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade da realização do Curso de pós-graduação.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, pela liberação e apoio para frequentar o curso de pós-graduação.

Ao PICD / CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. João Domingos Rodrigues ('Mingo') pelos ensinamentos que muito auxiliaram e em minha formação profissional.

Ao funcionário Dorival Piris de Arruda do Departamento de Agricultura da FCA-UNESP, pela ajuda na fase laboratorial do trabalho.

Ao acadêmico Maurício Alessandro Cavazzana, pela grande amizade e colaboração na fase de campo do trabalho.

À Empresa Sagal de Aviação Agrícola e ao piloto Antônio Mendes Leoncini, pela amizade e valiosa colaboração na fase de campo do trabalho.

Aos meninos da república, os Doutores Alexandre Costa Cruciol, Mário Sérgio Tomazela, Marco Antônio de Souza Silva e Marcelo Andreotti, pela amizade incentivo e companheirismo.

Aos amigos André Luiz Melhorança, Francisco de Assis Rolim Pereira, Joaquim Antônio Carvalho e Roberto Carvalho Pereira, pela amizade e incentivo.

Aos membros do Grupo de Pesquisadores de Plantas Daninhas dos Cerrados, pela amizade e valorização profissional.

Aos meus irmãos Luiz Henrique, Ana Claudia, Alexandre Edno e Célia Regina, pela convivência e incentivo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>página</b>
LISTA DE QUADROS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
5.1. Avaliação do perfil do solo.....	14
5.1.1. Usinas avaliadas e época.....	14
5.1.2. Coleta de dados do perfil.....	16
5.1.3. Análise dos dados do perfil.....	17
5.2. Avaliação da deposição de calda.....	17
5.2.1. Local e data.....	17
5.2.2. Preparo da calda e metodologias de aplicação.....	17
5.2.3. Amostragem da deposição da calda pulverizada.....	19
5.2.4. Determinação da deposição da calda em laboratório.....	20
5.2.4.1. Preparo das lâminas para análise.....	20
5.2.4.2. Preparo das amostras padrões.....	20
5.2.5. Apresentação dos dados de deposição.....	22
5.2.5.1. Transformação em volume por hectare.....	22
5.2.5.2. Porcentagem do volume no perfil.....	23
5.2.6. Análise estatística.....	23
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
7. CONCLUSÕES.....	61
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

## LISTA DE QUADROS

Número do Quadro		Página
1	Usinas avaliadas no experimento e localizações no Estado de São Paulo.....	15
2	Caracterização granulométrica dos solos das usinas estudadas.....	15
3	Concentrações (ppm) de cobre observadas nas amostras padrões.....	22
4	Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Guanabara - solo arenoso, Andradina –SP, 1998.....	25
5	Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Guanabara, Fazenda São Joaquim - solo arenoso, Andradina -SP 1998.....	27
6	Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Univalem - solo arenoso, Valparaíso –SP, 1998.....	29
7	Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Destivale - solo médio, Araçatuba –SP, 1998.....	31
8	Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Guanabara - solo médio, Andradina –SP, 1998.....	33
9	Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Unialco - solo médio, Guararapes –SP, 1998. ....	35
10	Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina São Martinho - solo argiloso, Dumont –SP, 1998. ....	37
11	Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina São Manuel - solo argiloso, sem infestação de plantas daninhas. São Manuel –SP, 1998.....	39

12	Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina São Manuel – solo argiloso, infestado por <i>Cyperus rotundus</i> . São Manuel –SP, 1998.....	41
13	Deposição da calda nos sulcos em aplicação tratorizada, com volume de calda de 200 L/ha. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.....	43
14	Teste t para duas amostras, presumindo variâncias diferentes, para os dados de distribuição do depósito de calda nos sulcos, em aplicação tratorizada. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.....	43
15	Deposição da calda nos sulcos em aplicação aérea, voando no sentido da linha de plantio, com volume de calda de 40 L/ha. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.....	44
16	Teste t para duas amostras, presumindo variâncias diferentes, para os dados de distribuição do depósito de calda nos sulcos, em aplicação aérea, voando no sentido da linha de plantio. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.....	45
17	Deposição da calda nos sulcos em aplicação aérea, voando no sentido transversal da linha de plantio, com volume de calda de 40 L/ha. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.....	47
18	Teste t para duas amostras, presumindo variâncias diferentes, para os dados de distribuição do depósito de calda nos sulcos, em aplicação aérea, voando no sentido transversal da linha de plantio. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.....	48
19	Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Unialco - solo médio, Guararapes, SP, 1998 .....	55
20	Valor da maior inclinação e as respectivas doses esperadas, observadas nos perfis médios de sulcos de cana-de-açúcar em diferentes usinas.....	60

## LISTA DE FIGURAS

Número da Figura		Página
1	Vista do perfil de sulco de plantio de cana-de-açúcar. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.....	16
2	Esquema do perfilômetro para coleta de dados do perfil dos sulcos .....	17
3	Aplicação tratorizada da calda, em área de plantio de cana-de-açúcar. Usina Unialco, Guararapes – SP, 1998.....	18
4	Aplicação aérea da calda, em área de plantio de cana-de-açúcar. Usina Unialco, Guararapes – SP, 1998.....	19
5	Distribuição das lâminas no perfil do solo, para amostragem das gotas da calda pulverizada. As setas indicam a posição da lâmina no perfil do solo.....	20
6	Representação do procedimento para determinação do ângulo $\theta$ .....	25
7	PERFIL MÉDIO 1 – USINA GUANABARA (Andradina -SP) .....	26
8	PERFIL MÉDIO 2 - USINA GUANABARA - Fazenda São Joaquim (Andradina -SP).....	28
9	PERFIL MÉDIO USINA UNIVALEM (Valparaíso -SP).....	30
10	PERFIL MÉDIO USINA DESTIVALE (Araçatuba -SP).....	32
11	PERFIL MÉDIO USINA GUANABARA (Andradina -SP).....	34
12	PERFIL MÉDIO USINA UNIALCO (Guararapes -SP).....	36
13	PERFIL MÉDIO USINA SÃO MARTINHO (Dumont -SP).....	38
14	PERFIL MÉDIO USINA SÃO MANUEL (São Manuel -SP). Sem infestação de plantas daninhas.....	40
15	PERFIL MÉDIO USINA SÃO MANUEL (São Manuel -SP). Infestado por <i>Cyperus rotundus</i> .....	42
16	Distribuição média do depósito de calda nos sulcos, nos diferentes métodos de aplicação. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.....	49

17	Perfil hipotético de sulco de plantio de cana e ângulo de inclinação do talude.....	50
18	Triângulo formado entre a parede do sulco e as linhas transversal e perpendicular, para a média de dez sulcos avaliados na Usina Unialco. Guararapes –SP, 1998.....	51
19	Perfil detalhado de uma face do sulco médio de plantio da Usina Unialco. Guararapes –SP, 1998.....	52
20	Perfil detalhado de uma face de um sulco da Usina Unialco. Guararapes –SP, 1998.....	56
21	Triângulo formado entre a parede do sulco e as linhas transversal e perpendicular, para um sulco (9 <sup>o</sup> perfil) avaliado na Usina Unialco. Guararapes –SP, 1998.....	57
22	Distribuição do depósito de calda no perfil número 9, na aplicação aérea, voando no sentido da linha. Usina Unialco, Guararapes -SP (1998).....	58

## 1. RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar a deposição da pulverização na superfície do sulco de plantio da cana-de-açúcar composto por patamar, parede e fundo do sulco, através de dois métodos de aplicação: tratorizada, com volume de calda de 200 L/ha e aérea, com volume de calda de 40 L/ha, com o avião voando no sentido da linha e perpendicularmente à linha de plantio. Analisou-se também a região da parede do sulco onde a deposição é mais irregular e identificou-se os tipos de sulcos mais adequados à aplicação de herbicidas. As análises do perfil do terreno de áreas das plantio de cana-de-açúcar, foram realizadas em nove usinas do Estado de São Paulo, sendo três em áreas de solo de textura arenosa, três em solo de textura média e três em solo de textura argilosa. Os dados foram coletados em dez sulcos seguidos e a média permitiu estabelecer o perfil médio do sulco de plantio de cada usina. A análise da deposição da calda foi realizada na Usina Unialco. A calda foi preparada diluindo-se sulfato de cobre em água, na dose de 1 kg / ha. As gotas da calda pulverizada, foram coletadas em lâminas de vidro, que foram distribuídas nos patamares, paredes e fundos dos sulcos dos vários sulcos avaliados. A análise da concentração de cobre nas lâminas, realizada no aparelho espectrofotômetro de absorção atômica, proporcionou a quantificação do volume de calda pulverizada nas diferentes regiões do sulco. Os dados foram

analisados estatisticamente através do teste **t**. Observou-se que a irregularidade do terreno em áreas de plantio de cana-de-açúcar, desuniformiza a deposição da calda de pulverização. A quantidade de produto depositada na parede do sulco, depende do seu ângulo de inclinação e pode ser estimada multiplicando-se a dose aplicada pelo cosseno do ângulo de inclinação da parede em relação à horizontal, podendo o valor final ser um pouco alterado devido aos outros fatores atuantes, como a deriva e a evaporação. A máxima deposição nas paredes, próxima à estimativa feita com base na inclinação em relação à horizontal, foi obtida para o método de aplicação em que espera-se que as gotas apresentem menor deslocamento transversalmente aos sulcos, ou seja, a aplicação aérea acompanhando os sulcos. A maior inclinação das paredes dos sulcos, se encontra na faixa de 30 a 40 cm de distância do centro do sulco, sendo nesta faixa onde se deposita a menor dose dos produtos aplicados. As inclinações máximas em relação à horizontal, estiveram entre  $39,21^\circ$  e  $71,68^\circ$ , sendo que os valores extremos foram observados nas Usinas São Manuel (perfil 8) e Guanabara (perfil 1), respectivamente. As porcentagens esperadas de depósito nas paredes, em relação aos patamares, estiveram, conseqüentemente, entre 77,48% e 31,14%.

## **2. SUMMARY**

EFFECTS OF THE SHAPE OF SUGARCANE (*Saccharum* spp. L.) PLANTING FURROWS ON THE UNIFORMITY OF DEPOSITION OF SOIL APPLIED HERBICIDAS. Botucatu, 1998. 66p. Tese (Doutorado em Agronomia / Área de Concentração em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FERNANDO TADEU DE CARVALHO

Adviser: Prof. Dr. EDIVALDO DOMINGUES VELINI

Co-adviser: Prof. Dr. DAGOBERTO MARTINS

The present work was developed with the objective of estimating the deposition of the spray solution in the surface of the furrow of plantation of the sugar-cane composition for landing, wall and fund of the furrow, through two application methods: for tractor, with 200 L/ha and aerial, with 40 L/ha, with the airplane flying in the sense of the line and perpendicular to the plantation line. It was also analyzed the area of the wall of the furrow where the deposition is more irregular and was identified the types of profiles more adapted to the herbicidas application. The analyses of the profile of the land of areas of sugar-cane plantation, they were accomplished in nine mills of the State of São Paulo, being three in areas

of soil of sandy texture, three in soil of medium texture and three in soil of loamy texture. The data were collected in ten followed furrows, in each mill and the average of the ten furrows provided the medium profile of the furrow of plantation of each mill. The analysis of the deposition of the spray solution was accomplished in Mill Unialco. The solution was prepared being diluted copper sulfate, in water, in the dose of 1 kg / ha. The drops of the sprayed were collected in glass sheets, that were distributed in the landings, walls and funds of the furrows of the several appraised furrows. The analysis of the copper concentration in the sheets, accomplished in the apparel spectrum-fotometro of atomic absorption, provided the identification of the values of the volume of sprayed in the different areas of the furrow. The data were analyzed through the test t. Was observed that the irregularity of the land, in areas of plantation of sugar-cane doesn't make the deposition of the spray solution. The amount of product deposited in the wall of the furrow, depends on its inclination angle and it can be dear multiplying the applied dose, for the cosine of the angle of inclination of the wall, being able to not the final value to be a little altered, due to the other factors, as the drift and the evaporation. The maximum deposition in the walls, close to the estimate done with base in the inclination in relation to the horizontal, it was obtained for the application method in that is waited that the drops present smaller displacement obliquely to the furrows, that is to say, the aerial application accompanying the furrows. The largest inclination of the walls of the furrows, meets in the strip of 30 to 40 cm of distance of the center of the furrow, being in this strip where the smallest dose of the applied products is deposited. The inclinations in relation to the horizontal, were between  $39,21^{\circ}$  and  $71,68^{\circ}$ , and the extreme values were observed in profile 8 (São Manuel) and profile 1(Guanabara ), respectively. The expected percentages of deposit in the walls in relation to the landings, were, consequently, between 77,48% and 31,14%.

---

Keywords: sugar-cane, spray deposition, herbicides, furrows

### **3. INTRODUÇÃO**

O preparo do solo para o plantio da cana-de-açúcar é realizado com implementos capazes de proporcionar um sulcamento considerado profundo, em torno de 30 cm, se comparado com o sulcamento de outras culturas como o milho e a soja. Silveira (1989) explica que a abertura de sulcos rasos para o plantio ou semeadura de culturas anuais, pode ser chamada de riscação, e os sulcos profundos para o plantio de culturas semiperenes, como a cana-de-açúcar, é chamada de sulcação. O plantio da cana-de-açúcar com sulcos profundos é importante para a boa fixação das plantas no solo e para evitar o acamamento futuro, garantindo vários cortes (seis a oito) da cultura, nos anos consecutivos.

Apesar da grande profundidade dos sulcos, a quantidade de terra utilizada para recobrir os colmos, no fundo dos mesmos é pequena, de maneira a evitar o abafamento dos colmos, mas o suficiente para o bom pegamento das gemas.

Todas estas características do plantio da cana-de-açúcar: sulcos profundos e com pouco recobrimento de terra, proporcionam superfícies bastante irregulares. Apesar destas características serem importantes para o bom pegamento e fixação da cultura, algumas consequências deste sistema podem ser desfavoráveis. No que diz respeito ao controle químico de plantas daninhas, tem sido observado, frequentemente, o baixo controle nas paredes dos sulcos.

É esperado que a maior área superficial proporcionada pelos sulcos desuniformize a deposição dos herbicidas, principalmente nas paredes dos mesmos onde a relação superfície / área é maior e a deposição teoricamente menor. Entretanto, não foram encontrados trabalhos que tenham quantificado a desuniformidade na deposição de herbicidas nesta situação.

Existem muitas diferenças no preparo do sulco, entre as usinas sucro-alcooleiras, e os fatores que podem conduzir à essas diferenças são: o tipo de sulcador utilizado, a profundidade de sulcamento, a textura do solo, a umidade do solo no momento da sulcação e o ângulo utilizado da grade para o recobrimento dos colmos. Estas diferenças proporcionam perfis diferentes que podem ser mais, ou menos, adequados para a deposição uniforme dos herbicidas pulverizados em cana-planta.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estimar a deposição da calda pulverizada, em cana-planta, no sistema composto por patamar, parede e fundo do sulco. Foram utilizados dois métodos de aplicação: tratorizada, com volume de calda de 200 L/ha; aéreo, com volume de calda de 40 L/ha, com o avião voando no sentido da linha e perpendicularmente à linha de plantio. Analisou-se também a região da parede do sulco onde o problema é agravado e identificou-se os tipos de perfis mais adequados à aplicação de herbicidas.

#### **4. REVISÃO DE LITERATURA**

A cana-de-açúcar, planta de origem provavelmente asiática (Aranha & Yahn, 1987) é uma das gramíneas mais cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais, contribuindo de forma significativa nos aspectos sociais e econômicos das regiões onde é explorada (Stupiello, 1987).

No Brasil, a cana-de-açúcar é importante fator sócio-econômico constituindo-se como base de três importantes agroindústrias: açúcar, aguardente e álcool, que são fontes de matéria-prima para outras atividades, como o bagaço para a fabricação do papel, confinamento de gado, o melaço para a produção do álcool e de muitas outras de algum significado econômico (Stupiello, 1987).

O emprego do álcool carburante no Brasil, incentivou, na década de 1980, a exploração canavieira, criando novas situações sócio-econômicas e alcançando uma grande área de cultivo.

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, tendo cultivado mais de 4,3 milhões de hectares na safra 1994/95, produzindo 240 milhões de toneladas de colmos, nove e meio milhões de toneladas de açúcar e doze bilhões de litros de álcool (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA, 1994). Em 1997 a área cultivada foi de 4,544 milhões de hectares, segundo dados do Ministério de Agricultura e Abastecimento (Arevalo et al., 1997).

O país alcançou, nos últimos vinte anos, um crescimento de mais de 50% na área de cultivo de cana-de-açúcar, com uma produtividade média considerada baixa, de 44 a 67 toneladas por hectare (IEA, 1994). Essa baixa produtividade nas lavouras de cana-de-açúcar, pode ser atribuída ao baixo nível tecnológico utilizado em algumas regiões de nosso país. A utilização de métodos culturais mais adequados, que correspondam à importância da cultura e ao tamanho da área cultivada, poderia ser uma solução para o aumento da produção. Dentre os principais métodos culturais, destacam-se a combinação entre espaçamento e densidade de plantas, as adubações e o controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

No que diz respeito à convivência com as plantas daninhas, ressaltam-se os efeitos negativos na produtividade da cana-de-açúcar devido à concorrência por fatores essenciais como água e nutrientes, além dos efeitos alelopáticos que podem ser provocados pelas mesmas.

As plantas daninhas podem ocasionar prejuízos diretos à agropecuária com reduções quantitativas e qualitativas da produção, além dos indiretos proporcionados pelos aumentos dos custos de produção ou então servindo de hospedeiras intermediárias para patógenos e insetos nocivos às culturas de interesse econômico (De Marinis, 1971).

Vários trabalhos publicados, baseados em médias mundiais, citam as plantas daninhas como um dos principais fatores pela queda de produção da cana-de-açúcar. Segundo dados da Associação Nacional de Defesa Vegetal - ANDEF (1987), as médias das perdas mundiais da produção de cana-de-açúcar, por ano, devido à ocorrência de plantas daninhas são de 15%, porém no clima tropical do Brasil, as perdas podem chegar a 83%.

Para a cultura da cana-de-açúcar, vários autores observaram em trabalhos de pesquisas, reduções na produtividade devido à convivência da cultura com as plantas daninhas. Assim, Cruz & Leiderman (1978) observaram queda de 22% na produtividade da variedade CB 41-76, Clement et al. (1979) observaram 42% na CB 45-3 e Victória Filho & Camargo (1980) observaram 36% na CB 41-14.

Diversas são as plantas daninhas que habitam o agroecossistema da cultura da cana-de-açúcar. Segundo Arevalo (1979) mais de mil espécies daninhas já foram citadas em áreas cultivadas com cana-de-açúcar nas distintas regiões produtoras do mundo, afetando direta ou indiretamente a produção e incrementando os custos.

Devido as condições microclimáticas e de manejo predominantes na cultura, existe uma flora infestante considerada daninha, bastante específica e bem característica. Entre os fatores relacionados ao manejo que mais têm contribuído para essa seleção, estão as práticas de controle adotadas, principalmente o uso contínuo do mesmo herbicida ano após ano (Lorenzi, 1984).

No levantamento realizado pela PLANALSUCAR (1979) foram apresentadas as dezoito espécies daninhas encontradas mais frequentemente na lavoura canavieira do Estado de São Paulo, tendo constado desta relação as seguintes gramíneas anuais: capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd.), capim-marmelada [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.], capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.) e capim-pé-de-galinha [*Eleusine indica* (L.) Gaertn.]. Entre as gramíneas perenes foram citadas: grama-seda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.], capim-pangola (*Brachiaria purpuracens* Henr.), capim-massambará [*Sorghum halepense* (L.) Pers.] e capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.). Dentro do grupo das dicotiledôneas anuais foram relacionadas: beldroega (*Portulaca oleracea* L.), caruru (*Amaranthus* spp.), corda-de-viola (*Ipomoea* spp. e *Quamoclit* spp.), amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC.). Entre as dicotiledôneas perenes destacaram-se algumas espécies das chamadas guanxumas (*Sida* spp.). Além dessas, deu-se destaque especial à família *Cyperaceae*, representada por duas importantes espécies conhecidas como tiriricas, sendo a *Cyperus rotundus* L. e *Cyperus esculentus* L.

Na lista das vinte principais plantas daninhas que infestam a cultura da cana-de-açúcar nas diferentes regiões do mundo, segundo as citações de diversos autores [Haselwood & Mother (1966), Rochecouste (1967), Arevalo (1975), Holm et al. (1977), Garcia Abriles & Negri (1979) e Zimdahl (1980)], as seguintes espécies são citadas: *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Digitaria sanguinalis* L., *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf., *Panicum maximum*, *Cenchrus echinatus*, *Eleusine indica*, *Paspalum conjugatum* Swartz, *Rottboellia exaltata* L., *Digitaria scalarum* (Schweinf.) Chiov., *Phragmites australis* (Cav.) Trin., *Pennisetum purpureum* Schum., *Imperata cylindrica* (L.) Beauv., *Echinochloa colonum* (L.) Link, *Panicum repens* L., *Paspalum urvillei* Stend., *Cyperus esculentus* e *Agropyron repens* (L.) Beauv.

As perdas na produtividade da cana-de-açúcar devido à convivência com as plantas daninhas são muito variáveis e dependentes das condições edafoclimáticas e também da época do ciclo da cultura em que a interferência ocorre.

Blanco et al. (1978) realizaram experimento com a variedade CB 41-76 que foi submetida a diversos períodos de competição com uma comunidade infestante composta predominantemente por espécies latifoliadas. Observaram reduções de 85,5% na produtividade e 43,4% no número de colmos quando o mato não foi controlado durante todo o ciclo e que o período crítico de competição ocorreu dos 45 aos 75 dias após a emergência da cana-de-açúcar.

Arevalo et al. (1977) estudaram os efeitos prejudiciais das plantas daninhas sobre a produtividade de cinco variedades de cana-de-açúcar (NA 56-30, NA 56-62, NA 59-79, Nco 310 e L 60-25) quando submetidas a períodos iniciais com ou sem controle de plantas daninhas correspondentes a 0-30, 0-60 e 0-90 dias após a brotação, além das testemunhas capinadas e sem capinas durante todo o ciclo. Observaram que a produtividade de colmos da variedade L 60-25 não foi prejudicada quando o mato foi controlado durante os primeiros 60 dias. As demais variedades apresentaram reduções significativas na produtividade, mesmo quando o período inicial de controle estendeu-se até aos 90 dias.

Lorenzi (1983) cita que os prejuízos causados pelas plantas daninhas na produção final de colmos de cana-de-açúcar pode ser de até 80%. Cita também que os gastos para o controle das infestantes representaram 30-35% do custo total da implantação do canavial e 40-45% do custo de produção da soqueira. Em 1988, o mesmo autor mostrou que os gastos, em 1987, para o controle do mato, em relação a 1983, diminuíram sendo de 15-25% dos custos de produção da cana-planta e de até 30% da cana-soca. Citou também que os prejuízos causados pelas plantas daninhas na produção da cana-de-açúcar, especificamente no Estado de São Paulo, variaram em média de 10-15%.

Existem diversos métodos para se controlar as plantas daninhas numa cultura, que variam desde o controle biológico, passando pelos métodos mecânicos e culturais, até o uso de produtos químicos. Na cana-de-açúcar o controle químico tem sido o mais utilizado, em função do grande rendimento operacional que se consegue, além do problema de que as chuvas após a emergência da cultura podem tornar impraticáveis os métodos mecânicos.

Segundo dados do IEA (1994), os herbicidas representaram 56% do total de defensivos agrícolas comercializados no ano de 1993 no Brasil, alcançando a cifra de 558,6 milhões de dólares contra os 195,9 e 166,4 milhões de dólares comercializados com inseticidas e fungicidas, respectivamente. Do total de herbicidas comercializados naquele ano no país, 22,5% foram destinados somente à cultura da cana-de-açúcar numa área plantada de 4,3 milhões de hectares, perdendo apenas para a cultura da soja, que ficou com 43,2% do mercado, porém com uma área quase três vezes maior. Esses dados são representativos da importância que se tem dado aos prejuízos advindos da concorrência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar.

Apesar da grande utilização de herbicidas em cana-de-açúcar, Matuo (1990) explica que a tecnologia de aplicação de defensivos, em geral, se caracteriza por um considerável desperdício de energia e de produto químico. Segundo o autor, tecnologia consiste no emprego dos conhecimentos científicos a um determinado processo produtivo, portanto, entende-se por tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas, a utilização de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação ao ambiente e de modo seguro ao aplicador.

O custo dos defensivos agrícolas, a valorização da mão-de-obra e da energia, e a preocupação cada vez maior em relação à poluição ambiental, têm realçado a necessidade de uma tecnologia mais acurada na aplicação dos produtos, bem como na busca de procedimentos e equipamentos mais adequados, que permitam menores desperdícios.

A tecnologia mal empregada de aplicação de herbicidas em cana-planta pode ser notada quando se observa que os sulcos abertos para o plantio dos toletes são sempre profundos mas é pequena a quantidade de terra utilizada para cobri-los, o que garante vários cortes para a cana-de-açúcar pois a partir do segundo ano as raízes ficam profundas. Entretanto, essa técnica deixa muitas irregularidades no terreno na época do plantio, implicando, provavelmente, em erros nas aplicações de herbicidas em pré e pós-emergência inicial, que são os mais utilizados na cultura.

Apesar disto, nada tem sido feito para se corrigir este erro, e o que se observa é uma grande quantidade de plantas daninhas emergindo nas paredes dos sulcos, que são os locais menos alcançados pelos herbicidas.

Deuber (1997) faz menção ao problema da sulcação profunda em cana-planta e o consequente controle desuniforme das plantas daninhas, citando o uso do herbicida EPTC, aplicado em pré-plantio-incorporado. A posterior sulcação profunda, retirou o herbicida exatamente das linhas de plantio, onde a competição é mais intensa. Sobre o uso de herbicidas aplicados em pré-emergência, os mais tradicionais em cana-de-açúcar, que são aplicados após o plantio da cultura, o autor não fez nenhuma referência sobre a desuniformidade da deposição da calda causada pelos sulcos profundos.

Apesar de todo o dinheiro gasto com a aplicação de herbicidas, Matuo (1990) explica que a aplicação de defensivos agrícolas é, provavelmente o processo mais ineficiente que o homem já praticou até hoje e que a melhoria nessa eficiência só poderá ser alcançada através da evolução da tecnologia pelo estudo de procedimentos e equipamentos mais adequados. Carvalho (1993) cita que a utilização de qualquer técnica de cultivo que permita a recomendação de reduções nas doses de herbicidas, deve vir sempre acompanhada da melhor tecnologia de aplicação, para não se incorrer em riscos.

Entre os métodos de aplicação de herbicidas em cana-de-açúcar, um dos mais utilizados é a aplicação aérea. Entre as vantagens deste método, podem ser citados: a rapidez; a possibilidade de aplicação independente da umidade do solo, já que nos dias chuvosos, quando as plantas daninhas crescem mais, não é possível entrar com equipamento tratorizado; a não compactação do solo agrícola e a possibilidade de aplicação sem causar danos físicos às plantas da cultura.

Em algumas situações, dependendo do tamanho da área e do grau de infestação da praga, doença ou planta daninha, se faz necessário tomar uma medida de controle rápido, para que o dano não atinja níveis superiores aos aceitáveis. Existem também situações não agrícolas que exigem aplicações rápidas de defensivos, como no caso do controle de vetores de doenças humanas, quando a epidemia já está instalada. Nestas situações torna-se importante a utilização de aeronaves agrícolas. Entretanto, a aviação agrícola não pode ser vista somente sob o ponto de vista da rapidez. Existem outras vantagens, relativas à eficiência e à economia, e situações em que o método é imprescindível, como no caso de aplicação de maturadores em cana-de-açúcar (Carvalho, 1997).

No que diz respeito ao preço da aplicação aérea, existe uma variação dependendo do volume de aplicação e do tamanho da área, mas de maneira geral, os valores tem sido bem próximos dos observados para a aplicação tratorizada (Aero Magazine, 98/99).

Finalmente, deve-se salientar que o controle das plantas daninhas em uma determinada cultura, com o uso de herbicidas, deve ser feito empregando-se doses mínimas suficientes para atender os períodos críticos de prevenção da interferência, evitando-se que ocorram prejuízos significativos na quantidade e qualidade dos produtos a serem colhidos.

Segundo Durigan & Victória Filho (1984) a finalidade principal do herbicida aplicado numa cultura é diminuir a densidade ou biomassa das plantas daninhas da área, a um nível tal que não venha a trazer danos por competição, ao desenvolvimento e, conseqüentemente, à produção da cultura.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1. Avaliação do perfil do solo**

#### **5.1.1. Usinas avaliadas e época**

As análises do perfil do terreno de áreas de plantio de cana-de-açúcar foram realizadas em nove usinas do Estado de São Paulo, sendo três em áreas de solo de textura arenosa, três em solo de textura média e três em solo de textura argilosa. As usinas avaliadas e suas localizações, estão apresentadas no Quadro 1. As avaliações foram realizadas em épocas de plantio de cana-de-açúcar, em 1996 e 1997.

As análises granulométricas dos solos das usinas estudadas estão apresentadas no Quadro 2. Para classificação da textura do solo utilizou-se a escala de BRASIL (1979) que considera como arenoso os solos com menos de 15% de argila; argiloso os solos com mais de 35% de argila e médio os solos com 15% a 35% de argila.

A Figura 1 mostra o perfil do sulco de plantio de cana-de-açúcar da Usina Unialco, onde foram coletados os dados de deposição de calda. Observa-se a grande irregularidade do terreno.

Quadro 1. Usinas avaliadas no experimento e localizações no Estado de São Paulo.

Perfil	USINA	MUNICÍPIO (SP)
1	Guanabara (GASA)	Andradina
2	Guanabara (GASA) - Fazenda São Joaquim	Andradina
3	UNIVALEM	Valparaíso
4	DESTIVALE	Araçatuba
5	GUANABARA (GASA)	Andradina
6	UNIALCO	Guararapes
7	SÃO MARTINHO	Dumont
8	SÃO MANUEL	São Manuel
9	SÃO MANUEL	São Manuel

Quadro 2. Caracterização granulométrica dos solos das usinas estudadas.

USINA	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)	TEXTURA
GASA	8,7	88,1	3,2	arenosa
GASA – Faz. São Joaquim	12,5	82,6	4,9	arenosa
UNIVALEM	9,9	87,0	3,1	arenosa
DESTIVALE	18,6	75,9	5,5	média
GASA	19,4	72,0	8,6	média
UNIALCO	22,5	69,1	8,4	média
SÃO MARTINHO	39,9	21,1	39,0	argilosa
SÃO MANUEL	54,9	15,9	29,2	argilosa
SÃO MANUEL	51,6	24,9	23,5	argilosa



Figura 1. Vista do perfil de sulco de plantio de cana-de-açúcar. Usina Unialco, Guararapes – SP, 1998.

### 5.1.2. Coleta de dados do perfil

Os dados foram coletados utilizando-se uma estrutura de ferro, em forma de **T** (perfilômetro) marcado na horizontal de 5 em 5 cm, dezesseis vezes do centro para a esquerda e dezesseis vezes do centro para a direita (Figura 2). A altura do T era de 60 cm, o suficiente para os sulcos mais profundos. A ponta inferior do braço vertical, foi afinada para facilitar a penetração no solo. Sobre o braço superior, foi anexado um indicador de nivelamento. Media-se a largura do sulco e o perfilômetro era enfiado no centro do sulco, com o braço superior no sentido transversal à linha de plantio. Através de uma régua de 60 cm, media-se em cada uma das marcas a altura do braço superior ao solo. O primeiro ponto medido foi sempre o central. Os dados foram coletados em dez sulcos seguidos, em cada usina.

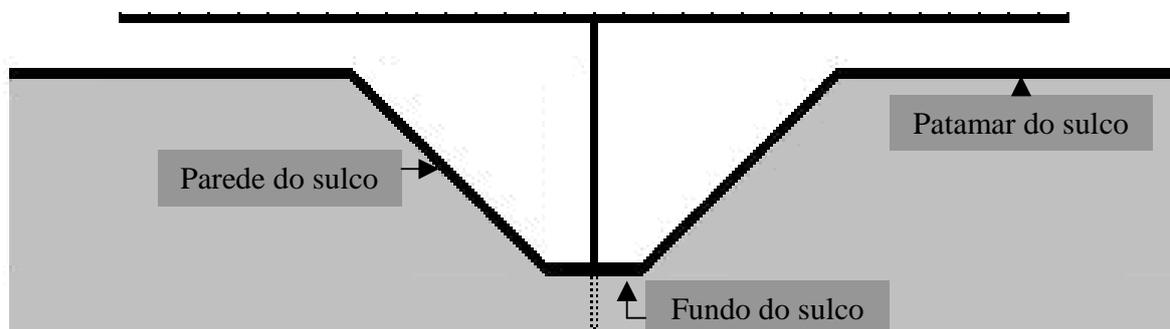


Figura 2. Esquema do perfilômetro para coleta de dados do perfil dos sulcos.

### 5.1.3. Análise dos dados do perfil

No escritório, considerou-se o ponto central como 0 cm (zero) de altura, e calculou-se a cota relativa dos demais pontos. Desta forma, obteve-se o valor real da cota relativa de cada ponto, em relação ao centro do sulco. Em seguida calculou-se a média de cada ponto da esquerda com o seu correspondente da direita, já que o objetivo era estudar a irregularidade média do perfil, sem os efeitos da irregularidade causada pela declividade do terreno. Os dados dos dez sulcos foram somados e divididos pelo número de sulcos, e obteve-se o perfil médio do sulco de plantio de cada usina.

## 5.2. Avaliação da deposição de calda

### 5.2.1. Local e data

A coleta de dados de deposição da calda pulverizada, via aérea e tratorizada, em área de plantio de cana-de-açúcar, foi realizada na segunda quinzena de fevereiro /98, na Usina Unialco, no município de Guararapes, região Noroeste do Estado de São Paulo. O solo do local é um Latossolo Vermelho-escuro, textura média, com 22,5% de argila; 69,1% de areia e 8,4% de silte.

### 5.2.2. Preparo da calda e metodologias de aplicação

A calda foi preparada no tanque do pulverizador e no “hopper” do avião, diluindo-se o sulfato de cobre, em água, na dose de 1 kg / ha.



Figura 3. Aplicação tratorizada da calda, em área de plantio de cana-de-açúcar. Usina Unialco, Guararapes – SP, 1998.

A aplicação tratorizada (Figura 3) foi realizada utilizando-se um pulverizador marca Jacto, modelo Columbia A-17, com tanque de 2000 litros e barra de 17 metros, equipada com 35 bicos do tipo leque marca Teejet 110.03, espaçados de 0,5 m, e altura da barra de 0,5 m em relação ao patamar do sulco de plantio. O pulverizador foi tracionado e acionado por um trator marca Ford, modelo 4600, operando a 6 km/h. A regulagem foi realizada para aplicação com volume de calda de 200 litros por hectare, operando à pressão de 2,0675 bar (30 lb/pol<sup>2</sup>). Colocou-se, no tanque do pulverizador, 1 kg de sulfato de cobre em 200 litros de água.

A aplicação via aérea (Figura 4) foi realizada por um avião agrícola Ipanema, modelo EMB 201-A, operando a 180 km/h, com “by pass” regulado para pressão na barra de 2,0675 bar, e barra equipada com 38 bicos do tipo leque marca Teejet 80.15, posicionados à 155° em relação à barra. O volume de calda aplicado foi de 40 litros por hectare e faixa de trabalho de 15 metros, com altura de vôo de 4 metros. Colocou-se no “hopper”, 2,5 kg de sulfato de cobre, em 100 litros de água. Uma das variáveis estudadas foi a direção do vôo, perpendicular e paralela aos sulcos de plantio.

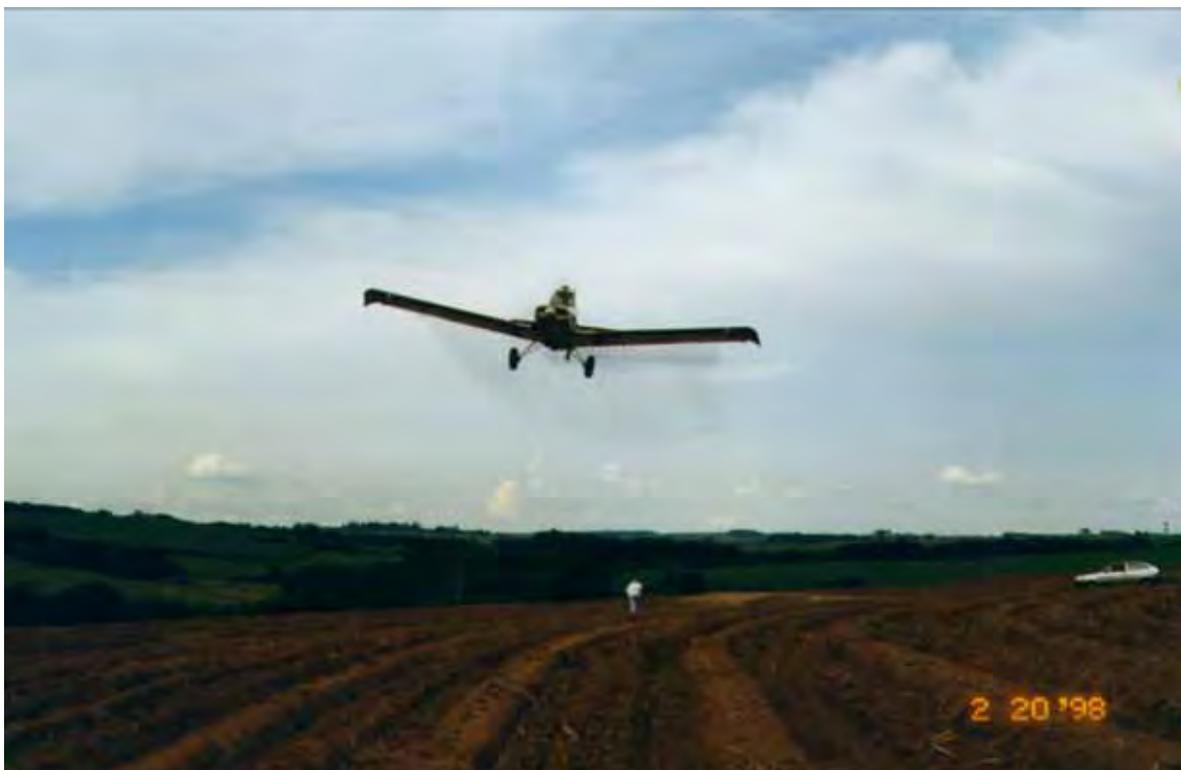


Figura 4. Aplicação aérea da calda, em área de plantio de cana-de-açúcar. Usina Unialco, Guararapes – SP, 1998.

As aplicações foram realizadas entre 8:00 e 9:00 horas da manhã do dia 20/02/98. No início e final das aplicações observaram-se, respectivamente, temperaturas do ambiente de 28° e 30°C; umidades relativas do ar de 65% e 61% e ventos de 3 a 5 km/h, no sentido noroeste-sudeste, perpendicular à linha de plantio. Os parâmetros climáticos observados no momento das aplicações estão de acordo com os citados por Okesi & Kuns (s/d) como adequados para aplicação aérea de herbicidas.

### **5.2.3. Amostragem da deposição da calda pulverizada**

As gotas da calda pulverizada foram coletadas em lâminas de vidro de 7,5 cm de comprimento x 2,5 cm de largura (18,75 cm<sup>2</sup>). As lâminas foram distribuídas no terreno, colocando-se uma no centro do sulco, uma horizontalmente em cada parede do sulco, posicionada na região mediana da altura da parede, e uma no centro do patamar, conforme a representação da Figura 5. A faixa abrangida pela linha de lâminas foi sempre superior à faixa máxima alcançada pelo método de aplicação.

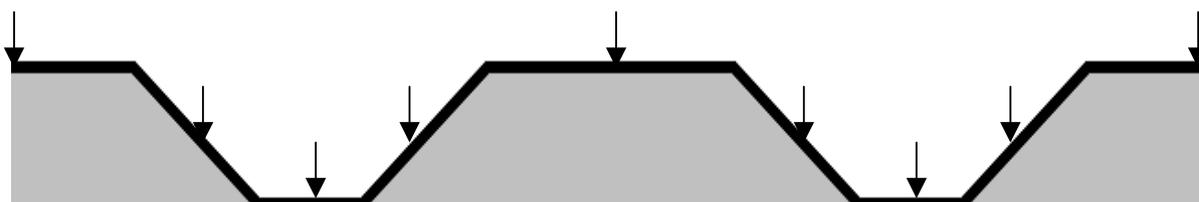


Figura 5. Distribuição das lâminas no perfil do solo, para amostragem das gotas da calda pulverizada. As setas indicam a posição da lâmina no perfil do solo.

A primeira avaliação foi realizada com o pulverizador tratorizado e, em seguida, procedeu-se a amostragem da aplicação aérea com o avião voando, primeiramente, no sentido da linha de plantio e, posteriormente, no sentido transversal da linha de plantio. Todas as amostragens foram realizadas no mesmo perfil do terreno.

Após cada aplicação, aguardava-se cerca de cinco minutos para a secagem natural da lâminas que foram, então, acondicionadas separadamente em saquinhos de plástico etiquetados e identificados.

#### 5.2.4. Determinação da deposição da calda em laboratório

##### 5.2.4.1. Preparo das lâminas para análise

Cada lâmina foi lavada sobre um almofariz com 15 ml de água destilada, esfregando-se, na lâmina, um bastão de vidro com ponta de borracha, para a retirada do cobre. A solução era retirada do almofariz e passada para um vidro com tampa, etiquetado e identificado. As amostras, acondicionadas nos vidros, foram levadas ao aparelho espectrofotômetro de absorção atômica para análise da concentração de cobre.

##### 5.2.4.2. Preparo das amostras padrões

Para a preparação das amostras padrões realizou-se, inicialmente, os seguintes cálculos:

Peso molecular do cobre = PM (Cu) = 63,54

Peso molecular do sulfato de cobre = PM (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) = 249,54

249,54 (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) ----- 63,54 (Cu)

x ----- 1 g

$x = 3,927$  g, ou seja, em 3,927 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  existe 1 g de Cu

1 litro de solução ----- 1000 ppm de cobre

$1000 \text{ ppm} / 10000 = 0,1\%$  de Cu

3,93 g ----- 0,1%

1000 g ----- x

$x = 25,44\%$  de Cu em 1 litro de solução

Concentração final = (Concentração inicial x Volume tomado) ÷ Volume final

Para o volume de calda de 200 L/ha (aplicação tratorizada)

$$CF = \frac{Ci \cdot Vt}{Vf} = \frac{25,44\% \cdot Vt}{200} = 0,1272\% \cdot Vt = 1272 \text{ ppm de Cu em 200 litros de calda}$$

Para o volume de calda de 40 L/ha (aplicação aérea)

$$CF = \frac{Ci \cdot Vt}{Vf} = \frac{25,44\% \cdot Vt}{50} = 0,636\% \cdot Vt = 6360 \text{ ppm de Cu em 40 litros de calda}$$

Foi colocado 0,005 µl de calda em cada lâmina padrão e, em seguida, a concentração de cobre na lâmina foi diluída em 15 ml. Portanto, para 15 ml, tem-se:

Para o volume de calda de 200 L/ha (aplicação tratorizada)

$$CF = \frac{Ci \cdot Vt}{Vf} = \frac{1272 \text{ ppm} \cdot 0,005}{15} = 0,424 \text{ ppm}$$

Para o volume de calda de 40 L/ha (aplicação aérea)

$$CF = \frac{Ci \cdot Vt}{Vf} = \frac{6360 \text{ ppm} \cdot 0,005}{15} = 2,12 \text{ ppm}$$

Desta maneira, foram preparadas seis lâminas (repetições) para cada volume de calda, e as concentrações de cobre detectadas no espectrofotômetro de absorção atômica, estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3. Concentrações (ppm) de cobre observadas nas amostras padrões

Repetição	Concentração de cobre (ppm)	
	Para 200 L / ha	Para 40 L / ha
1	0,40	1,90
2	0,41	2,01
3	0,43	2,11
4	0,44	1,83
5	0,44	1,81
6	0,44	1,92
MÉDIA	0,427	1,930
Concentração esperada	0,424	2,120

### 5.2.5. Apresentação dos dados de deposição

#### 5.2.5.1. Transformação em volume por hectare

A partir das concentrações de cobre na água de lavagem das lâminas, determinou-se volume de calda depositado em cada lâmina. Os dados obtidos foram convertidos em litros por hectare (L/ha). Os cálculos realizados são esquematizados a seguir.

#### Para o volume de calda de 200 L/ha (aplicação terrestre)

Volume na lâmina =  $(15 \text{ ml} \times \text{leitura} \div 0,427) \times 1 \text{ } \mu\text{l} / \text{área da lâmina}$

V lâmina =  $(7,7720207 \times \text{leitura}) \times 1 / (7,5 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm})$

V lâmina =  $\frac{35,128806 \times \text{leitura}}{18,75 \text{ cm}^2} = 1,8735 \times \text{leitura}$

Para um hectare:

V lâmina =  $187,35 \times \text{leitura}$

### **Para o volume de calda de 40 L/ha (aplicação aérea)**

Volume na lâmina =  $(15 \text{ ml} \times \text{leitura} \div 1,930) \times 1 \mu\text{l} / \text{área da lâmina}$

V lâmina =  $(7,7720207 \times \text{leitura}) \times 1 / (7,5 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm})$

$$V \text{ lâmina} = \frac{7,7720207 \times \text{leitura}}{18,75 \text{ cm}^2} = 0,4145 \times \text{leitura}$$

Para um hectare:

V lâmina =  $41,45 \times \text{leitura}$

### **5.2.5.2. Porcentagem do volume no perfil**

Com o objetivo de observar as diferenças de deposição da calda, nos componentes do perfil (patamar, sulco e paredes), realizou-se a transformação dos dados de volume por hectare, para porcentagem do volume em relação à média de dois patamares de cada seção do perfil. Uma seção do perfil foi constituída pela sequência dos seguintes componentes: patamar, parede, sulco, parede e patamar.

### **5.2.6. Análise estatística**

As médias dos depósitos relativos de cobre foram calculadas para os vários conjuntos de patamar, parede e fundo do sulco. Determinou-se através do teste **t**, a probabilidade de igualdade entre os depósitos encontrados nas três posições estudadas para cada sistema de aplicação.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios das avaliações dos sulcos de plantio de cana-de-açúcar, obtidos em diferentes áreas do Estado de São Paulo, estão apresentados nos Quadros 4 a 12. As inclinações máximas de cada sulco foram destacadas nos quadros e agrupadas no final, no Quadro 20. Os dados médios das análises dos perfis conduziram aos gráficos apresentados nas Figuras 7 a 15. Pode-se observar o quanto é irregular a superfície das áreas de plantio de cana-de-açúcar. Deve-se considerar, entretanto, a necessidade de se preparar o terreno de tal forma. Segundo Coleti (1987) a profundidade do sulco de plantio de cana-de-açúcar deve explorar, ao máximo, o limite da profundidade do preparo do solo, ou seja, em torno de 30 cm.

A maior área superficial proporcionada pelos sulcos profundos provavelmente ocasiona uma deposição desuniforme dos herbicidas, de modo que nas paredes dos sulcos, onde a relação superfície / área é maior, a deposição seja, possivelmente, menor. Na prática tem sido observado, com muita frequência, o baixo controle das plantas daninhas nas paredes dos sulcos.

Observa-se, pelas Figuras 7 a 15, as diferenças nas conformações dos sulcos das várias usinas. Os fatores que podem conduzir à essas diferenças são: o tipo de sulcador utilizado, a profundidade de sulcamento, a textura do solo, a umidade do solo no momento da sulcação e o ângulo utilizado na grade para o recobrimento das mudas.

Quadro 4. Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Guanabara - solo arenoso, Andradina –SP, 1998.

Dados médios para dez sulcos e pontos equidistantes localizados à esquerda e a direita da linha central do sulco						
Ponto avaliado	Distância ao centro do sulco (cm)	Cota média (cm)	Região (cm)	$\text{tg } \theta = \left  \frac{\text{diferença das alturas}}{5 \text{ cm}} \right $	$\theta$ (graus)	$\cos \theta$
1	0	0,00	0-5	0,050	2,86	0,9988
2	5	0,25	5-10	0,056	3,20	0,9984
3	10	-0,03	10-15	0,270	15,12	0,9654
4	15	-1,38	15-20	0,200	11,31	0,9805
5	20	-2,38	20-25	0,150	8,53	0,9889
6	25	-3,13	25-30	1,246	51,25	0,6259
7	30	3,10	<b>30-35</b>	<b>3,020</b>	<b>71,68</b>	<b>0,3114</b>
8	35	18,20	35-40	1,450	55,41	0,5677
9	40	25,45	40-45	0,440	23,75	0,9153
10	45	27,65	45-50	0,020	1,14	0,9998
11	50	27,55	50-55	0,224	12,62	0,9758
12	55	26,43	55-60	0,370	20,30	0,9379
13	60	24,58	60-65	0,230	12,95	0,9746
14	65	23,43	65-70	0,226	12,73	0,9754
15	70	22,30	70-75	0,204	11,53	0,9798
16	75	21,28	75-80	0,024	1,37	0,9997
17	80	21,40	80-85	--	--	--
<b>INCLINAÇÃO MÁXIMA</b>			<b>30-35</b>	3,020	71,68	0,3114

O ângulo  $\theta$  foi definido pelo triângulo formado entre as diferenças das alturas de cada ponto avaliado, na sequência, de 5 em 5 cm, conforme esquema da Figura 6.

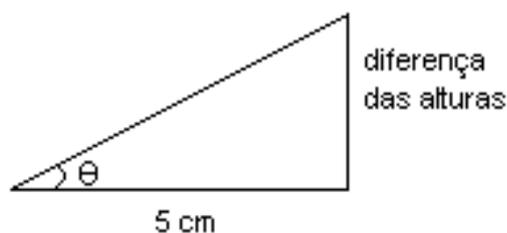


Figura 6. Representação gráfica do procedimento para determinação do ângulo  $\theta$ .

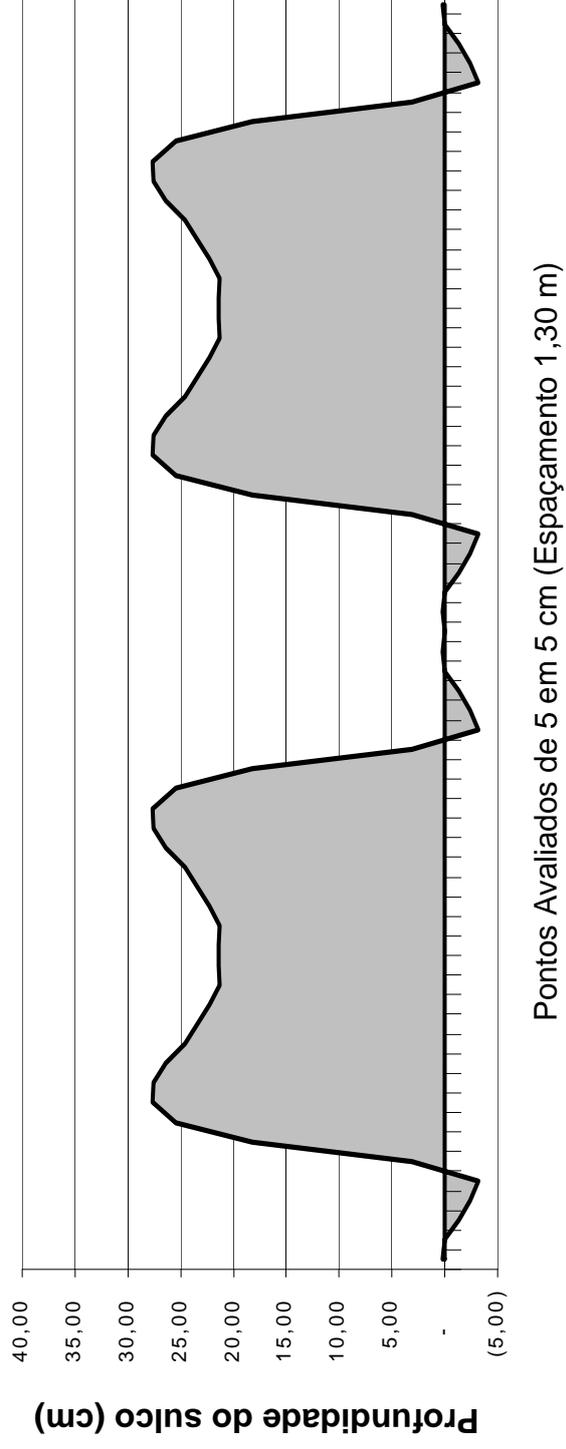


Figura 7. PERFIL MÉDIO 1 - USINA GUANABARA (Andradina -SP, 1998)

Quadro 5. Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Guanabara, Fazenda São Joaquim - solo arenoso, Andradina –SP, 1998.

Dados médios para dez sulcos e pontos equidistantes localizados à esquerda e a direita da linha central do sulco						
Ponto avaliado	Distância ao centro do sulco (cm)	Cota média (cm)	Região (cm)	$\text{tg } \theta = \left  \frac{\text{diferença das alturas}}{5 \text{ cm}} \right $	$\theta$ (graus)	$\cos \theta$
1	0	--	0-5	0,210	11,86	0,9786
2	5	1,05	5-10	0,190	10,76	0,9824
3	10	0,10	10-15	0,096	5,48	0,9954
4	15	0,58	15-20	0,016	0,92	0,9999
5	20	0,50	20-25	0,066	3,78	0,9978
6	25	0,83	25-30	1,490	56,13	0,5573
7	30	8,28	<b>30-35</b>	<b>2,024</b>	<b>63,71</b>	<b>0,4429</b>
8	35	18,40	35-40	1,136	48,64	0,6608
9	40	24,08	40-45	0,534	28,10	0,8821
10	45	26,75	45-50	0,030	1,72	0,9995
11	50	26,60	50-55	0,164	9,31	0,9868
12	55	25,78	55-60	0,006	0,34	0,9999
13	60	25,75	60-65	0,130	7,41	0,9916
14	65	25,10	65-70	0,056	3,20	0,9984
15	70	25,38	70-75	0,124	7,07	0,9924
16	75	26,00	75-80	0,226	12,73	0,9754
17	80	27,13	80-85	--	--	--
<b>INCLINAÇÃO MÁXIMA</b>			<b>30-35</b>	<b>2,024</b>	<b>63,71</b>	<b>0,4429</b>

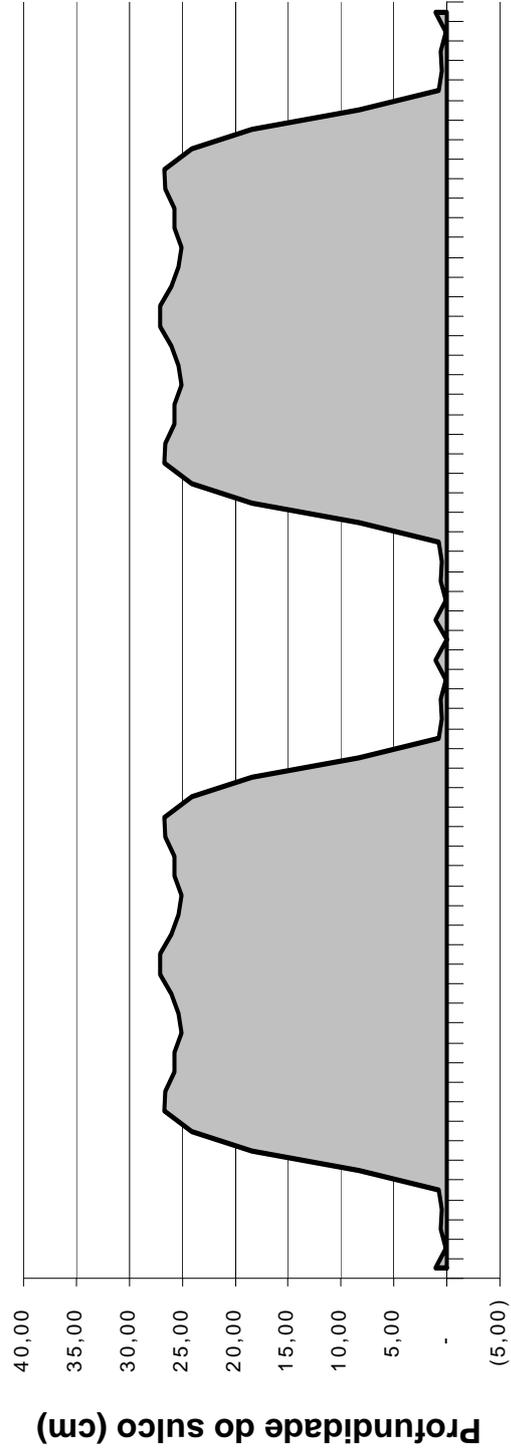


Figura 8. PERFIL MÉDIO 2 - USINA GUANABARA - Fazenda São Joaquim (Andradina - SP, 1988)

Quadro 6. Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Univalem - solo arenoso, Valparaíso –SP, 1998.

Dados médios para dez sulcos e pontos equidistantes localizados à esquerda e a direita da linha central do sulco						
Ponto avaliado	Distância ao centro do sulco (cm)	Cota média (cm)	Região (cm)	$\text{tg } \theta = \left  \frac{\text{diferença das alturas}}{5 \text{ cm}} \right $	$\theta$ (graus)	$\text{Cos } \theta$
1	0	--	0-5	0,260	14,57	0,9678
2	5	1,30	5-10	0,040	2,29	0,9992
3	10	1,50	10-15	0,024	1,37	0,9997
4	15	1,38	15-20	0,154	8,75	0,9884
5	20	2,15	20-25	0,400	21,80	0,9285
6	25	4,15	25-30	2,006	63,50	0,4462
7	30	14,18	<b>30-35</b>	<b>2,230</b>	<b>65,84</b>	<b>0,4093</b>
8	35	25,33	35-40	0,774	37,74	0,7908
9	40	29,20	40-45	0,156	8,87	0,9880
10	45	29,98	45-50	0,260	14,57	0,9678
11	50	28,68	50-55	0,350	19,29	0,9438
12	55	26,93	55-60	0,190	10,76	0,9824
13	60	25,98	60-65	0,004	0,23	0,9999
14	65	26,00	65-70	0,130	7,41	0,9916
15	70	26,65	70-75	0,200	11,31	0,9806
16	75	25,65	75-80	0,154	8,75	0,9884
17	80	24,88	80-85	--	--	--
<b>INCLINAÇÃO MÁXIMA</b>			<b>30-35</b>	<b>2,230</b>	<b>65,84</b>	<b>0,4093</b>

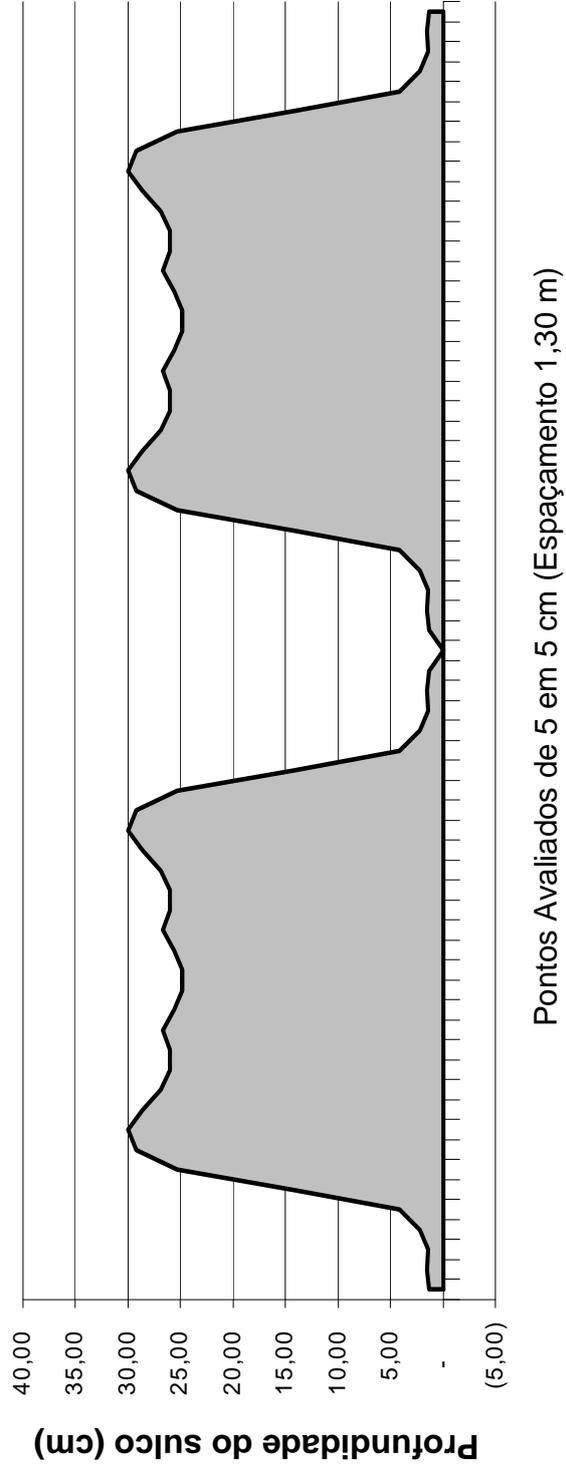


Figura 9. PERFIL MÉDIO 3 - USINA UNIVALEM (Valparaíso -SP, 1988)

Quadro 7. Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Destivale - solo médio, Araçatuba –SP, 1998.

Dados médios para dez sulcos e pontos equidistantes localizados à esquerda e a direita da linha central do sulco						
Ponto avaliado	Distância ao centro do sulco (cm)	Cota média (cm)	Região (cm)	$\text{tg } \theta = \left  \frac{\text{diferença das alturas}}{5 \text{ cm}} \right $	$\theta$ (graus)	$\text{Cos } \theta$
1	0	--	0-5	0,036	2,06	0,9994
2	5	0,18	5-10	0,106	6,05	0,9944
3	10	-0,35	10-15	0,176	9,98	0,9849
4	15	0,53	15-20	0,344	18,98	0,9456
5	20	2,25	20-25	1,196	50,10	0,6414
6	25	8,23	<b>25-30</b>	<b>1,914</b>	<b>62,41</b>	<b>0,4631</b>
7	30	17,80	30-35	1,546	57,10	0,5432
8	35	25,53	35-40	1,100	47,73	0,6726
9	40	31,03	40-45	0,710	35,37	0,8154
10	45	34,58	45-50	0,250	14,04	0,9701
11	50	35,83	50-55	0,080	4,57	0,9968
12	55	36,23	55-60	0,136	7,74	0,9909
13	60	35,55	60-65	0,324	17,95	0,9513
14	65	33,93	65-70	0,070	4,00	0,9976
15	70	33,58	70-75	0,070	4,00	0,9976
16	75	33,23	75-80	0,066	3,78	0,9978
17	80	32,90	80-85	--	--	--
<b>INCLINAÇÃO MÁXIMA</b>			<b>25-30</b>	<b>1,914</b>	<b>62,41</b>	<b>0,4631</b>

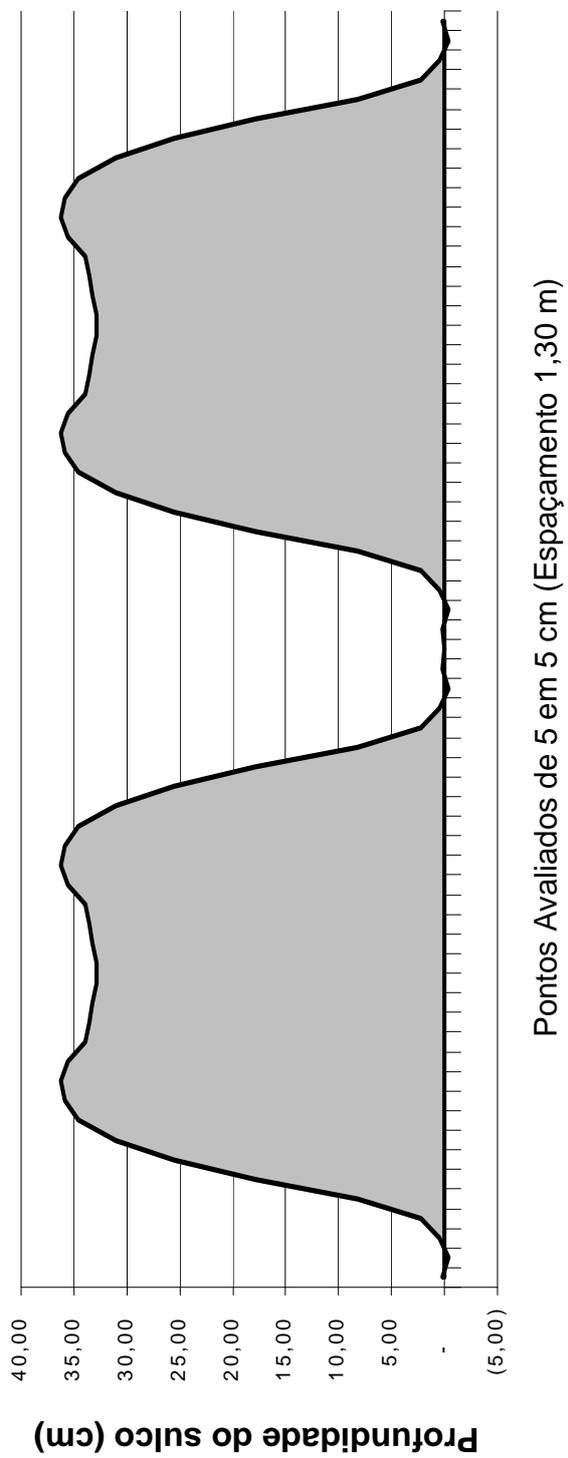


Figura 10. PERFIL MÉDIO 4 - USINA DESTIVALE (Araçatuba -SP, 1988)

Quadro 8. Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Guanabara - solo médio, Andradina –SP, 1998.

Dados médios para dez sulcos e pontos equidistantes localizados à esquerda e a direita da linha central do sulco						
Ponto avaliado	Distância ao centro do sulco (cm)	Cota média (cm)	Região (cm)	$\text{tg } \theta = \left  \frac{\text{diferença das alturas}}{5 \text{ cm}} \right $	$\theta$ (graus)	$\text{Cos } \theta$
1	0	--	0-5	0,026	1,49	0,9997
2	5	0,13	5-10	0,004	0,23	0,9999
3	10	0,15	10-15	0,136	7,74	0,9909
4	15	-0,53	15-20	0,084	4,80	0,9965
5	20	-0,95	20-25	0,136	7,74	0,9909
6	25	-1,63	25-30	0,290	16,17	0,9604
7	30	-0,18	<b>30-35</b>	<b>2,222</b>	<b>65,77</b>	<b>0,4104</b>
8	35	10,93	35-40	2,020	63,66	0,4437
9	40	21,03	40-45	0,814	39,14	0,7756
10	45	25,10	45-50	0,150	8,53	0,9889
11	50	25,85	50-55	0,100	5,71	0,9950
12	55	25,35	55-60	0,064	3,66	0,9980
13	60	25,03	60-65	0,046	2,63	0,9989
14	65	24,80	65-70	0,060	3,43	0,9982
15	70	25,10	70-75	0,024	1,37	0,9997
16	75	24,98	75-80	0,276	15,43	0,9640
17	80	23,60	80-85	--	--	--
<b>INCLINAÇÃO MÁXIMA</b>			<b>30-35</b>	<b>2,222</b>	<b>65,77</b>	<b>0,4104</b>

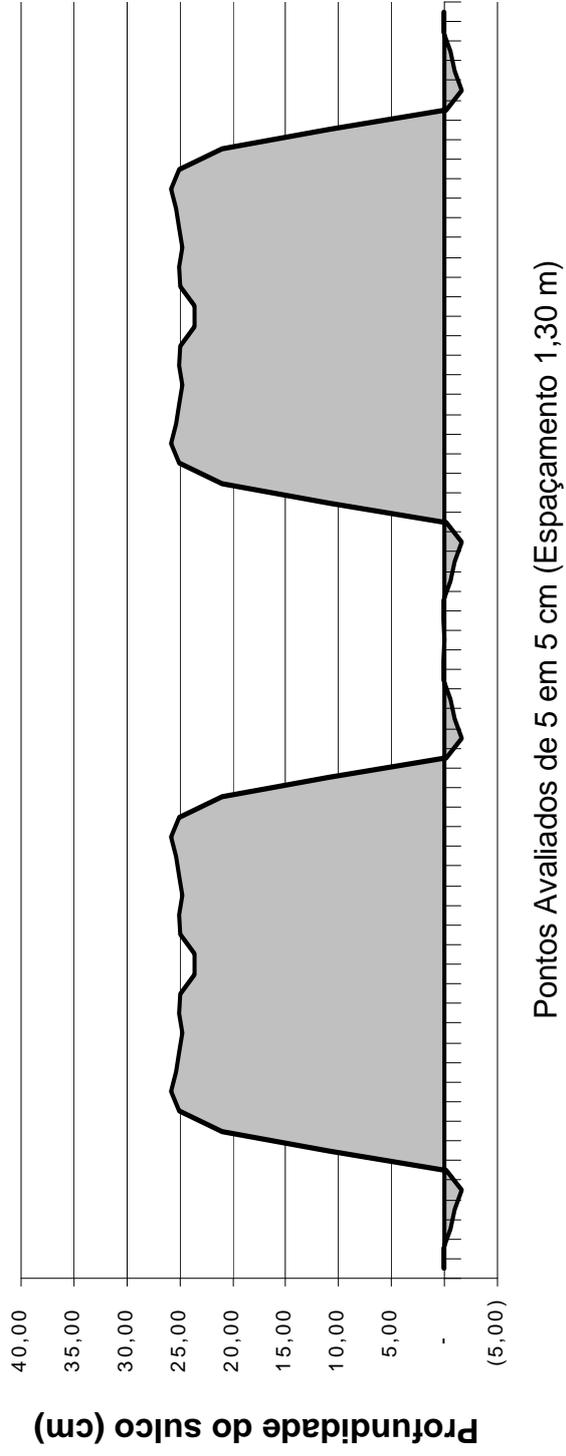
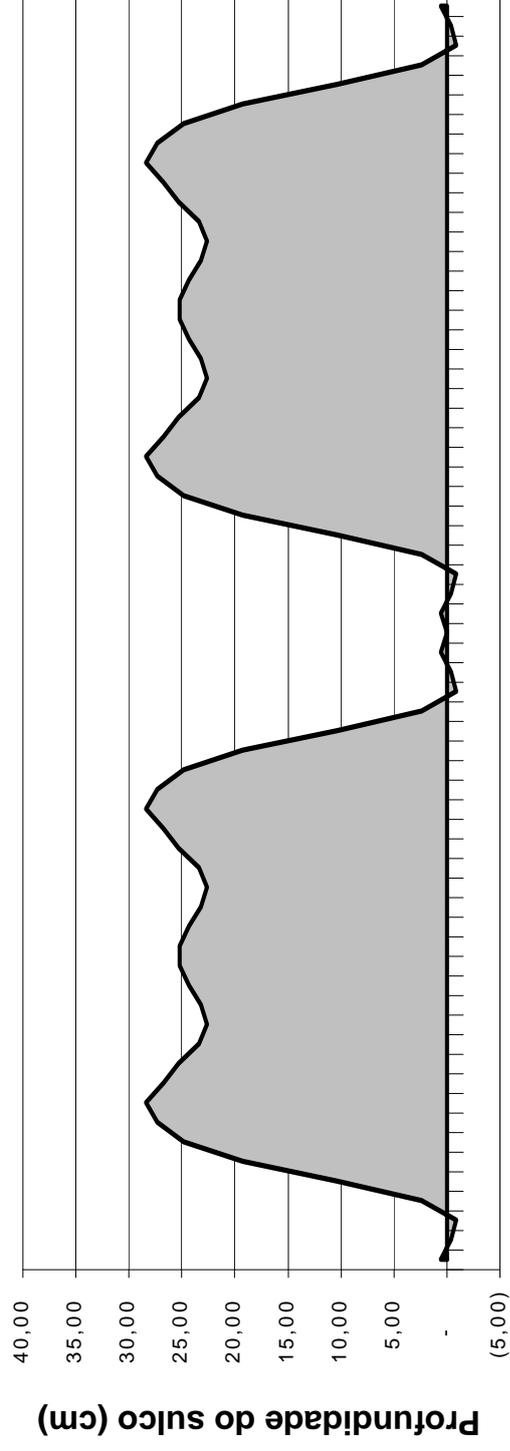


Figura 11. PERFIL MÉDIO 5 - USINA GUANABARA (Andradina -SP, 1988)

Quadro 9. Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Unialco - solo médio, Guararapes –SP, 1998.

Dados médios para dez sulcos e pontos equidistantes localizados à esquerda e a direita da linha central do sulco						
Ponto avaliado	Distância ao centro do sulco (cm)	Cota média (cm)	Região (cm)	$\text{tg } \theta = \left  \frac{\text{diferença das alturas}}{5 \text{ cm}} \right $	$\theta$ (graus)	$\text{Cos } \theta$
1	0	--	0-5	0,110	6,28	0,9940
2	5	0,55	5-10	0,180	10,20	0,9842
3	10	-0,35	10-15	0,110	6,28	0,9940
4	15	-0,90	15-20	0,650	33,02	0,8385
5	20	2,35	20-25	1,610	58,15	0,5277
6	25	10,40	<b>25-30</b>	<b>1,770</b>	<b>60,53</b>	<b>0,4920</b>
7	30	19,25	30-35	1,120	48,24	0,6660
8	35	24,85	35-40	0,490	26,10	0,8980
9	40	27,30	40-45	0,220	12,41	0,9766
10	45	28,40	45-50	0,330	18,26	0,9496
11	50	26,75	50-55	0,290	16,17	0,9604
12	55	25,30	55-60	0,380	20,81	0,9348
13	60	23,40	60-65	0,160	9,09	0,9874
14	65	22,60	65-70	0,120	6,84	0,9929
15	70	23,20	70-75	0,230	12,95	0,9746
16	75	24,35	75-80	0,180	10,20	0,9842
17	80	25,25	80-85	--	--	--
<b>INCLINAÇÃO MÁXIMA</b>			<b>25-30</b>	<b>1,770</b>	<b>60,53</b>	<b>0,4920</b>



Pontos Avaliados de 5 em 5 cm (Espaçamento 1,30 m)

Figura 12. PERFIL MÉDIO 6 - USINA UNIALCO (Guararapes -SP, 1988)

Quadro 10. Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina São Martinho - solo argiloso, Dumont –SP, 1998.

Dados médios para dez sulcos e pontos equidistantes localizados à esquerda e a direita da linha central do sulco						
Ponto avaliado	Distância ao centro do sulco (cm)	Cota média (cm)	Região (cm)	$\text{tg } \theta = \left  \frac{\text{diferença das alturas}}{5 \text{ cm}} \right $	$\theta$ (graus)	$\text{Cos } \theta$
1	0	--	0-5	0,580	30,11	0,8651
2	5	2,90	5-10	0,150	8,53	0,9889
3	10	3,65	10-15	0,250	14,04	0,9701
4	15	4,90	15-20	0,436	23,56	0,9166
5	20	7,08	20-25	0,664	33,58	0,8331
6	25	10,40	<b>25-30</b>	<b>1,430</b>	<b>55,03</b>	<b>0,5731</b>
7	30	17,55	30-35	1,290	52,22	0,6126
8	35	24,00	35-40	1,070	46,94	0,6827
9	40	29,35	40-45	0,296	16,49	0,9589
10	45	30,83	45-50	0,080	4,57	0,9968
11	50	30,43	50-55	0,250	14,04	0,9701
12	55	29,18	55-60	0,340	18,77	0,9468
13	60	27,48	60-65	0,220	12,41	0,9766
14	65	26,38	65-70	0,196	11,09	0,9813
15	70	25,40	70-75	0,140	7,97	0,9903
16	75	26,10	75-80	0,216	12,19	0,9774
17	80	27,18	80-85	--	--	--
<b>INCLINAÇÃO MÁXIMA</b>			<b>25-30</b>	<b>1,430</b>	<b>55,03</b>	<b>0,5731</b>

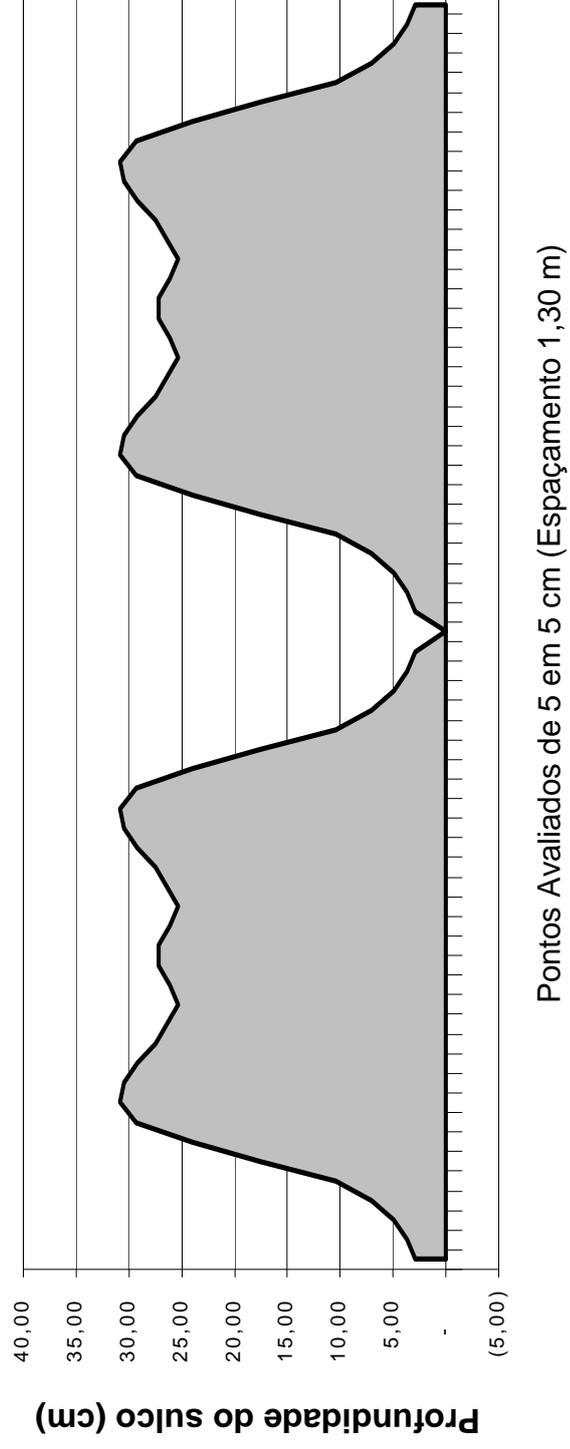
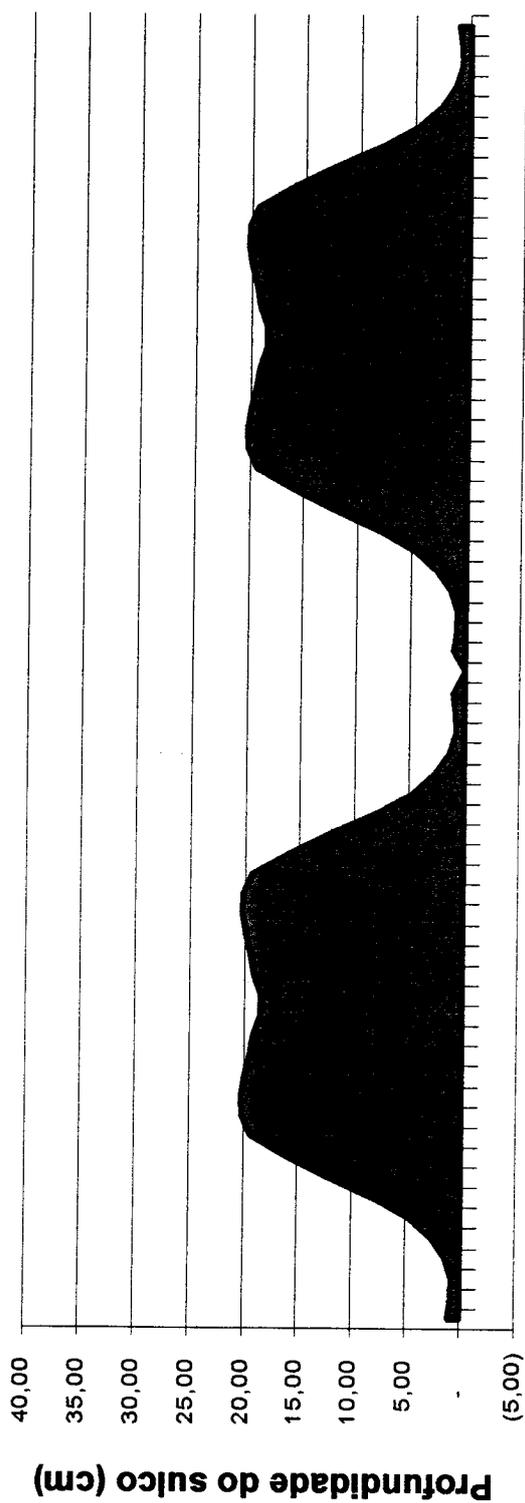


Figura 13. PERFIL MÉDIO 7 - USINA SÃO MARTINHO (Dumont -SP, 1988)

Quadro 11. Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina São Manuel - solo argiloso, sem infestação de plantas daninhas. São Manuel –SP, 1998.

Dados médios para dez sulcos e pontos equidistantes localizados à esquerda e a direita da linha central do sulco						
Ponto avaliado	Distância ao centro do sulco (cm)	Cota média (cm)	Região (cm)	$\text{tg } \theta = \left  \frac{\text{diferença das alturas}}{5 \text{ cm}} \right $	$\theta$ (graus)	$\text{Cos } \theta$
1	0	--	0-5	0,216	12,19	0,9774
2	5	1,08	5-10	0,040	2,29	0,9992
3	10	0,88	10-15	0,026	1,49	0,9997
4	15	0,75	15-20	0,130	7,41	0,9916
5	20	1,40	20-25	0,260	14,57	0,9678
6	25	2,70	25-30	0,406	22,10	0,9265
7	30	4,73	30-35	0,664	33,58	0,8331
8	35	8,05	<b>35-40</b>	<b>0,816</b>	<b>39,21</b>	<b>0,7748</b>
9	40	12,13	40-45	0,794	38,45	0,7832
10	45	16,10	45-50	0,650	33,02	0,8385
11	50	19,35	50-55	0,156	8,87	0,9880
12	55	20,13	55-60	0,024	1,37	0,9997
13	60	20,25	60-65	0,050	2,86	0,9988
14	65	20,00	65-70	0,104	5,94	0,9946
15	70	19,48	70-75	0,060	3,43	0,9982
16	75	19,18	75-80	0,126	7,18	0,9922
17	80	18,55	80-85	--	--	--
<b>INCLINAÇÃO MÁXIMA</b>			<b>35-40</b>	<b>0,816</b>	<b>39,21</b>	<b>0,7748</b>



Pontos Avaliados de 5 em 5 cm (Espaçamento 1,30 m)

Figura 14. PERFIL MÉDIO 8 - USINA SÃO MANUEL (São Manuel -SP, 1988). Sem infestação de plantas daninhas

Quadro 12. Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina São Manuel - solo argiloso, infestado por *Cyperus rotundus*. São Manuel –SP, 1998.

Dados médios para dez sulcos e pontos equidistantes localizados à esquerda e a direita da linha central do sulco						
Ponto avaliado	Distância ao centro do sulco (cm)	Cota média (cm)	Região (cm)	$\text{tg } \theta = \left  \frac{\text{diferença das alturas}}{5 \text{ cm}} \right $	$\theta$ (graus)	$\text{Cos } \theta$
1	0	--	0-5	0,266	14,90	0,9664
2	5	1,33	5-10	0,000	0,00	1,0000
3	10	1,33	10-15	0,000	0,00	1,0000
4	15	1,33	15-20	0,060	3,43	0,9982
5	20	1,63	20-25	0,144	8,19	0,9898
6	25	2,35	25-30	0,238	13,39	0,9728
7	30	3,54	30-35	0,878	41,28	0,8515
8	35	7,93	<b>35-40</b>	<b>1,524</b>	<b>56,73</b>	<b>0,5486</b>
9	40	15,55	40-45	0,926	42,80	0,7337
10	45	20,18	45-50	0,360	19,80	0,9409
11	50	21,98	50-55	0,250	14,04	0,9701
12	55	23,23	55-60	0,206	11,64	0,9794
13	60	22,20	60-65	0,160	9,09	0,9874
14	65	21,40	65-70	0,020	1,14	0,9998
15	70	21,50	70-75	0,054	3,09	0,9985
16	75	21,23	75-80	0,090	5,14	0,9960
17	80	21,68	80-85	--	--	--
<b>INCLINAÇÃO MÁXIMA</b>			<b>35-40</b>	<b>1,524</b>	<b>56,73</b>	<b>0,5486</b>

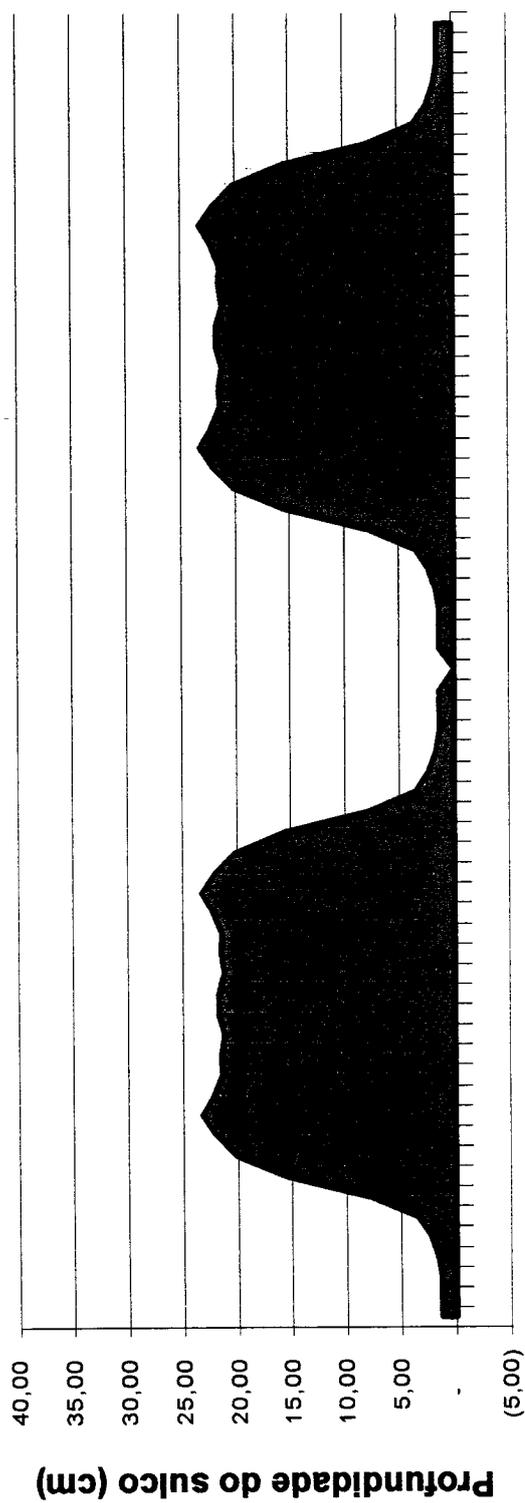


Figura 15. PERFIL MÉDIO 9 - USINA SÃO MANUEL (São Manuel -SP, 1988). Infestado por *Cyperus rotundus*.

Os dados de distribuição da deposição da calda nos sulcos, para os diferentes métodos de aplicação, estão apresentados nos Quadros 13, 15 e 17. As análises estatísticas dos dados, utilizando-se o teste t para comparação das médias de deposição, dentro de cada método de aplicação testado, estão apresentadas nos Quadros 14, 16 e 18.

Observa-se que as diferenças de deposição nas duas paredes do sulco (Quadros 13 e 15), não são constantemente maior em uma delas. Este fato pode ser atribuído a pequenas falhas no sistema de aplicação tratorizado e ventos irregulares, causados por turbulência, na aplicação aérea com vôo no sentido da linha de plantio.

Quadro 13. Deposição da calda nos sulcos em aplicação tratorizada, com volume de 200 L/ha. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.

PERFIL	% do volume em relação à média de dois patamares por perfil				
	Patamar 1	Patamar 2	Parede 1	Parede 2	Fundo do Sulco
1	119,18	80,82	56,16	42,47	69,86
2	84,29	115,71	34,29	54,29	57,14
3	73,97	126,03	35,62	52,97	92,24
4	105,75	94,25	17,62	25,29	76,63
5	132,26	67,74	30,11	45,16	115,05
6	134,04	65,96	53,19	51,06	82,98
Média	108,25	91,75	37,83	45,21	82,32
Média geral	100,00 %		41,52 %		82,32 %
Desvio padrão	25,32		12,79867		19,9587
Erro padrão	7,31		3,69		8,15
Intervalo de confiança	± 13,15		± 6,65		± 16,50
Média +IC	113,15		48,17		98,82
Média - IC	86,85		34,87		65,82
Coefficiente de variação	25,32		30,83		24,25

Quadro 14. Teste t para duas amostras, presumindo variâncias diferentes, para os dados de distribuição do depósito de calda nos sulcos, em aplicação tratorizada. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.

OBSERVAÇÕES	TRATOR					
	Patamar x Parede		Patamar x Sulco		Parede x Fundo do sulco	
	Patamar	Parede	Patamar	Sulco	Parede	Sulco
MÉDIA (%)	100,00	41,52	100,00	82,32	49,14	82,32
VARIÂNCIA	640,85	163,80	640,85	398,35	163,80	398,35
Nº de observações	12	12	12	6	12	6
probabilidade (T≤ t) bi-caudal	2,34 x 10 <sup>-4</sup> %		13,02 %		0,2604 %	

Para os dados da aplicação tratorizada (Quadro 14), observou-se que a deposição média de calda, nas paredes e fundo dos sulcos, em relação ao patamar, foram de 41,52% e 82,32%, respectivamente. A possibilidade de deposição nas paredes do sulco serem iguais as do patamar, é extremamente baixa,  $2,34 \times 10^{-4}\%$ , enquanto que, comparando-se patamar e sulco, existe uma possibilidade de 13,02% de que as deposições sejam iguais.

Quadro 15. Deposição da calda nos sulcos em aplicação aérea, voando no sentido da linha de plantio, com volume de calda de 40 L/ha. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.

PERFIL	% do volume em relação à media de dois patamares por perfil				
	Patamar 1	Patamar 2	Parede 1	Parede 2	Fundo do Sulco
1	100,00	100,00	50,00	31,82	45,45
2	104,76	95,24	42,86	47,62	95,24
3	111,11	88,89	83,33	33,33	61,11
4	71,11	128,89	80,00	26,67	133,33
5	95,08	104,92	81,97	22,95	88,52
6	112,28	87,72	84,21	21,05	88,62
7	75,76	124,24	93,94	36,36	69,70
8	80,39	119,61	60,78	25,49	68,63
9	94,57	105,43	77,52	12,40	43,41
10	92,52	107,48	54,42	13,61	85,71
11	128,46	71,54	84,55	16,26	96,20
12	122,22	77,78	72,22	22,22	94,16
13	98,25	101,75	42,11	35,09	87,72
14	50,43	149,57	38,26	46,96	53,91
15	100,58	99,42	29,24	64,33	125,15
16	111,84	88,16	52,63	94,74	142,11
17	103,08	96,92	43,08	41,54	123,08
18	85,14	114,86	48,65	56,76	108,11
Média	99,2	100,8	62,21	36,07	89,45
Média geral	100,00 %		49,14 %		89,45 %
Desvio padrão	19,05		23,99		29,22
Erro padrão	3,17		4,00		6,89
Intervalo de confiança	± 5,36		± 6,76		± 11,92
Média +IC	105,36		55,90		101,37
Média - IC	94,64		42,38		77,54
Coeficiente de variação	19,05		48,82		32,67

Quadro 16. Teste t para duas amostras, presumindo variâncias diferentes, para os dados de distribuição do depósito de calda nos sulcos, em aplicação aérea, voando no sentido da linha de plantio. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.

OBSERVAÇÕES	AVIÃO LINHA					
	Patamar x Parede		Patamar x Sulco		Parede x Fundo do sulco	
	Patamar	Parede	Patamar	Sulco	Parede	Sulco
MÉDIA (%)	100,00	49,14	100,00	89,45	49,14	89,45
VARIÂNCIA	362,72	575,58	362,72	853,89	575,58	853,89
Nº de observações	36	36	36	18	36	18
probabilidade ( $T \leq t$ ) bi-caudal	7,46 x 10 <sup>-13</sup> %		17,71 %		2,13 x 10 <sup>-3</sup> %	

Para os dados da aplicação aérea, voando no sentido da linha de plantio (Quadro 16), observou-se que a deposição média de calda, nas paredes e fundo dos sulcos, em relação ao patamar, foram de 49,14% e 89,45%, respectivamente. A possibilidade dos dados de deposição nas paredes do sulco serem iguais aos do patamar, é extremamente baixa, 7,46 x 10<sup>-13</sup>%, enquanto que, comparando-se patamar e sulco, existe uma possibilidade de 17,71% de que as deposições sejam iguais.

Observa-se, portanto, que a aplicação aérea, com vôo no sentido da linha de plantio, proporcionou uma deposição média mais uniforme que a tratorizada, tanto nas paredes como no fundo do sulco. Provavelmente, a maior desuniformidade da deposição das gotas, com aplicação tratorizada, em áreas acidentadas, como as de plantio de cana-de-açúcar, seja devido à sua maior dependência de altura adequada de aplicação, principalmente quando se utiliza o tradicional espaçamento entre bicos de 0,50 m (Furlanetti et al., 1995). Vale ressaltar que nas aplicações tratorizadas de herbicidas, em cana-planta, a altura da barra do pulverizador é regulada em relação ao patamar, desconsiderando-se as demais regiões.

Os dados observados no presente trabalho, estão de acordo com Furlanetti et al. (1995), onde os autores estudaram a uniformidade da deposição de bicos do tipo leque marca TeeJet 80.02 e 80.04, variando o espaçamento na barra e concluíram que os espaçamentos mais estreitos do que o comumente usado, de 50 cm, tendem a criar uma distribuição mais estável, tornando a deposição mais uniforme e menos vulnerável às variações de altura da barra em relação ao alvo.

Entretanto, a aplicação aérea com vôo no sentido da linha de plantio foi o método que proporcionou a maior irregularidade entre as duas paredes do perfil. Observa-se, pelo Quadro 15, que houve uma diferença de 26,14% (62,21% - 36,07%) nas deposições médias observadas entre as paredes opostas do perfis. O vento no sentido transversal à linha de vôo, provavelmente tenha sido o fator que determinou este resultado. Entretanto, esta condição de vento na perpendicular, é geralmente recomendada para aplicações aéreas de defensivos. Matthews (1988) explica que esta condição é importante para a aeronave, para se obter maior sustentação de vôo, no momento das manobras. Santos (1992) cita que, com o vôo de través ao vento, a deposição das gotas, na faixa, é mais uniforme.

A aplicação tratorizada foi a que proporcionou a menor irregularidade entre as duas paredes do perfil. Observa-se (Quadro 13) que houve uma diferença de 7,38% (45,21% - 37,83%) nas deposições médias observadas entre as paredes opostas do perfis. Pode-se, portanto, fazer inferência de que este método de aplicação foi o que menos sofreu a influência das condições climáticas (vento, temperatura e umidade relativa do ar).

A avaliação das diferenças dos depósitos, nas paredes de cada sulco não se constituiu em um dos objetivos iniciais do trabalho, mas a constatação de que razões de depósitos de até 1,6 : 1; 6,2 : 1 e 4,0 : 1, nas aplicações tratorizada e aéreas com vôo no sentido da linha e transversal à linha de plantio, respectivamente, indica que as aplicações de herbicida em áreas de cana-planta, sobretudo com aplicação aérea, podem ser intensamente desuniformes, tanto pela presença dos sulcos, quanto pela ação do vento.

Para os dados da aplicação aérea, voando no sentido transversal à linha de plantio (Quadro 18), observou-se que a deposição média de calda, nas paredes e fundo dos sulcos, em relação ao patamar, foram de 31,83% e 89,14%, respectivamente. A possibilidade de deposição nas paredes do sulco serem iguais as do patamar, é extremamente baixa,  $4,42 \times 10^{-8}\%$ , enquanto que, comparando-se patamar e sulco, existe a possibilidade de que 38,42% das deposições sejam iguais.

Comparando-se os dados do vôo no sentido transversal, com os do vôo no sentido da linha de plantio, observa-se que foram similares as deposições da calda no fundo do sulco, com valores de 89,14% e 89,45%, respectivamente, em relação ao patamar. No que diz respeito às deposições nas paredes, observa-se que com o vôo no sentido da linha de plantio, a deposição média foi maior, apresentando valores de 49,14%, contra os 31,83%, depositados

pelo vôo no sentido transversal da linha, sugerindo que a utilização deste artifício, de vôo transversal, utilizado em algumas usinas, não melhora a deposição nos sulcos e ainda diminui a deposição nas paredes.

Entretanto, a aplicação aérea com vôo transversal à linha de plantio proporcionou menor irregularidade entre as duas paredes do perfil, do que o vôo na linha. Observa-se que houve uma diferença de 11,64% (37,65% - 26,01%) nas deposições médias observadas entre as paredes opostas dos perfis. O vento no sentido do vôo, favoreceu a deposição mais regular entre as duas paredes, porém em menores níveis que a obtida com o vôo no sentido da linha de plantio.

Quadro 17. Deposição da calda nos sulcos em aplicação aérea, voando no sentido transversal da linha de plantio, com volume de calda de 40 L/ha. Usina Unialco, Guararapes – SP, 1998.

PERFIL	% do volume em relação à média de dois patamares por perfil				
	Patamar 1	Patamar 2	Parede 1	Parede 2	Fundo do Sulco
1	136,66	63,34	49,14	44,12	126,11
2	122,81	77,19	15,16	51,32	57,72
3	68,94	131,06	66,71	32,17	68,70
4	80,84	119,16	5,67	5,90	44,29
5	119,39	80,61	75,70	20,50	102,65
6	107,69	92,31	85,13	36,00	144,62
7	81,41	118,59	12,75	3,17	71,46
8	102,22	97,78	12,79	16,92	97,86
9	115,10	84,90	15,79	23,96	88,85
Média	103,9	96,1	37,65	26,01	89,14
Média geral	100,00%		31,83%		89,14 %
Desvio padrão	22,25		25,07		32,47
Erro padrão	5,24		5,91		10,82
Intervalo de confiança	± 9,07		± 10,22		± 20,13
Média +IC	109,07		42,05		109,27
Média - IC	90,93		21,61		69,01
Coefficiente de variação	22,25		78,76		36,42

Quadro 18. Teste t para duas amostras, presumindo variâncias diferentes, para os dados de distribuição do depósito de calda nos sulcos, em aplicação aérea, voando no sentido transversal da linha de plantio. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998

OBSERVAÇÕES	AVIÃO TRANSVERSAL					
	Patamar x Parede		Patamar x Sulco		Parede x Fundo do sulco	
	Patamar	Parede	Patamar	Sulco	Parede	Sulco
MÉDIA (%)	100,00	31,83	100,00	89,14	31,83	89,14
VARIÂNCIA	495,17	628,39	495,17	1054,02	628,39	1054,02
Nº de observações	18	18	18	9	18	9
probabilidade ( $T \leq t$ ) bi-caudal	4,42 x 10 <sup>-8</sup> %		38,42 %		0,0456 %	

A Figura 16 apresenta a distribuição média do depósito de calda, observada nos perfis, após a aplicação pelos diferentes métodos testados.

Comparando-se os dados da aplicação tratorizada com os da aplicação aérea em vôo no sentido transversal à linha, observa-se que a tratorizada proporcionou deposição melhor nas paredes e pior no sulco. Entre os métodos testados, a aplicação aérea com o vôo no sentido da linha, foi o que proporcionou a deposição média mais uniforme, no perfil composto por patamar, parede e sulco, entretanto, a maior irregularidade entre as duas paredes do perfil.

Os dados obtidos confirmam a hipótese de deposição desuniforme de calda nas aplicações de herbicidas, em áreas de plantio de cana-de-açúcar. Na Figura 16, destaca-se a grande diferença de deposição observada no perfil, principalmente no que diz respeito às paredes do sulco, onde a porcentagem do volume depositado, esteve sempre abaixo da metade da deposição observada no patamar. Estes dados explicam a causa da baixa eficiência do controle químico das plantas daninhas que tem sido observada, freqüentemente, nas paredes dos sulcos.

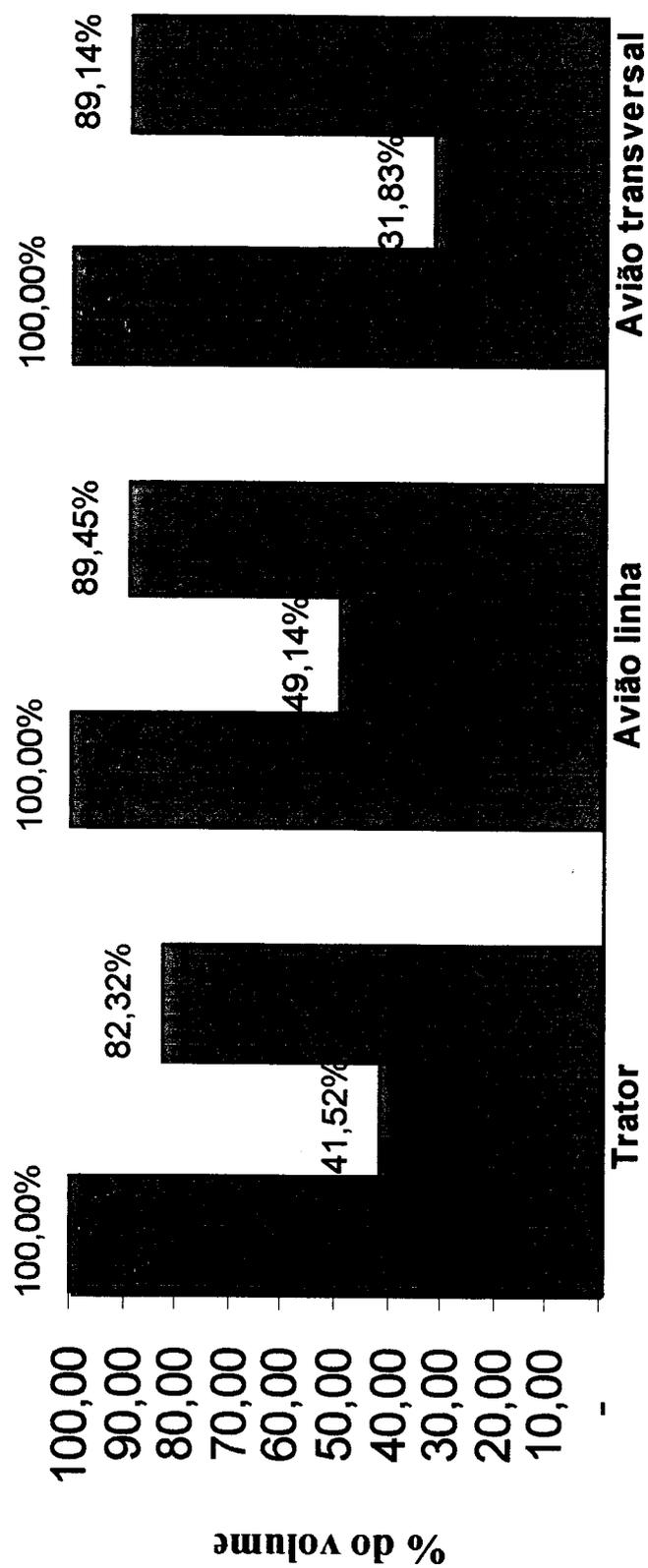


Figura 16. Distribuição média da deposição de calda nos sulcos, nos diferentes métodos de aplicação. Usina Unialco, Guararapes -- SP, 1998.

A quantidade de produto depositada na parede do sulco (talude) depende do seu ângulo ( $\theta$ ) de inclinação. Teoricamente, é possível determinar a dose, depositada no talude, utilizando-se a fórmula: (deposição / área) x fator de inclinação. O fator de inclinação =  $\cos \theta$ , representado no esquema a seguir.

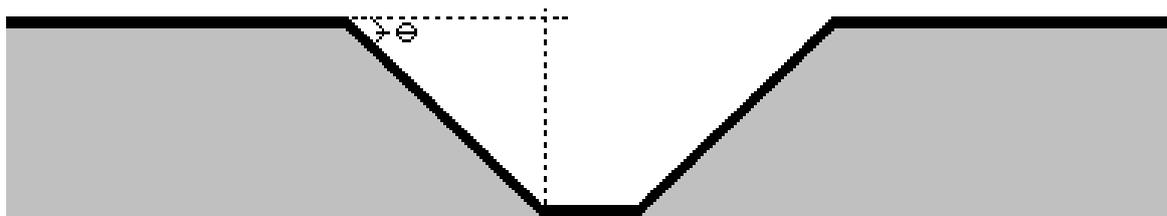


Figura 17. Perfil hipotético de sulco de plantio de cana e ângulo de inclinação do talude.

Desta forma, considerando-se os diversos ângulos ( $\theta$ ) hipotéticos, pode-se calcular os seguintes fatores de inclinação, para diferentes modelos de sulco:  $\cos 0^\circ = 1,0$ ;  $\cos 30^\circ = 0,866$ ;  $\cos 45^\circ = 0,707$ ;  $\cos 60^\circ = 0,5$ ;  $\cos 75^\circ = 0,259$  e  $\cos 90^\circ = 0,0$ . Evidentemente, existem outras forças atuantes, como a deriva e a evaporação, que podem alterar os depósitos previstos exclusivamente a partir dos dados de inclinação da superfície.

Utilizando a hipótese de que a dose depositada no talude, equivale à deposição multiplicada pelo coseno do ângulo de inclinação ( $\theta$ ) da parede, calculou-se o ângulo  $\theta$  da parede, do sulco de plantio da Usina Unialco, onde foram coletados os dados de deposição aérea e tratorizada. A comparação da deposição esperada com a obtida possibilitou verificar a confiabilidade desta hipótese.

O perfil detalhado do sulco de plantio, da usina, está apresentado na Figura 19. Observa-se que o ângulo  $\theta$  é formado entre a parede do sulco e as linhas imaginárias, transversal e perpendicular. Desta forma, criou-se um triângulo retângulo com os lados definidos como A, B e C, conforme mostra a Figura 18. O ângulo  $\theta$  é posicionado no local onde foi colocada a lâmina amostradora do depósito de calda, ou seja, na posição mediana da altura da parede, em relação ao centro do sulco.

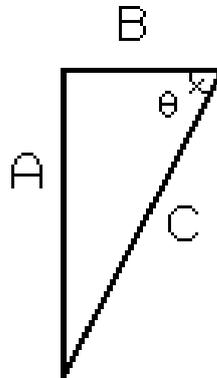


Figura 18. Triângulo formado entre a parede do sulco e as linhas imaginárias transversal e perpendicular, para a média de dez sulcos avaliados na Usina Unialco. Guararapes –SP, 1998.

O cálculo das dimensões do triângulo foi realizado da seguinte forma:

$$X2 = X4 / 2 = 28,40 / 2 = 14,20 \text{ cm}$$

Obs.: X1, X3 e X4, foram dados coletados a campo (Figura 19)

$$A = X2 - X1 = 14,20 - 10,40 = 3,80 \text{ cm}$$

$$B = A \times 5 / X3 - X1 = 3,80 \times 5 / (19,25 - 10,40) = 19,00 / 8,85 = 2,1468927 \text{ cm}$$

$$C^2 = A^2 + B^2 = 4,364533 \text{ cm}$$

$$\cos \theta = B / C = 2,1468927 / 4,364533 = 0,4918951$$

$$\theta = 60,534783^\circ$$

O fator de inclinação (=  $\cos \theta$ ) a ser utilizado na fórmula, foi de 0,4918951, ou seja, a deposição esperada, naquele ponto da parede do sulco, foi de 49,19%, em relação à um terreno considerado normal, sem paredes, como foi considerado o componente patamar do perfil do sulco.

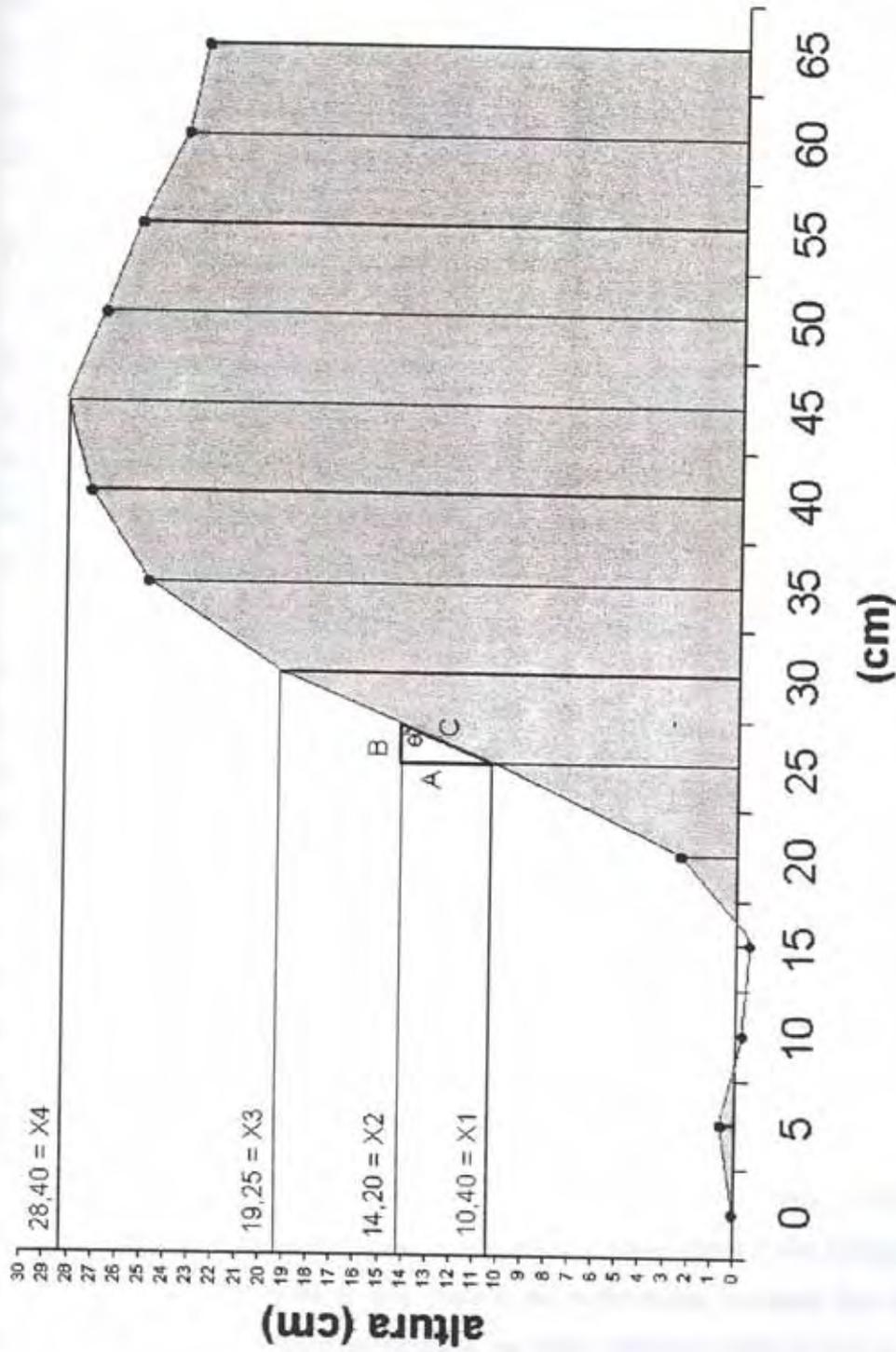


Figura 19. Perfil detalhado de uma face do sulco médio de plantio da Usina Unialco. Guararapes – SP, 1998

Comparando-se a deposição esperada na parede do sulco (49,19%), com a obtida (Figura 16), pelos diferentes métodos de aplicação, observa-se que, em nenhum método, a obtida foi superior à esperada. A máxima deposição nas paredes, próxima à estimativa feita com base na inclinação em relação à horizontal, foi obtida para o método de aplicação em que espera-se que as gotas apresentem menor deslocamento transversalmente aos sulcos, ou seja, a aplicação aérea acompanhando os sulcos.

Quando o avião deslocou-se cruzando os sulcos, a deposição nas paredes foi apenas 31,83% dos valores verificados nos patamares.

Quando se considera a aplicação tratorizada, as gotas produzidas no centro do leque apresentam trajetória vertical, ao passo que, as gotas produzidas no extremo dos leques podem apresentar ângulos de até  $55^\circ$  em relação a uma linha vertical. Desse modo, espera-se que o deslocamento médio das gotas transversalmente aos sulcos seja intermediário aos esperados para os dois métodos de aplicação aérea, assim como foram os depósitos nas paredes, expressos em porcentagem dos valores nos patamares.

Ou seja, o deslocamento da chuva de gotas transversalmente aos sulcos parece ter acentuado as irregularidades observadas. Para o sistema com menor deslocamento lateral das gotas transversalmente aos sulcos, a aplicação aérea acompanhando o sulcamento, observou-se depósitos nas paredes correspondentes a 49,14% dos depósitos nos patamares, valor este bastante próximo ao que seria esperado pela relação trigonométrica apresentada na página 51, que foi de 49,19%.

Entre os métodos de aplicação, o que mais se adequou à fórmula, foi a aplicação aérea com o vôo no sentido da linha. Observa-se que a deposição média nas paredes dos sulcos foi de 49,14%, em relação à deposição no patamar, ou seja, bem próxima da esperada que era de 49,19%. Este também foi o método que proporcionou a maior deposição média nas paredes dos sulcos.

No que diz respeito à eficácia da aplicação aérea, Santos (1992) explica que, se seguidas as recomendações técnicas, a eficiência é equivalente à das aplicações terrestres. No presente trabalho, observou-se que, para áreas acidentadas, nenhum dos métodos estudados proporcionou uma deposição satisfatória, ou seja, uniforme entre as três áreas que compõe o perfil. Todos os métodos proporcionaram deposições desuniformes e, comparados entre si, apresentaram algumas vantagens e desvantagens.

Dentre as recomendações técnicas, para a boa eficiência da aplicação aérea, um dos itens mais importantes, são as condições climáticas, no momento da aplicação. Okesi & Kuns (s/d), explicam que as condições de temperatura acima de 30° C e UR ar abaixo de 55%, estão mais sujeitas à evaporação das gotas pulverizadas. Quanto ao vento, explicam que o limite máximo é de 10 km/h, para evitar a deriva e o limite mínimo é de 3 km/h, para evitar as inversões térmicas e correntes de convecção.

De maneira geral, tem sido observado que, para a cana-de-açúcar, estas condições climáticas têm sido respeitadas, devido ao fato da cultura oferecer um período relativamente longo de tempo antes do início da interferência das plantas daninhas, aliado à possibilidade de se usar herbicidas em pré-emergência, com boa ação em pós-emergência inicial, como o ametrin e o diuron (Rodrigues & Almeida, 1995). O Período Anterior à Interferência (PAI), definido por Pitelli & Durigan (1984) como sendo o período a partir da emergência ou do plantio da cultura, em que a mesma pode conviver com a comunidade infestante, antes que sua produtividade ou outras características, sejam alteradas negativamente, para a cultura da cana-de-açúcar, é de 30 dias, segundo Blanco et al. (1982), Graciano & Ramalho (1982) e Rolim & Cristoffoleti (1982).

Para a aplicação tratorizada, a dependência da altura adequada de aplicação, quando se utiliza espaçamento entre bicos de 50 cm, provavelmente seja o fator que mais agravou a deposição irregular no perfil. Observa-se que a deposição média nas paredes foi 7,67% menor (49,19% - 41,52%) que a esperada.

Para a aplicação aérea com vôo no sentido transversal da linha de plantio, a deposição média nas paredes foi 17,36% menor (49,19% - 31,83%) que a esperada. O vôo no sentido transversal pode favorecer a deposição em uma das paredes do sulco, entretanto, a deposição na parede oposta acaba sendo prejudicada. Observa-se pelo Quadro 17, que ocorreram valores muito baixos de deposição em algumas paredes dos perfis estudados.

Os cálculos apresentados foram sempre baseados na deposição média obtida em dez sulcos. Os dados foram apresentados desta forma porque os sulcos avaliados foram escolhidos entre os mais representativos dentro da área de aplicação. Entretanto, o primeiro sulco avaliado é conhecido e corresponde ao 9º sulco, apresentado no Quadro 15, que se encontrava na região central da faixa de aplicação aérea. Os dados da avaliação deste sulco, estão apresentados no Quadro 19.

Quadro 19. Cotas relativas da superfície de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em função da distância do ponto avaliado ao centro do sulco. Usina Unialco - solo médio, Guararapes –SP, 1998.

Dados médios para dez sulcos e pontos equidistantes localizados à esquerda e a direita da linha central do sulco						
Ponto avaliado	Distância ao centro do sulco (cm)	Cota média (cm)	Região (cm)	Tg $\theta =$  diferença das alturas / 5 cm	$\theta$ (graus)	Cos $\theta$
1	0	--	0-5	0,10	5,7106	0,9950
2	5	0,50	5-10	0,30	16,6992	0,9578
3	10	-1,00	10-15	0,10	5,7106	0,9950
4	15	-0,50	15-20	0,10	5,7106	0,9950
5	20	-1,00	20-25	1,00	45,0000	0,7071
6	25	4,00	<b>25-30</b>	<b>2,00</b>	<b>63,4349</b>	<b>0,4472</b>
7	30	14,00	30-35	1,70	59,5344	0,5070
8	35	22,50	35-40	0,20	11,3099	0,9806
9	40	23,50	40-45	0,20	11,3099	0,9806
10	45	22,50	45-50	0,10	5,7106	0,9950
11	50	22,00	50-55	0,50	26,5650	0,8944
12	55	19,50	55-60	0,20	11,3099	0,9806
13	60	18,50	60-65	0,20	11,3099	0,9950
14	65	17,50	65-70	0,20	11,3099	0,9950
15	70	18,50	70-75	0,60	30,9638	0,8575
16	75	21,50	75-80	0,30	16,6992	0,9578
17	80	23,00	80-85	--	--	--
<b>INCLINAÇÃO MÁXIMA</b>			<b>25-30</b>	<b>2,00</b>	<b>63,4349</b>	<b>0,4472</b>

O perfil detalhado deste sulco, está apresentado na Figura 20. O triângulo retângulo formado entre a parede do sulco e as linhas imaginárias, transversal e perpendicular, está apresentado na Figura 21.

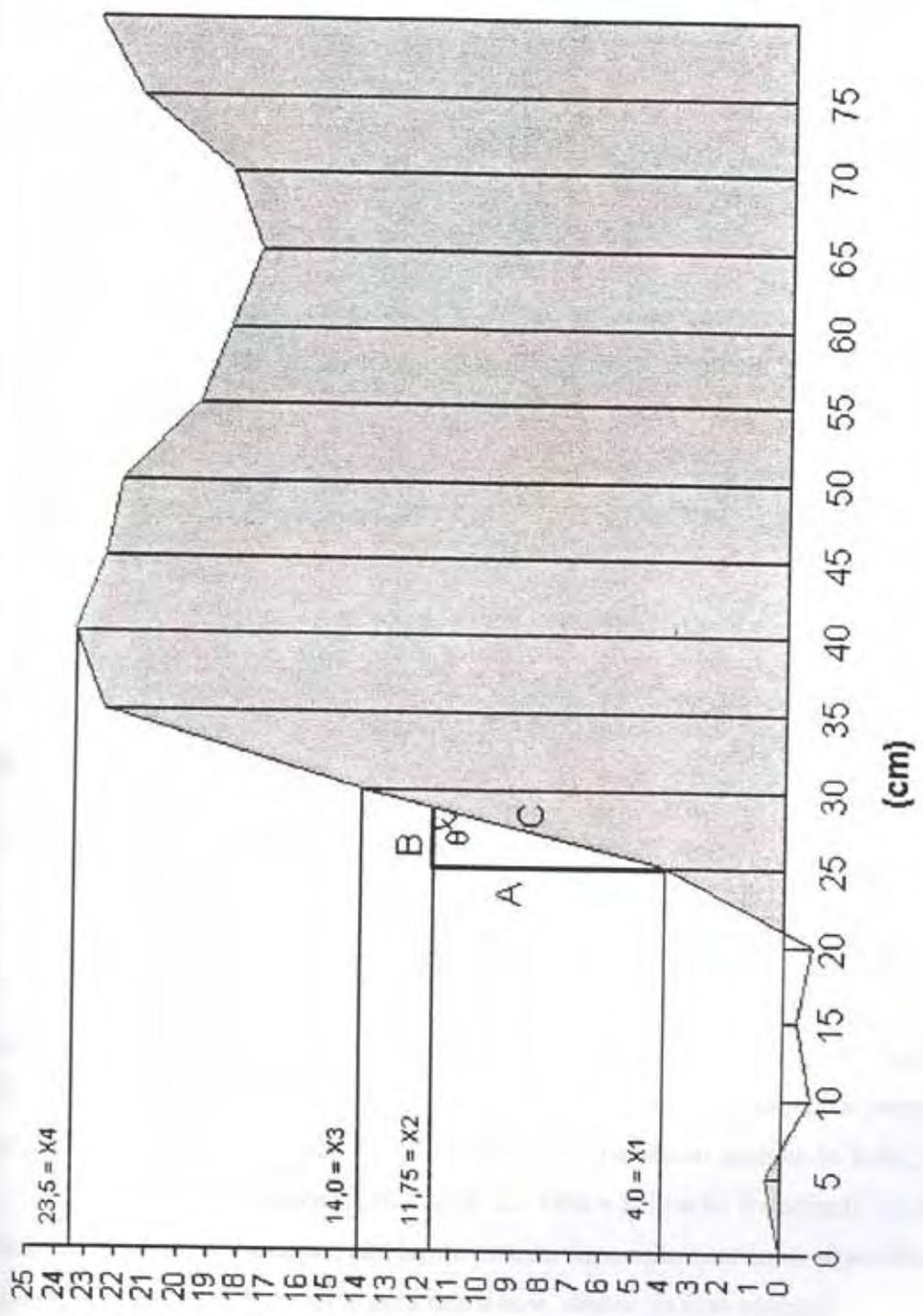


Figura 20. Perfil detalhado de uma face de um sulco da Usina Unialco. Guararapes -SP, 1998

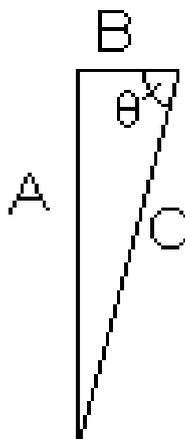


Figura 21. Triângulo formado entre a parede do sulco e as linhas imaginárias transversal e perpendicular, para um sulco (9<sup>o</sup> perfil) avaliado na Usina Unialco. Guararapes – SP, 1998.

O cálculo das dimensões do triângulo foi realizado da seguinte forma:

$$X2 = X4 / 2 = 23,50 / 2 = 11,75 \text{ cm}$$

Obs.: X1, X3 e X4, foram dados coletados a campo (Figura 20)

$$A = X2 - X1 = 11,75 - 4,00 = 7,75 \text{ cm}$$

$$B = A \times 5 / X3 - X1 = 7,75 \times 5 / (14,00 - 4,00) = 38,75 / 10,00 = 3,875 \text{ cm}$$

$$C^2 = A^2 + B^2 = 8,664763 \text{ cm}$$

$$\cos \theta = B / C = 3,875 / 8,664763 = 0,4472136$$

$$\theta = 63,4349^\circ$$

O fator de inclinação (=  $\cos \theta$ ) a ser utilizado na fórmula, foi de 0,4472136, ou seja, a deposição esperada, naquele ponto da parede do sulco, foi de 44,72%, em relação à um terreno considerado normal, sem paredes, como foi considerado o componente patamar do perfil do sulco. Os dados de deposição da aplicação aérea, voando no sentido da linha, correspondentes à este sulco estão apresentados na Figura 22. Para a aplicação tratorizada e o avião no sentido transversal à linha de plantio, não foi coletada a deposição num sulco específico e, portanto, os dados de deposição são médios para dez sulcos, dentro da área aplicada.

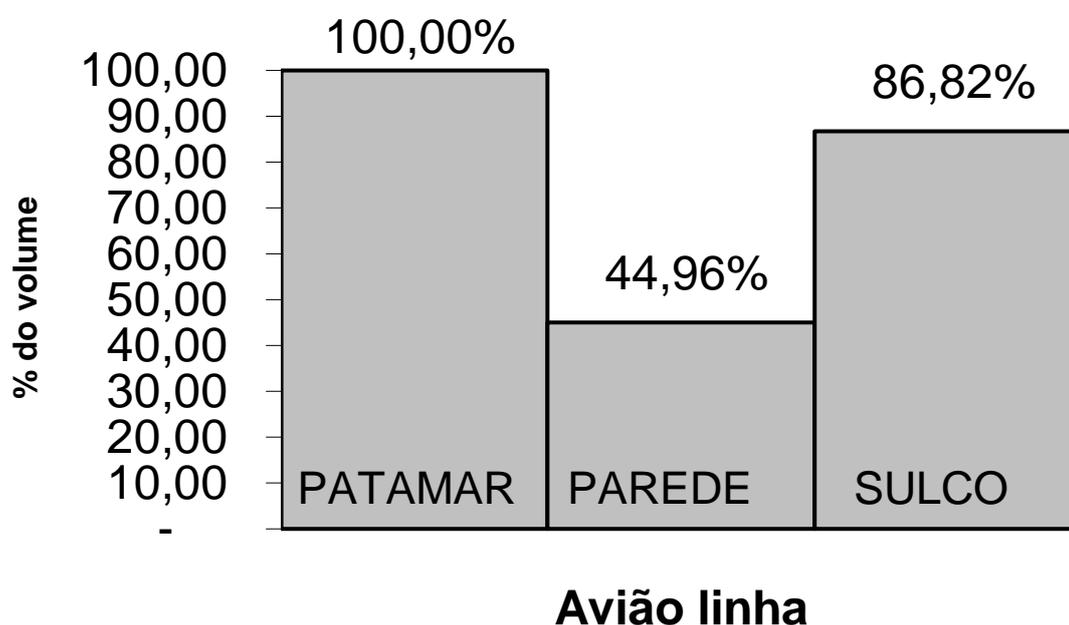


Figura 22. Distribuição do depósito de calda no perfil número 9, na aplicação aérea, voando no sentido da linha. Usina Unialco, Guararapes –SP, 1998.

Os dados encontrados para o perfil número 9, são mais um indicativo da confiabilidade da hipótese de que a deposição em áreas acidentadas, depende do ângulo de inclinação do talude, sendo bastante próxima ao valor de cosseno de  $\theta$ , multiplicado por 100, para se obter o valor relativo, em cada posição do perfil. Observa-se pela relação trigonométrica apresentada na página 56, que a deposição esperada nas paredes do sulco, para este perfil, era de 44,72%, e a observada foi de 44,96%. A diferença ocorrida pode ser atribuída às outras forças atuantes, como a deriva, conforme discutido anteriormente.

Na prática, um artifício que tem sido bastante utilizado nas usinas, para diminuir o problema da desuniformidade de deposição da calda no perfil do solo, em áreas de plantio de cana-de-açúcar, é a utilização de herbicidas com característica de alta solubilidade, como a hexazinona (formulada em mistura com diuron) e o tebuthiuron, que, por apresentarem esta característica, possuem um maior caminhamento no solo, compensando, um pouco, as irregularidades nas doses. Apesar disto, não há possibilidades da distribuição se tornar uniforme, devido à grande irregularidade do terreno.

Praticamente inexistem trabalhos que quantificam a desuniformidade da aplicação de herbicidas em áreas acidentadas como as de cana-planta, que possam servir de suporte ou como comparativo para os resultados encontrados no presente trabalho. Os trabalhos mais próximos sobre o assunto dizem respeito à artifícios para aumentar a taxa de recuperação, ou seja, a quantidade de produto que realmente atinge o alvo, em aplicações em pós-emergência. Neste aspecto Tomazela et al. (1997 a, b) observaram que a redução do volume de calda até 51,47 L/ha, e o posicionamento, na barra, dos bicos do tipo leque, até  $\pm 30^\circ$ , proporcionaram aumentos na porcentagem de depósito nas plantas de *Brachiaria decumbens* e redução na porcentagem de depósito no solo.

Considerando, finalmente, a validade da fórmula testada, para se calcular a dose esperada nas paredes dos sulcos de cana-planta em aplicações de herbicidas, pode-se inferir que os sulcos mais rasos, porém não inferior aos limites mínimos recomendados, são mais adequados para a aplicação menos desuniforme de herbicida, no perfil composto por patamar, parede e fundo do sulco.

Desta forma, voltando-se aos Quadros 4 a 12 e Figuras 7 a 15, é possível observar entre os dados obtidos nas nove usinas estudadas, quais os sulcos médios mais adequados à aplicação de herbicidas. No Quadro 20, estão destacadas as principais características de cada sulco médio, das usinas estudadas.

Observa-se que, teoricamente, o sulco médio mais adequado à aplicação de herbicida, foi o perfil 8, da Usina São Manuel, sendo a dose esperada nas paredes dos sulcos, de 77,48% em relação aos patamares. O mais inadequado foi o perfil 1, da Usina Guanabara, que proporcionou a dose esperada nas paredes dos sulcos, de 31,14% em relação aos patamares.

Com relação à altura do sulco, não foi possível estabelecer uma relação com a inclinação. Observa-se que, apesar da maior altura (cota máxima), a dose esperada nas paredes dos sulcos do perfil 7, da Usina São Martinho, é maior do que as doses esperadas nas paredes dos sulcos dos perfis 1, 2, 3, 5 e 6.

Um dado interessante a ser destacado, é que a maior inclinação das paredes dos sulcos, se encontra na faixa de 25 a 35 cm de distância do centro do sulco. Ou seja, é nesta faixa onde se deposita a menor dose dos produtos aplicados e, provavelmente, é o local de maior escape das plantas daninhas.

Quadro 20. Valor da maior inclinação e as respectivas doses esperadas, observadas nos perfis médios de sulcos de cana-de-açúcar em diferentes usinas.

Perfil	USINA	SOLO	Cota máxima (cm)	Maior Inclinação ( $\theta$ )	Distância ao centro do sulco (cm)	Dose esperada (%)
1	Guanabara	arenoso	27,65	71,68°	30	31,14
2	Guanabara- F.S. Joaquim	arenoso	26,75	63,71°	30	44,29
3	Univalem	arenoso	29,98	65,84°	30	44,93
MÉDIA		arenoso	28,13	67,08°	30,00	40,12
4	Destivale	médio	36,23	62,41°	25	46,31
5	Guanabara	médio	25,85	65,77°	30	41,04
6	Unialco	médio	28,40	60,53°	25	49,20
MÉDIA		médio	30,16	62,90°	26,67	45,52
7	São Martinho	argiloso	30,83	55,03°	25	57,31
8	São Manuel - s/ infestação	argiloso	20,25	39,21°	35	77,48
9	São Manuel - c/ tiririca	argiloso	23,23	56,73°	35	54,86
MÉDIA		argiloso	24,77	50,32	31,67	63,22

Com relação à textura do solo, não considerou-se válida a relação entre esta característica e o perfil, já que o tipo de sulco parece depender mais dos métodos de cultivo adotados pela própria usina, do que da textura, propriamente dita. Entretanto, parece evidente que nos solos argilosos as usinas tem utilizado sulcos mais rasos visando, certamente, a melhor brotação dos colmos. Provavelmente, nos solos arenosos a possibilidade de acamamento das canas, nos plantios mais rasos, é maior.

## 7. CONCLUSÕES

Para as condições em que a presente pesquisa foi desenvolvida, pode-se concluir que:

1. A irregularidade do terreno, em áreas de plantio de cana-de-açúcar desuniformiza a deposição da calda de pulverização, no perfil composto por patamar, paredes e fundo do sulco.
2. A quantidade de produto depositada na parede do sulco, depende do seu ângulo de inclinação e pode ser estimada multiplicando-se a dose aplicada, pelo cosseno do ângulo de inclinação da parede, podendo o valor final ser um pouco alterado, devido aos outros fatores atuantes, como a deriva e a evaporação.
3. A máxima deposição nas paredes, próxima à estimativa feita com base na inclinação em relação à horizontal, foi obtida para o método de aplicação em que espera-se que as gotas apresentem menor deslocamento transversalmente aos sulcos, ou seja, a aplicação aérea acompanhando os sulcos.

4. A maior inclinação das paredes dos sulcos, se encontra na faixa de 35 a 35 cm de distância do centro do sulco, sendo nesta faixa onde se deposita a menor dose dos produtos aplicados.
5. As inclinações em relação à horizontal, estiveram entre  $39,21^\circ$  e  $71,68^\circ$ , sendo que os valores extremos foram observados nas Usinas São Manuel (perfil 8) e Guanabara (perfil 1), respectivamente. As porcentagens esperadas de depósito nas paredes em relação aos patamares, estiveram, conseqüentemente, entre 77,48% e 31,14%.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERO MAGAZINE. Aviação agrícola safra 98/99. Fundação Santos Dumont, s/l., n.52, 22 p. s/d.

ARANHA, C., YAHN, C.A. Botânica da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. Cana-de-açúcar - cultivo e utilização. Campinas: F. Cargill, v.1, 1987. p.3-18.

AREVALO, R.A., CERRIZUELA, E.A., OLEA, I.L. Período crítico de competencia de comunidades naturales de malezas en caña-de-azúcar. Revista Agronomica del Noroeste Argentino, Tucuman, v.14, n.1-4, p.83-99, 1977.

AREVALO, R.A. Nuevo enfoque en el estudio de las malezas de la caña-de-azúcar en la Republica Argentina. ALAM, Bogotá, v.11, n.2, p.48-56, 1975.

AREVALO, R.A. Problemas de control de malezas de la caña de azucar en el mundo. Hacienda, Miami, v. 74, n.1, p. 43-44, 1979.

AREVALO, R.A., TARDIVO, J.C., BERTONCINI, E.I., CAMARGO, P.N. Herbicidas para *Saccharum* spp (cana-de-açúcar) no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambú. **Resumos...** Caxambú: SBPCPD, 1997. p. 240.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL - ANDEF. Defesa vegetal. São Paulo, SP: ANDEF, 1987. 19 p.

BLANCO, H.G. Ecologia das plantas: competição de plantas daninhas em culturas brasileiras. In: MARCONDES, D.A.S. et al. Controle integrado de plantas daninhas. São Paulo: CREA-SP, 1982. p. 42-75.

BLANCO, H.G., OLIVEIRA, D.A., ARAÚJO, J.B.M. Época em que uma associação natural de mato provoca prejuízos, por competição, à produção de cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, XII, 1978, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: SBHED, 1978. p. 111-112.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979 (numeração capitulada)

CARVALHO, F.T. Integração de práticas culturais e dosagens de herbicida aplicado em pós-emergência, no controle de plantas daninhas e produtividade da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merril]. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1993. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1993.

CARVALHO, F.T. Uso de aviação agrícola no controle de plantas daninhas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS. Dourados, MS: EMBRAPA, 1997. p.131-146.

- CLEMENT, A.A., LAMMEL, J.S., FILHO, J.A., BARBOSA, J.C. Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com hexazinone e suas misturas com diuron, em pré-emergência. Planta daninha, Campinas, SP, v.2, n.2, p.89-95, 1979.
- COLETI, J.T. Técnica cultural de plantio. In: PARANHOS, S.B. Cana-de-açúcar - cultivo e utilização. Campinas: F. Cargill, v.1, 1987. p.284-328.
- CRUZ, L.S.P. e LEIDERMAN, L. Competição entre quatro herbicidas indicados para o controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Planta daninha, Campinas, SP, v.1, n.2, p.43-48, 1978.
- DE MARINIS, G. Ecologia das plantas daninhas. In: CAMARGO, P.N.. Texto básico de controle de controle de plantas daninhas. 3<sup>a</sup> ed., Piracicaba: USP - ESALQ, 1971. p.1-68.
- DEUBER, R. Ciência das plantas infestantes - manejo. Campinas, SP, v.2, 1997. 285 p.
- DURIGAN, J.C., VICTÓRIA FILHO, R. Comportamento de baixas doses de herbicidas na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. II- Efeitos sobre o controle das plantas daninhas, desenvolvimento e absorção de nutrientes pela cultura. Planta daninha, Campinas, v.7, n.1, p.22-40, 1984.
- FURNALETTI, A.C., MARCONDES, D.A.S., VELINI, E.D., RAMOS, V.J. Vazão e deposição de bicos pulverizadores de jato em leque. III- avaliação da uniformidade de deposição a distintas alturas e pressão fixa de 40 lbf/po1<sup>2</sup> (276 kPa). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, 1995, Florianópolis, SC. **Resumos...** Florianópolis: SBPCPD, 1995. p. 412.
- GARCIA ABRILES, J.V., NEGRI, J.M.G. Manual de malezas en el Perú, comunes en caña-de-azúcar. 2. ed., Andina-Lima: Rhome Paulenc, 1979. 224 p.

- GRACIANO, P.A., RAMALHO, J.F.G.P. Efeito da matocompetição na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 14., e CONGRESSO DE LA ASOCIACION LATINO AMERICANA DE MALEZAS, 6., Campinas, 1982. **Resumos...** Campinas, SP: SBHED/ALAM, 1982. p. 29.
- HASELWOOD, E.L., MOTTER, G.G. Handbook of Hawaiian Weeds. Hawaii: Exp. St. Hawaiian Sug. Plant. Ass., 1ª ed., 1966. 479 p.
- HOLM, L.G., PLUCKNETT, D.L., PANCHO, J.V., HERBERGER, J.D. The World's Worst Weeds; distribution and biology. Honolulu: University Press of Hawaii, 1ª ed., 1977. 609 p.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. Informações econômicas. São Paulo, 1994. p. 16-24.
- LORENZI, H. Controle de Plantas Daninhas em Cana-de-Açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 1, Piracicaba. **Resumos...** 1983.
- LORENZI, H. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: PLANTIO DIRETO NO BRASIL. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1984. p13-41.
- MATTHEWS, G.A. Métodos para la aplicación de pesticidas. México, CECSA, 1988. 366 p.
- MATUO, T. Técnica de aplicação de defensivos agrícolas. Jaboticabal, FUNEP, 1990. 139 p.
- OKESI, Y., KUNS, R.P. Manual de aplicação aérea. Botucatu: Neiva - Ciba Agro, s/d. 46 p.
- PITELLI, R.A., DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Piracicaba: SBHED, 1984. p.37.

- PLANALSUCAR - IAA Seção de fisiologia e matologia. Araras, SP, 1979. 84 p. (Relatório Anual).
- ROCHECOUSTE, E. Weed control in Sugar Cane. Réduit, Mauritius: Sugar Industry Research Institute, 1967. 117 p.
- RODRIGUES, B.N., ALMEIDA, F.S. Guia de Herbicidas. 3<sup>a</sup> Ed., Londrina: Edição dos Autores, 1995. 675 p.
- ROLIM, J.C., CRISTOFFOLETI, J.C. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 14., e CONGRESSO DE LA ASOCIACION LATINO AMERICANA DE MALEZAS, 6., Campinas, 1982. **Resumos...** Campinas, SP: SBHED/ALAM, 1982. p. 30.
- SANTOS, J.M.F. Aviação agrícola: manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos. São Paulo: Rhodia Agro, 1992. 99 p.
- SILVEIRA, G.M. O preparo do solo: implementos corretos. 3<sup>a</sup> Ed., São Paulo: Globo, 1989. 243 p.
- STUPIELLO, J.P. A cana-de-açúcar como matéria prima. In: PARANHOS, S.B. Cana-de-açúcar - cultivo e utilização. Campinas: F. Cargill, v.2, 1987. p.761-804.
- TOMAZELA, M.S., Martins, D.; Velini, E.D.; Silva, M.A.S. Avaliação do depósito de calda de pulverização em *Brachiaria plantaginea* (Link). Witch: efeito do volume de aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambú, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: SBCPD, 1997. p.428 a.

TOMAZELA, M.S., Martins, D.; Velini, E.D.; Silva, M.A.S. Avaliação do depósito de calda de pulverização em *Brachiaria plantaginea* (Link). Witch: efeito do ângulo de pulverização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambú, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: SBCPD, 1997. p.430 b.

VICTÓRIA FILHO, R., CAMARGO, P.N. Efeito de herbicidas nos teores de macronutrientes e nas características tecnológicas da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). I - Misturas de herbicidas em pós-emergência. Planta daninha, Campinas, v.3, n.2, p. 96-107, 1980.

ZIMDAHL, R.L. Weed-crop competition: a review. Corvallis, OR-USA: International Plant Protection Center, 1980. 195 p.