

INCIDÊNCIA DE MATÉRIA ESTRANHA NOS PROCESSOS DE CARREGAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR.

GILBERTO MILLER AZZI

ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Superintendente do Programa Nacional de
Melhoramento da Cana-de-Açúcar
Instituto do Açúcar e do Alcool

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia.

Piracicaba SP
Dezembro de 1972

ERRATA

Pg 41: Substituam-se as 4 ultimas linhas pela fórmula:

$$P_c = P \left(\frac{100 + U_s}{100 + U_f} \right)$$

Pg 42: Substituam-se as linhas 13, 14, 15 e 16 pela fórmula:

$$R_c = R \left(\frac{100 + U_s}{100 + U_f} \right)$$

A

Ignez, Beto,
Dudu, Selma
e Karina.

Agradecimentos a:

- Prof. Dr. Odilon Saad pela orientação, apoio, estímulo e conselhos;
- José Fernandes e Maria Cristina Stolf Nogueira pelas colaborações; Roberto Cesnik, Alonso Keese Dodson, José Carlos Guidolin, Sílvio Rugai, Fernando Carlos de Toledo Piza, Cláudio Pinto Carvalheira, Armando de Castro Mendes, José Zurita Fernandes e Margaret Pyles Wagner pelas sugestões; Tarcísio Ramos Guimarães pela datilografia; Hermínio Ometto, Homero Corrêa de Arruda Filho e Antônio Ismael Bassinello pelas instalações;
- e a todos que tornaram possível a realização deste trabalho.

Í N D I C E

página

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Natureza e importância do problema.....	2
1.1.1. O processo do carregamento mecânico.....	4
1.1.2. Implicações do carregamento mecânico.....	5
1.2. Objetivos do estudo.....	6
1.3. Importância do estudo.....	7
1.4. Limitações do estudo.....	7
1.4.1. Limitações na extensão da amostragem.....	7
1.4.2. Limitações de caráter analítico.....	8
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	9
CAPÍTULO 3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1. Material.....	27
3.1.1. Origem da matéria-prima.....	27
3.1.1.1. Empresa produtora.....	27
3.1.1.2. Textura do solo.....	27
3.1.1.3. Umidade do solo.....	27
3.1.1.4. Variedades de cana.....	27
3.1.1.5. Produtividade.....	28
3.1.2. Tipos de carregamento identificados.....	29
3.1.3. Tipos de máquinas carregadoras.....	34
3.2. Métodos.....	34
3.2.1. Metodologia da pesquisa.....	34
3.2.2. Definição da matéria estranha.....	36
3.2.3. Classificação da matéria estranha....	36
3.2.4. Determinação da matéria estranha....	37
3.2.4.1. Determinação do valor do precipitado resultante da aceleração de decantação pelo sulfato de alumínio.....	40
3.2.4.2. Determinação da umidade....	40
3.2.5. Determinação da composição textual do solo.....	43
3.2.6. Métodos estatísticos empregados.....	45

	página
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
4.1. Primeira fase (1971).....	63
4.1.1. Resultados gerais.....	63
4.1.2. Comparação entre os tratamentos.....	69
4.2. Segunda fase (1972).....	83
4.2.1. Resultados gerais.....	83
4.2.2. Comparação entre os tratamentos.....	88
4.2.3. Influência da umidade do solo.....	90
4.2.4. Influência das variedades de cana....	98
4.2.5. Influência do rendimento agrícola....	100
4.2.6. Influência do aprumo das canas.....	103
CAPÍTULO 5 - RESUMO E CONCLUSÕES.....	106
5.1. Resumo.....	107
5.2. Conclusões.....	108
CAPÍTULO 6 - SUMMARY AND CONCLUSIONS.....	110
6.1. Summary.....	111
6.2. Conclusions.....	112
CAPÍTULO 7 - LITERATURA CITADA.....	115

CAPÍTULO 1
I N T R O D U Ç Ã O

1.1 - Natureza e importância do problema

A disponibilidade total de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, na safra de 1971/72, foi de 30.451.900 toneladas. Na safra seguinte, de 1972/73, essa disponibilidade se elevou a 34.764.355 * toneladas e tudo indica que a produção continuará aumentando nos próximos anos.

Praticamente, todo esse imenso contingente de canas é ainda cortado à mão, embora existam algumas colhedoras-combinadas, que cortam e carregam a cana mecanicamente, operando em caráter experimental em algumas usinas do Estado. Grosso modo, pode-se estimar que metade do volume das canas colhidas é carregada manualmente e a outra metade mecanicamente.

No caso do emprego do sistema de carregamento manual de canas enfeixadas, o rendimento físico médio do trabalho de corte situa-se em torno de 3 t/HD **. Com o emprego das máquinas carregadoras e conseqüente queima dos canaviais, a operação de corte se reduz a um golpe do facão na base do colmo, para separá-lo do solo, e outro na ponta, para separá-lo da folhagem. Nessas condições, o rendimento físico do trabalho de corte aumenta para 7 t/HD, em média. Considerando-se a operação conjunta de corte e carregamento, a introdução da carregadora mecânica veio proporcionar uma eficiência física do trabalho que supera, no cômputo geral, a 10 vezes o processo manual *.

* Dados oficiais do IAA.

** t/HD significa toneladas de cana por homem e por dia de 8 horas de trabalho.

CESTA NETTO, 1960 (4) utilizando-se de dados das safras de 1958/59 e 1959/60, na Usina Piracicaba, que àquela época iniciava o processo do carregamento mecânico, chegou à conclusão que com a eliminação do enfeixamento das canas, decorrente do novo sistema, houve uma diminuição de 28 a 30% em relação ao custo do corte da cana enfeixada e carregada manualmente.

Por essas razões, o processo de carregamento mecânico apresentou grande incremento no Centro-Sul do país. Iniciado na segunda metade da década de 50, nas lavouras próprias das usinas do Estado de São Paulo, com máquinas importadas, hoje as carregadoras são de fabricação nacional e utilizadas inclusive por pequenos fornecedores. As fábricas de carregadoras, localizadas em Piracicaba e Ribeirão Preto, abastecem todas as regiões canavieiras do país e a produção acumulada das duas firmas já superou 2.000 unidades, até a presente data *.

D'APICE, 1969 (9) encontrou que o volume de produção que satisfazia a condição de igualdade entre os custos unitários de carregamento manual e mecânico, em valores da época, situava-se ao redor de 6.223 toneladas de cana. O emprego de carregadoras era aconselhável quando a colheita fosse superior a 6.100 toneladas anuais. Hoje em dia, muitos pequenos fornecedores possuem máquina carregadora, trabalhando para si e para vizinhos.

Entretanto, o processo de transformação não foi simples nem fácil, principalmente no que diz respeito aos fornecedores, face a certas peculiaridades do corte e da própria natureza da operação do carregamento mecânico.

* Informação fornecida por Motoçana S/A Máquinas e Implementos Agrícolas e Santal Comércio e Indústria Ltda.

1.1.1 - O processo do carregamento mecânico

O carregamento mecânico é feito com o emprego da máquina carregadora montada geralmente na parte trazeira de um trator de 60-70 CV, ao qual se adaptou um sistema de marchas invertido.

Na estrutura da carregadora, duas são as peças mais importantes para a operação de carregamento:

- a) o rastelo, feito de chapas de aço e localizado à frente das rodas motoras do trator, serve para o enleiramento das canas;
- b) a garra, também feita em chapa de aço, dispõe de movimento em pinça para apanhar as canas e está montada na ponta de um mastro de tubos de aço.

Todo o conjunto é preso num chassis, geralmente uma viga dupla de aço em U, que se prende ao chassis do trator. Um sistema hidráulico opera a direção do trator e comanda o movimento das peças de ação, através de pistões.

Quando se faz o carregamento mecânico, geralmente o canavial é queimado antes do corte, para que as canas fiquem livres da palha. O operário corta o colmo pela base junto ao solo e depois a ponta, separando o palmito com as folhas. Deita, em seguida, a parte industrializável do colmo sobre o solo, em direção perpendicular à linha de plantio. As canas cortadas formam uma leira contínua. Quando o rendimento do canavial é elevado, a altura da leira permite que a garra da carregadora apenas apanhe as canas e deposite-as sobre o caminhão. Quando a produção agrícola é baixa, a leira é formada de poucas canas e a carregadora tem de amontoá-las com o rastelo

para que a garra possa apanhá-las. Muitas vezes, o operador costuma arrastar as canas que sobram de um monte, para juntá-las ao monte seguinte.

1.1.2 - Implicações do carregamento mecânico

Certa quantidade de matéria estranha, constituída de palha, folhas verdes e secas semi-carbonizadas, pontas com palmi - tos, raízes, terra, etc, é carregada juntamente com as canas. A menor incidência dessa matéria estranha depende em grande parte da habilidade do operador da carregadora e da fiscalização da operação de corte. Entretanto, admitindo-se a cana carregada manualmente como padrão de limpeza, mesmo observando um cuidado especial no trabalho mecanizado, é inevitável um acréscimo de matéria estranha.

Por essa razão, as usinas que introduziram o carregamento mecânico tiveram que adotar a prática da lavagem das canas antes do processo de fabricação, implicando isso em grandes e onerosas instalações, antes inexistentes. Enquanto o carregamento mecânico se limitou às lavouras das usinas, os usineiros consideraram o custo da lavagem como ônus do próprio negócio, compensado pelas vantagens econômicas que traziam à parte agrícola. Mas, quando a mecanização foi adotada pelos fornecedores, grandes controvérsias foram suscitadas pelas usinas recebedoras. Passaram a descontar percentagens arbitrárias sobre o peso, quando as canas entregues eram carregadas mecanicamente, aludindo ao Artigo nº 22 da Resolução nº 109/45 do IAA, de 27/6/45, que diz textualmente: "A cana fornecida deverá ser fresca, madura, convenientemente limpa e despalhada".

Na Resolução nº 2007, de 22/5/68, Artº 8º, parágrafo 1º, o IAA disciplinou o referido desconto, arbitrando-o em 4% sobre o preço-base regional, desde que a usina fizesse amostragem manual para o pagamento pelo teor de sacarose. Essa Resolução foi revogada pelo Plano de Safra de 1970/71 (Resolução nº 2038, de 30/4/70). Os usineiros não se conformaram com a decisão, alegando que a matéria estranha incide não somente sobre o peso da cana comprada, mas deteriora o processo industrial, causando prejuízos à maquinaria e diminuindo a recuperação do açúcar.

1.2 - Objetivos do estudo

Tendo em vista a situação anteriormente exposta e a inexistência em nosso meio de qualquer trabalho científico de determinação da matéria estranha decorrente do carregamento mecânico, o presente estudo visa contribuir para o conhecimento do problema.

Assim sendo, dois objetivos específicos se destacam:

- 1) o de obter-se uma avaliação, com fundamento estatístico, da quantidade aproximada de matéria estranha contida na cana-de-açúcar atualmente entregue às usinas, de acordo com o processo de carregamento empregado;
- 2) analisar os fatores mais importantes que influem no processo de carregamento e determinam a maior ou menor incidência da matéria estranha.

1.3 - Importância do estudo

Do ponto de vista prático, os resultados do presente estudo poderão servir para orientar:

- 1) os legisladores, órgãos normativos governamentais e as próprias usinas, na formulação de descontos razoáveis, porventura necessários, para disciplinar o fornecimento de cana-de-açúcar carregada mecanicamente;
- 2) os responsáveis pela operação de carregamento mecânico, nas medidas mais adequadas e práticas, que permitam minimizar a incidência de matéria estranha;
- 3) os engenheiros projetistas de máquinas no estudo das modificações que devem ser introduzidas nas carregadoras, a fim de tornar o seu trabalho mais perfeito.

1.4 - Limitações do estudo

Sendo o problema muito complexo e extenso, inúmeras limitações poderão surgir no presente trabalho, que desde já serão mencionadas e justificadas:

1.4.1 - Limitações na extensão da amostragem

Estando em funcionamento 87 usinas no Estado de São Paulo, que operam quase 35 milhões de toneladas de cana, representando mais de 3.500.000 veículos carregados, torna-se impraticável um número ideal de amostras para que os resultados representem fielmente o universo. Entretanto, tendo em vista a pouca variação do sistema de carregamento mecânico adotado no Estado, considera-se válido o número de determi

nações feito em apenas 3 usinas estrategicamente distribuídas, a saber:

- a) existem apenas duas marcas de carregadoras, as duas semelhantes do ponto de vista orgânico e operacional;
- b) os solos, utilizados com a cultura canavieira, variam pouco quanto à composição física, sendo desprezíveis as áreas de hidromorfos muito argilosos e os regosolos muito arenosos. Acredita-se terem as amostras ao acaso atingido uma variação representativa;
- c) as variedades de cana atualmente cultivadas também não apresentam diferenças muito marcantes em seu aspecto vegetativo, no que diz respeito a quantidade de folhagem, palhiço, etc.

1.4.2 - Limitações de caráter analítico

O estudo se limitou aos aspectos agrícolas, não pesquisando os efeitos industriais causados pela matéria estranha. Não implica isso em ignorar os prejuízos causados dentro da fábrica. Entretanto, o aumento de custo de produção ocasionado pela matéria estranha que entra na usina é coberto pelo preço do açúcar fixado pelo Governo, com base nos levantamentos anuais de custo de produção industrial. Certamente, o preço é remunerativo e engloba de forma geral os custos de operação com a atual matéria prima de qualidade inferior.

CAPÍTULO 2

R E V I S Ã O D A
L I T E R A T U R A

Não foi possível encontrar no vernáculo trabalho científico sobre a determinação da quantidade da matéria estranha que acompanha as canas entregues às Usinas. Mesmo em outros países, onde a prática da mecanização é mais intensiva e antiga, a bibliografia específica relacionada com o carregamento mecânico não é tão numerosa como se poderia esperar. Em geral, os trabalhos se preocupam com os resíduos vegetais, decorrentes da queima imperfeita dos canaviais e com o trabalho das máquinas colhedoras combinadas, isto é, que cortam e carregam numa só operação.

HUMBERT & PAYNE, 1960 (18), estudaram no Haváí o efeito da colheita de cana em tempo chuvoso e chegaram à conclusão de que as chuvas conduzem à queima imperfeita dos canaviais e em consequência de um excesso de matéria estranha levada à usina. Devido a esse problema, a aparelhagem de lavagem das canas na fábrica precisa ser dimensionada com maior capacidade, o que aumenta o investimento de capital. O aumento da parte fibrosa da matéria estranha conduz a uma redução na extração e, conseqüentemente, a uma diminuição na capacidade de moagem. As quantidades adicionais de solo produzem um desgaste extra nos rolos das moendas, esteiras condutoras, bombas de caldo e encanamentos, aumentando em muito os custos de manutenção da fábrica. Aumentam os problemas de clarificação, necessitando-se maiores disponibilidades de capital para ampliar a capacidade do seu estágio. A matéria estranha causa o abaixamento da pureza do caldo, diminui a recuperação geral do açúcar e aumenta a quantidade de material de baixa qualidade que tem de ser manuseado. Finalmente, os detritos vegetais e o solo, por afetar adversamente a qualidade do açúcar, aumentam os custos de refinação.

HUMBERT, 1963 (17), fazendo uma revisão geral sobre o problema da matéria estranha na colheita da cana-de-açúcar, estimou no Havaí em 10% a perda de sacarose contida na cana, por causa da moagem de excesso de matéria estranha. Em estimativas feitas nas usinas, calculou-se que o Havaí perde 22 milhões de dólares anualmente, sem contar a perda de açúcar no melaço, sendo 13 milhões de dólares no manuseio de campo e o resto na fábrica, principalmente na extração. Outra estimativa independente dos custos diretos resultantes da cana suja mostrou uma perda de US\$11,02 por tonelada de açúcar produzido, sendo que o "push-rake" * e o "grab-loader" ** são responsáveis por 90% da matéria estranha trazida às usinas. O autor chega a conclusão que 10% de resíduo vegetal no peso líquido de cana causa 1,5% de decrescimento na extração, se a relação de moagem é mantida constante, 1% de redução na pureza média do caldo e 0,75% de redução no açúcar recuperado. Por sua vez, PAYNE & RHODES, 1965 (23), realizando amostragem pelo método direto do "core sampling" nos carregamentos de cana no Havaí, encontraram uma média de 35% de matéria estranha nas canas entregues para moagem.

BIRKETT, 1965 (2), em estudo executado na Guiana, dividiu a cana colhida em: cana limpa, pontas e palhiço. Em tempo chuvoso alguma quantidade de terra também acompanha esse material. Cana limpa é constituída pelos colmos maduros, ou mais ou menos maduros, livres de pontas e palhiço. Na realidade, cana absolutamente limpa não existe. Conceitualmente ela é representada pelo material mais limpo que praticamente é possível de ser obtido. As pontas constituem a parte menos madura do colmo, acima da primeira bainha verde, que é despresada pela operação de corte. O palhiço é cons-

* Máquina cortadora-enleiradora usada no Havaí.

** Máquina carregadora usada no Havaí.

tituido pela palha seca e aderente ao colmo. Às vezes certa quantidade de palha solta é entregue junto com as canas em razão do trabalho imperfeito das máquinas. Segundo este autor, o palhiço inibe a extração, absorve sacarose, faz a moenda patinar e aumenta o desgaste. Por amostragem, o autor encontrou a seguinte composição da matéria-prima: 84% de cana limpa; 11% de pontas e 5% de palhiço; este último com uma variação de 2 a 30%.

CHURCHWARD, 1965 (5), destacou o impacto da mecanização na qualidade da matéria prima entregue à fabricação na Austrália. Considera ele que por muitos e muitos anos a cana foi bem cortada manualmente; o solo aderente e as raízes eram removidas; o corte das pontas feito cuidadosamente; as canas mortas e imaturas descartadas e um carregamento limpo e bem feito, enviado às usinas. Tal cana, de alto padrão, parece constituir um invencível desafio às máquinas de colheita. Analisando o trabalho das carregadoras existentes na Austrália, Churchward considera que as máquinas montadas na frente do trator são mais indicadas para os pequenos fornecedores, sendo, entretanto, o seu principal inconveniente a maior incidência de terra nas canas carregadas.

MAYORAL & VARGAS, 1965 (20), analisando os efeitos do carregamento mecânico, em Porto Rico, encontraram como principais componentes da matéria estranha, nas canas daquele país, as folhas verdes ou secas, pontas, solo, pedras, chupões, - isto é - brotos tenros e imaturos da base da touceira, etc. Os danos mais importantes que esse material causa à fabricação se localizam nas facas, nos rolos da moenda e nas bombas de caldo, ocasionando maior desgaste, além de maior perda de açúcar no bagaço, na torta de filtro e no mel final. A variação da incidência de matéria estranha

depende do local de origem das canas e das condições climáticas. Apresentam eles as determinações de matéria estranha na Usina Mercedita anotadas na Tabela 1.

Tabela 1. Dados comparativos da matéria estranha em canas moídas durante as safras de 1958 a 1964. Usina Mercedita

Safras	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
Pes. bruto canã mil ton.	510	760	780	800	730	730	710
% carreg mecânico	44%	56%	64%	75%	74%	79%	81%
Det.mat. estranha	874	903	957	982	924	988	1193
% matér. estranha	7,0	8,4	7,8	8,9	9,4	8,8	8,9
Max. % mat.estr	21,9	35,0	26,8	39,2	42,2	46,6	40,3
Max.%ter e pedras	12,4	14,6	20,5	15,4	22,6	26,9	14,8

WADDELL & PRICE, 1965 (29), estudaram o problema da colheita mecânica na Austrália, onde 92% das canas são cortadas à máquina e a totalidade das mesmas é carregada mecanicamente. Eles consideram que a presença de palha e folhas verdes nos veículos transportadores é consequência principalmente da queima imperfeita, quando a cana está imatura, ou de períodos chuvosos. O prejuízo da palha no processo de fabricação estaria na decorrência principalmente do seu elevado conteúdo de fibra, cinzas e impurezas solúveis, bem como, o seu volume elevado dificultaria a alimentação das moendas e absorveria caldo durante a moagem, aumentando, em

consequência, as perdas de açúcar no bagaço. As pontas seriam mais uma resultante da desatenção do cortador e da inadequada deposição das mesmas com relação a leira de cana cortada. A presença do solo seria verdadeiramente a principal consequência do carregamento mecânico. Sua incidência depende em primeiro lugar da habilidade e atenção do operador da máquina carregadora e, em segundo lugar, das condições de sua umidade. Outras matérias estranhas podem aparecer, tais como, madeira, ferro, pedra, etc, mas são decorrentes de condições fortuitas e anormais.

CLAIRE, 1966 (6), na Austrália, sugeriu o processo de picagem das canas inteiras na usina, em pequenos pedaços, que seriam revolvidos em tambores, antes da moagem, para impedir a entrada de excesso de matéria estranha na fabricação. Ele considera que a terra e a areia são os constituintes mais pesados e mais indesejáveis. A operação permitiria a repesagem e avaliação da matéria estranha dos carregamentos em geral e o desconto em bases mais realísticas do que o em uso, que se baseia na avaliação visual. Aparentemente, a sua sugestão não foi utilizada. Posteriormente, o emprego das colhedoras combinadas que picam e ventilam a cana no ato da colheita, em grande uso atualmente na Austrália e em diversas regiões do mundo, incorporam, até certo ponto, o princípio preconizado por Claire.

Outro processo de melhoria da avaliação da terra, componente da matéria estranha nas canas, foi estudado na Austrália por JONES, 1966 (19). Consiste em método analítico para controle de qualidade em laboratório, em que a coloração de uma amostra de canas retiradas da esteira elevadora na usina é comparada com a coloração de amostras-padrões, com conteúdo de solo pré-determinado. A amostra cujo teor de terra se deseja conhecer é queimada em mufla a 650-750°C. A cinza

resultante sofre tratamento químico e sua cor é comparada com os padrões. Esse sistema sofreu críticas e aparentemente não chegou a ser adotado.

BETANCOURT, 1967 (1) , em Cuba, apresentou um dos poucos trabalhos relacionados especificamente com a determinação de matéria estranha nos diversos processos de colheita da cana-de-açúcar. Foram feitas 1.210 determinações em todas as 152 usinas do país, representando os sistemas de "corte e carregamento manual", "corte manual e carregamento mecânico" e "corte e carregamento mecânico" (combinada). O total geral da matéria estranha representou 4,19%, distribuindo-se da seguinte forma:

- a) Pontas - constituindo a parte superior do colmo da cana em que se encontram os entrenós em formação e a gema terminal envolvida pelas bainhas e folhas. No geral, representou 1,5% da matéria estranha.
- b) Chupões - são os brotos de poucos meses de idade, que podem ter ou não alguns entrenós tenros, geralmente com muito pouco açúcar aproveitável e representou 0,35%.
- c) Canas secas - os colmos mortos pelo ataque de pragas ou enfermidades, por velhice ou por dano mecânico, representou 0,36%.
- d) Palha e folhas - as folhas secas e suas bainhas, que vão se despreendendo naturalmente durante o crescimento da cana, assim como, as folhas cortadas pelos operários que as retiram do colmo antes de jogá-lo na leira de cana, representou 1,74%.

- e) Terra, pedra, etc - a terra, pedra, areia, paus e , em geral, todo resíduo alheio à planta, assim como raízes subterrâneas ou aéreas, representaram 0,24%.

No que diz respeito ao tipo de colheita, a matéria estranha estava assim distribuída em percentagem de matéria estranha no total de cana:

Colheita	Manual	Combinadas	Carregadoras	Total
Toneladas	1.940,00	303,81	3.588,33	5.847,79
Nº Determinações	373	79	756	1.210
Usinas	111	42	150	152
Pontas (%)	1,13	6,64	1,27	1,50
Chupões (%)	0,29	0,21	0,39	0,35
Canas secas (%)	0,24	0,19	0,45	0,36
Palha e folhas (%)	1,27	3,94	1,82	1,74
Terra, etc (%)	0,10	0,19	0,31	0,24
%total da matéria estranha	3,03	11,17	4,24	4,19

FERNÁNDEZ, 1967 (13), analisando em Cuba o problema da matéria estranha causado pelo carregamento mecânico, nas safras de 1963/64/65, mostrou que a terra principalmente, é o componente que mais interfere nos cálculos de laboratório, pelos erros que podem causar aos atuais métodos de análise e contabilidade. Os seus componentes insolúveis dão um falso

Brix na determinação areométrica. O autor toma como exemplo o controle de fabricação da Usina "Carlos M. de Céspedes" , na Província de Camaguey, onde 59% das canas são carregadas à máquina. Na safra de 1965 a usina manipulou 258.796 toneladas de caldo misto consignando um erro de 0,41% em excesso, devido a 1.060,9 toneladas de sólidos insolúveis que não foram detectados no laboratório de controle, induzindo a uma aparente baixa recuperação do pol entrado na fábrica.

COCHRAN & CLAYTON, 1968 (8) , na Luisiana, definiram matéria estranha como qualquer material que não contribui para a produção de açúcar recuperável e pode afetar adversamente a operação da usina, reduzindo o coeficiente de extração , baixando as purezas do caldo misto e final, aumentando os requisitos de força e custos de manutenção, proporcionalmente à tonelagem de cana esmagada.

Os autores, citando dados de Keller & Schaffer, aceitam que 1% no aumento de matéria estranha eleva em 2,75% a fibra final, incrementa os requisitos de força na moenda em 2,86% por tonelada de cana e causa uma redução na extração de 0,41%. Economicamente, 1% de matéria estranha prejudica a usina no mínimo em 1,85% do valor da cana moída.

DEACON, 1968 (10), analisando o trabalho da combinada "Cary Combine Harvester" na Trinidad, encontrou para a safra de 1964, a média de 8% de matéria estranha. Já na safra seguinte a máquina foi redesenhada para diminuir a entrada de sujeira e a percentagem caiu para 3%. O corte das pontas foi tão bom que a cana colhida era mais limpa do que a cortada e carregada à mão. Na Trinidad a média geral de matéria estranha está em 5%.

NICHOLS, 1968 (22), também na Trinidad, discorda da maioria dos autores. Em trabalho experimental, demonstrou que as folhas introduzidas como matéria estranha retêm menos açúcar do que o bagaço normal, não causando, portanto, o prejuízo de maiores perdas no açúcar recuperado, mas tão somente obrigando a maiores gastos de transporte e processamento como matéria inerte.

ESTEVES, 1968 (11), em Porto Rico, analisando dois modelos de cortadoras Australianas, que cortam canas inteiras e depositam-nas sobre o terreno para serem carregadas posteriormente, recomenda para maior limpeza:

- a) a queima do canavial antes do corte;
- b) o uso de cortadoras que cortem as pontas eficientemente;
- c) a separação das pontas, folhas e palha para evitar contaminação com a cana;
- e d) depositar a cana cortada sobre o terreno em montes que serão levantados sem o uso do rastelo da carregadora.

GAUNT & ZAGORSKI, 1968 (15), da Austrália, fizeram considerações interessantes sobre o problema da limpeza. Existem graus de limpeza na cana. O material vegetal das folhas parece um mal, comparativamente, porém, não causa dano. As raízes e canas mortas são menos aceitáveis e difíceis de separar. Podem, entretanto, ser minimizadas pelos cuidados na colheita e durante o cultivo. A cultura de 2 a 3 anos não é compatível com a colheita mecânica. Terra e pedras são um problema à parte. A colhedora-picadora auto-carregável, se operada normalmente com cuidado e habilidade, por ser dotada de ventiladores para a limpeza das canas, é capaz de produzir matéria-prima mais livre de solo do que qualquer outro sistema de corte e carregamento. De qualquer forma, está fora da realidade esperar que a cana colhida

mecanicamente seja tão limpa e polida como o feixe de canas despalhadas e cortadas à mão. Este é um padrão anti-econômico de perfeição.

WILLIAMS et alii, 1968 (30), em simpósio sobre o assunto realizado na Jamaica, discutiram a operação de carregamento mecânico realizada por máquinas que amontoam as canas antes de carregar e, comparando-as com as máquinas sem rastelo, Toft Hydroload, chegaram à conclusão de que:

- 1) o sistema sem rastelo produz cana mais limpa. Apanha, porém, mais sujeira nos solos arenosos em condições secas, mas sua quantidade é desprezível;
- 2) com solo úmido e matéria estranha homogeneamente distribuída, apenas a sujeira que está no monte é apanhada pela máquina sem rastelo, enquanto que o rastelo proporciona a inclusão de sujeira durante a operação em todo o comprimento da leira;
- 3) em solos arenosos e úmidos o rastelo movimenta a cana contra os tocos da touceira e levanta as raízes, juntando-as ao monte;
- 4) em solos úmidos, frequentemente a sujeira e a cana ou raízes de ervas daninhas são apanhadas pelas pontas das garras. Isso pode ser evitado no tipo de carregadora com rastelo, fazendo montes grandes com o mesmo e levantando um pouco o rastelo antes de fechar a garra; e

- 5) canas tombadas e enraizadas, a menos que sejam apanhadas e limpas manualmente, conduzirão a excesso de matéria estranha nos dois tipos de carregadoras.

MORALES, 1969 (21), em Porto Rico, analisou minuciosamente o efeito da matéria estranha na fábrica, em aspetos na maioria já mencionados por outros autores. Ele destaca a necessidade de um investimento adicional para contrabalançar a matéria estranha no montante de um dolar por tonelada de cana moída.

SAMUELS, 1969 (25), considera a composição média da cana-de-açúcar em Porto Rico, na base de peso-seco aos 12 meses, como sendo a seguinte:

Cana moível	49%
Pontas verdes	9%
Palhas	25%
Tocos	4%
Raízes	13%

A percentagem das pontas em relação ao peso total varia com a idade da planta e com a variedade. Alguns dados estão anotados na Tabela 2.

Tabela 2. Percentagem entre as pontas da cana e a planta toda em relação a sua idade.

Variedade	% pontas para a planta toda	Idade em meses
P.R. 980	21,4	12
P.R. 980	13,8	16
B 42231	10,8	16
P.R. 1013	13,0	16
P.R. 1016	14,0	16
P.R. 1048	17,0	16
P.R. 1117	17,2	16
P.R. 62258	17,3	16
P.R. 1085	18,1	16
P.R. 1248	20,0	16
P.R. 1028	23,1	16
P.R. 1059	30,1	16
Média	17,8	16

Essa alta percentagem de matéria estranha de origem vegetal, em condições úmidas, pode conduzir a elevadas percentagens de pontas moídas com a cana.

O solo é constituinte importante na matéria estranha. Em 1969, estudos levados a efeito pelo Departamento de Engenharia Agrícola do Colégio de Ciência Agrícola da Universidade de Porto Rico, mostraram que a cana cortada à mão e carregada mecanicamente apresenta até 24% de matéria estranha, provando que se a carregadora não é usada corretamente, ou o é em condições climáticas úmidas, pode conduzir a elevadas percentagens da matéria estranha. Os resultados foram os seguintes:

	cortada à mão	cortada à máquina
Cana moível limpa%	76	60
Matéria estranha %:		
canas amassadas	14	12
pontas e folhas secas	8	22
solo e raízes	2	6

GRAHAM, 1970 (16), estudando as medidas adotadas na Austrália para impedir o excesso de matéria estranha, relatou o sistema de multa e bonificação aplicado naquele país, onde os veículos de entrega são amostrados durante toda a safra. Abaixo de 3% não há multa. A usina paga uma bonificação, no final da safra, a razão de 5 centavos por tonelada de cana para cada 1% a menos de 3% de matéria estranha. A usina faz uma dedução no pagamento final, a razão de 10 centavos por tonelada de cana para cada unidade percentual de matéria estranha acima de 3% na cana entregue.

Além de ter o direito de impor multas sobre as canas com alto conteúdo de matéria estranha, as usinas podem: a) suspender o recebimento de cana até que o fornecedor a tenha limpado; b) devolver o carregamento (se já tiver recebido) e suspender outros recebimentos até que a cana esteja limpa; c) receber, limpá-la às expensas do fornecedor; e d) enquanto o caminhão estiver retido pela causa anterior, o usineiro poderá fazer uma redução correspondente na quota de entrega diária e o fornecedor em falta não terá, daí por diante, nenhum direito a maior número de caminhões para compensar o atraso.

Neste ano o CENTRAL CANE PRICES BOARD, (3) , fixou novos padrões de matéria estranha, aceitáveis sem desconto, para cana colhida pelas combinadas-picadoras, em algumas usinas da Austrália, baseando-se na média das entregas dos últimos 6 anos. Expressas em termos de percentagens, a matéria estranha permissível é a seguinte:

Hambleton	3,4%
Goond	3,8%
Macknade	3,6%
Victoria	3,1%

CLAYTON & WHITEMORE, 1971 (7) , estudaram a situação na Flórida, concluindo: de 1964 a 1970 a percentagem média de matéria estranha foi de 5,3% para a cana colhida à mão e de 13,0% para a cana colhida mecanicamente. O teor de matéria estranha é maior no começo da safra quando as canas não estão maduras. No final de safra aumenta a quantidade de chupões.

FANJUL, 1971 (12), cita para a Luisiana, na safra de 1970/71, 4,9% de matéria estranha na cana cortada à mão e 7,5% na cana cortada à máquina. Entretanto, esta última pode ser duas a três vezes maior do que a primeira. SYMES, 1972 (27), considera o sistema de colheita mecânica em duas operações, isto é, corte e tombamento das canas sobre o chão e depois o seu carregamento, como conduzente a maior quantidade de matéria estranha, porque a amontoa das canas adiciona terra às mesmas.

FORS, 1972 (14) , estudando a colheita mecanizada no México, classifica a matéria estranha, comumente referida em inglês como "trash", em:

Matéria estranha	Matéria vegetal	pontas
		folhas { verdes secas
		chupões ou ladrões (brotos imaturos da touceira)
		raízes { adventícias subterrâneas (arrancadas)
		pedaços de madeira
	Matéria mineral	solo { aderido às raízes solto
		pedras areia poeira
		pedaços de metal

No corte manual de cana-crua os principais componentes da matéria estranha são folhas verdes ou secas e quantidades mínimas de pontas e chupões. No corte manual de cana queimada, se o cortador é eficiente, a matéria-prima entregue pode ser tão limpa quanto possível. Porém, com o carregamento mecânico, se o operário não é cuidadoso, muita terra se mistura à cana e termina na moenda. A quantidade de matéria estranha depende, então, da largura das ruas de cana, da presença de sulcos transversais e da umidade prevalente. Nas usinas em que o índice de carregamento mecânico permaneceu constante nos últimos 5 anos, o aumento de fibra

foi de apenas 0,08%; nas demais, foi de 2,08%. Em nenhum dos casos foi devido a variedades mais fibrosas. O sistema de corte, em que se deita a cana cortada pela base, e depois se apara as pontas no chão, tem levado ao aumento da matéria estranha, porque ficam sem cortar muitas pontas dos colmos mais curtos.

CAPÍTULO 3

M A T E R I A L

E M É T O D O S

3.1 - Material

3.1.1 Origem da matéria-prima

3.1.1.1 - Empresa produtora

Como os métodos de cultivo e carregamento não variam em seu sistema, mas somente na intensidade do seu emprego conforme a empresa produtora seja de propriedade da usina ou de fornecedor independente, foram estudadas indistintamente as canas procedentes de um ou de outro.

3.1.1.2 - Textura do solo

Foram considerados, quanto à textura, os canaviais situados em solos:

- a) com predominância da fração argila;
- b) com predominância da fração areia.

3.1.1.3 - Umidade do solo

Em plena chuva interrompe-se o transporte de canas para as usinas e as máquinas carregadoras deixam de trabalhar, só voltando a fazê-lo quando as condições de umidade do solo o permitirem. Tendo em vista a dificuldade de separação empírica entre tempo chuvoso e seco, foi levada em consideração a percentagem de umidade medida em amostra de terra retirada do local no ato do carregamento.

3.1.1.4 - Variedades de cana

Foram anotadas as variedades de cana em todas as determinações feitas.

3.1.1.5 - Produtividade

Ao ser executado o carregamento, foi avaliada a produção por unidade de área do canavial, bem como o estado das canas, se eretas ou tombadas.

3.1.1.6 - Processos operacionais de carregamento

Quanto aos processos operacionais de carregamento são aceitas as seguintes hipóteses de trabalho:

1) quanto a operação de carregamento:

Manual.....	C ₁
Mecânico (Fig. 1 a 5).....	C ₂

2) quanto ao estado das canas:

Crua.....	E ₁
Queimada.....	E ₂

3) quanto a disposição das canas:

Solta [em leira] (Fig. 1 e 2).....	D ₁
Enfeixada [em monte] (Fig. 3 e 4)...	D ₂

4) quanto ao tipo de solo onde foi efetuado o carregamento:

Arenoso.....	S ₁
Argiloso.....	S ₂

5) quanto ao estado do solo onde foi efetuado o carregamento:

Seco.....	U ₁
Úmido.....	U ₂

Cana-crua (E_1) significa a cana que foi cortada sem quei - mar.

No carregamento manual (C_1), as canas soltas (D_1) são carregadas abraçando-se um certo número delas e depositando - as sobre o caminhão através de uma escada. No carregamento mecânico (C_2), as canas soltas (D_1) no solo, dispostas transversalmente à direção do sulco, formam uma leira, sendo amontoadas com o rastelo da carregadora.

No carregamento manual (C_1), as canas são enfeixadas (D_2) com duas pontas do colmo, denominados amarrilhos, com os quais se fazem duas laçadas, uma de cada lado do feixe. No carregamento mecânico (C_2), o feixe de canas não tem amarrilhos; na realidade constituem simplesmente montes (D_2) feitos pelo cortador para facilitar o trabalho da carregadora. Dessa forma, para efeito do carregamento mecânico, D_1 significa leira e D_2 , monte.

Foi admitido que todas as combinações das hipóteses anteriores podiam ocorrer, ao se levantar ao acaso, as cargas chegadas às três usinas pesquisadas. Para as finalidades do presente trabalho os carregamentos manuais constituíram as testemunhas alternativas para comparação com o processo mecânico, visto que as canas carregadas manualmente sofrem somente o desconto dos amarrilhos, se são enfeixadas, e são, até certo ponto, consideradas padrão de limpeza.

3.1.2 - Tipos de carregamento identificados

As determinações ao acaso, realizadas nas três usinas do Estado de São Paulo, em 1971, num total de 79 amostragens, permitiram identificar apenas 19 tipos diferentes de carregamentos quanto ao processo utilizado e sua origem, dentro

das 32 hipóteses apresentadas. Esses tipos de carregamentos foram denominados tratamentos da primeira fase do trabalho e são os seguintes:

Tratamento I - $(C_1 E_1 D_1 S_1 U_2)$, carregamento manual de cana-crua, solta, em solo arenoso e úmido (uma amostra).

Tratamento II - $(C_1 E_1 D_1 S_2 U_1)$, carregamento manual de cana-crua, solta, em solo argiloso e seco (uma amostra).

Tratamento III - $(C_1 E_1 D_2 S_2 U_1)$, carregamento manual de cana-crua, enfeixada, em solo argiloso e seco (uma amostra).

Tratamento IV - $(C_1 E_2 D_1 S_1 U_1)$, carregamento manual de cana-queimada, solta, em solo arenoso e seco (duas amostras).

Tratamento V - $(C_1 E_2 D_1 S_1 U_2)$, carregamento manual de cana-queimada, solta, em solo arenoso e úmido (uma amostra).

Tratamento VI - $(C_1 E_2 D_1 S_2 U_1)$, carregamento manual de cana-queimada, solta, em solo argiloso e seco (uma amostra).

Tratamento VII - $(C_1 E_2 D_2 S_1 U_1)$, carregamento manual de cana queimada, enfeixada, em solo arenoso e seco (uma amostra).

- Tratamento VIII - ($C_1 E_2 D_2 S_1 U_2$), carregamento manual de cana queimada, enfeixada, em solo arenoso e úmido (uma amostra).
- Tratamento IX - ($C_1 E_2 D_2 S_2 U_1$), carregamento manual de cana queimada, enfeixada, em solo argiloso e seco (cinco amostras).
- Tratamento X - ($C_1 E_2 D_2 S_2 U_2$), carregamento manual de cana queimada, enfeixada, em solo argiloso e úmido (duas amostras).
- Tratamento XI - ($C_2 E_1 D_2 S_2 U_1$), carregamento mecânico de cana-crua, disposta em montes, em solo argiloso e seco (três amostras).
- Tratamento XII - ($C_2 E_2 D_1 S_1 U_1$), carregamento mecânico de cana queimada, disposta em leiras, em solo arenoso e seco (duas amostras).
- Tratamento XIII - ($C_2 E_2 D_1 S_1 U_2$), carregamento mecânico de cana queimada, disposta em leiras, em solo arenoso e úmido (cinco amostras).
- Tratamento XIV - ($C_2 E_2 D_1 S_2 U_1$), carregamento mecânico de cana queimada, disposta em leiras, em solo argiloso e seco (três amostras).

Tratamento XV - ($C_2 E_2 D_1 S_2 U_2$), carregamento mecânico de cana queimada, disposta em leiras, em solo argiloso e úmido (quinze amostras).

Tratamento XVI - ($C_2 E_2 D_2 S_1 U_1$), carregamento mecânico de cana queimada, disposta em montes, em solo arenoso e seco (duas amostras).

Tratamento XVII - ($C_2 E_2 D_2 S_1 U_2$), carregamento mecânico de cana queimada, disposta em montes, em solo arenoso e úmido (cinco amostras).

Tratamento XVIII - ($C_2 E_2 D_2 S_2 U_1$), carregamento mecânico de cana queimada, disposta em montes em solo argiloso e seco (treze amostras).

Tratamento XIX - ($C_2 E_2 D_2 S_2 U_2$), carregamento mecânico de cana queimada, disposta em montes, em solo argiloso e úmido (quinze amostras).

Tendo em vista os resultados da primeira fase e a experiência adquirida, resolveu-se em 1972 reduzir o número de tratamentos aos mais importantes, ou que necessitavam maior número de dados para interpretação. Nessa segunda fase, os processos foram realizados de forma experimental com doze repetições para cada um dos 8 tratamentos. As canas foram sempre queimadas. A umidade do solo foi analisada à parte. Introduziu-se o sistema de montes arrastados (D_3), que

se verificou ser muito comum, no caso da disposição das canas pré-amontoadas e que, até certo ponto, poderiam ter influido nos resultados da primeira fase. Assim os tratamentos foram os seguintes:

Tratamento 1 - $(C_1 D_2 S_1)$, carregamento manual de canas enfeixadas em solo arenoso.

Tratamento 2 - $(C_1 D_2 S_2)$, carregamento manual de canas enfeixadas em solo argiloso.

Tratamento 3 - $(C_2 D_1 S_1)$, carregamento mecânico de canas dispostas em leiras, em solo arenoso.

Tratamento 4 - $(C_2 D_1 S_2)$, carregamento mecânico de canas dispostas em leiras, em solo argiloso.

Tratamento 5 - $(C_2 D_2 S_1)$, carregamento mecânico de canas dispostas em montes, em solo arenoso.

Tratamento 6 - $(C_2 D_2 S_2)$, carregamento mecânico de canas dispostas em montes, em solo argiloso.

Tratamento 7 - $(C_2 D_3 S_1)$, carregamento mecânico de cana amontoadas, com arraste das sobras dos montes, em solo arenoso.

Tratamento 8 - ($C_2 D_3 S_2$), carregamento mecânico de cana amontoada com arraste das sobras dos montes, em solo argiloso.

3.1.3 - Tipos de máquinas carregadoras

Nos processos de carregamento mecânico foram usadas, indiferentemente, as carregadoras de fabricação Motocana e Santal, que organicamente são muito semelhantes.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Metodologia da pesquisa

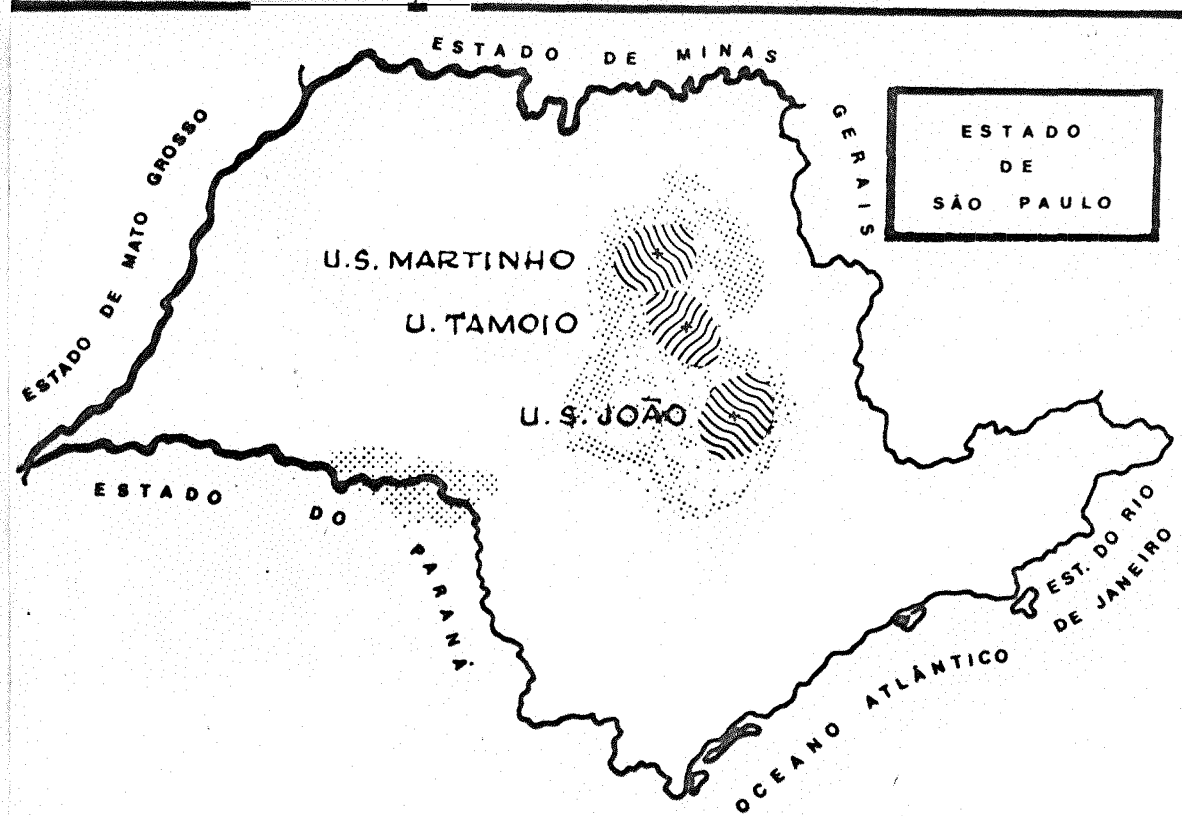
Foi dada à metodologia da pesquisa dois tipos de enfoque:

- a) determinação da faixa de frequência da percentagem de matéria estranha que presentemente ocorre nos carregamentos de cana entregues à moagem; e
- b) mensuração da amplitude de variação dos efeitos, condicionando a variação das causas.

No primeiro caso, usou-se o método de levantamento ao acaso, tomando-se como amostra veículos de entrega de cana em três usinas do Estado de São Paulo: Usina São João, em Araras, Usina Tamoio, em Araraquara e Usina São Martinho, em Pradópolis. Essas usinas foram escolhidas, por representarem bem as regiões em que se situam, utilizando os diversos tipos de carregamentos usados no Estado e empregando balanças de alta sensibilidade e fidelidade. Além disso, apresentavam boas condições para a realização do trabalho. Anotou-se todos os dados sobre a origem da matéria-prima e o pro -

cesso de carregamento usado, conforme o anteriormente ex-
posto. A execução dessa parte foi feita no decorrer da sa-
fra de 1971/72.

GRAFICO Nº 1 - LOCALIZAÇÃO DAS USINAS ESTUDADAS



A partir dos elementos e informações obtidos no primeiro enfoque, foi possível desenvolver um trabalho de cunho experimental, em que os processos de carregamento foram pré-determinados e fiscalizados. Dessa forma, os fatores de variação foram, até certo ponto, limitados, permitindo-se maior confiança na análise dos resultados. Este trabalho foi realizado no decorrer da safra de 1972/73, na Usina São João, tendo em vista não se ter encontrado diferença nos resultados, entre locais, na primeira fase.

3.2.2 - Definição da matéria estranha

Tendo em vista as condições específicas da operação de carregamento da cana-de-açúcar executada no Estado de São Paulo e as finalidades do presente trabalho, define-se a matéria estranha como:

"o material destacado do colmo pela operação de corte ou sem nenhuma identidade com a planta, que é recolhido com as canas na operação de carregamento e enviado indevidamente à usina".

3.2.3 - Classificação da matéria estranha

Essa matéria estranha pode ser de origem:

- vegetal, ou sejam, raízes, folhas soltas, secas ou verdes; pontas com folhas presas ao palmito; colmos secos; rebentões em crescimento totalmente imaturos, também denominados chupões; detritos orgânicos semi-decompostos ou semi-carbonizados; ervas daninhas; pedaços de madeira, etc.

- mineral, ou seja, solo em seus componentes: argila, limo, areia, pedras, etc, bem como fragmentos de metais, etc.

3.2.4 - Determinação da matéria estranha

- 1) Cada amostra, na qual se procedeu a determinação da matéria estranha, constituiu-se sempre da carga total do caminhão transportador. (Fig. 6 p. 52).
- 2) Na primeira parte do trabalho, quando a amostragem foi feita ao acaso, sorteava-se um número de 1 a 10. Aguardava-se na balança da usina a chegada do veículo, seguindo-se a ordem do número sorteado, o qual foi escolhido para as determinações. Na segunda fase do trabalho, após coincidirem as condições oferecidas pela área em colheita com um dos tratamentos pré-identificados, o processo de carregamento foi supervisionado, acompanhando-se a carga até a balança da usina. Nos dois casos a pesagem foi feita com uma precisão de quilo.
- 3) No barracão da usina, ao ser retirada a carga com a ponte rolante, recolheram-se as canas que se destacavam do feixe, levando-as também para a determinação.
- 4) Se o caminhão possuisse estrado em forma de mata-burro, estacionava-o sobre um encerado. Os detritos caídos sobre o encerado foram recolhidos e juntados com os detritos separados a seco.
- 5) Em seguida, o caminhão retornava à mesma balança para anotação da tara. Por dedução era obtido o peso das canas mais os cabos. Estes últimos, após todo o processo de separação da matéria estranha na usina, foram pesados em balança de menor capacidade e deduzidos também do peso das canas. O peso da matéria-prima, assim determinado, é indicado neste trabalho pelo símbolo PCS (peso da cana suja).

- 6) A carga, retirada pela ponte-rolante, foi colocada sobre um encerado e as canas sofriam uma limpeza a seco, (Fig. 7 p. 53), retirando-se manualmente os detritos aderentes ao colmo, sendo estes imediatamente colocados em sacos plásticos, tarados e hermeticamente fechados para não perder umidade e enviados à Estação Experimental de Araras para pesagem (Fig. 9 p. 55). Esses detritos eram compostos de matéria estranha de origem vegetal e mineral e são indicados neste trabalho pelo símbolo DS (detritos secos).
- 7) Em seguida, as canas foram lavadas em tanques contendo aproximadamente mil litros de água limpa, dentro dos quais se colocava um estrado de madeira para que eles não tocassem o fundo (Fig. 7 e 10 p. 53 e 56).
- 8) Periodicamente, um operário passava a peneira na superfície da água, retirando as impurezas leves e colocava-as em saco destinado exclusivamente aos detritos úmidos. Na Estação Experimental de Araras, esses detritos foram secados até atingir aparentemente a umidade inicial, para então serem pesados. Foi admitido que esses detritos eram compostos exclusivamente de matéria estranha de origem vegetal. Eles são indicados neste trabalho pelo símbolo DU (detritos úmidos).
- 9) Feita a operação de lavagem, as canas foram colocadas sobre os cabos de aço, o feixe reconstituído e levado pela ponte-rolante diretamente para moagem.
- 10) Os detritos recolhidos no tanque de lavagem sofreram uma decantação forçada (Fig. 11 p. 57), adicionando-se sulfato de alumínio e leite de cal até o pH 9*. O peso do pre

* O peso do precipitado decorrente da adição de sulfato de alumínio e leite de cal, foi determinado experimentalmente em laboratório e, em cada caso, de acordo com as quantidades gastas, foi deduzido das determinações.

citado de sulfato de alumínio era posteriormente decantado, segundo indicado mais adiante.

11) Após a decantação, a água limpa foi retirada por sifonagem (Fig. 12 p. 58) e o lodo (Fig. 13 p. 59) recolhido em baldes plásticos de 60 litros, forrados internamente por sacos plásticos, que foram amarrados para impedir o transbordamento durante o transporte, e remetidos à Estação Experimental de Araras, para serem secos em forno aberto (Fig. 14 p. 60). Esse resíduo é indicado neste trabalho pelo símbolo P_1 .

12) De cada canal onde foi feito o carregamento, retirou-se com trado, amostra de solo composta dos primeiros 12 cm de profundidade, acondicionando-se em embalagem impermeável e etiquetada, para a determinação da umidade e composição granulométrica.

13) Na Estação Experimental de Araras, o material de origem vegetal foi secado ao ar livre (Fig. 8 p. 54), até atingir as condições prevalentes no ato da separação na usina e pesado (Fig. 9 p. 55), determinando-se DS. Os resíduos minerais foram separados por peneiragens, após o que eram pesados, determinando-se R (Fig. 8 p. 54). DS menos R representa a matéria estranha contida nesta parcela. DS menos R mais DU representa a matéria estranha de origem vegetal contida na amostra e é indicada neste trabalho pelo símbolo MEV.

$$MEV = DU + (DS - R)$$

14) O lodo, retirado dos baldes, foi seco em fornos abertos (Fig. 14 p. 60), até atingir a umidade aproximada do solo no campo e então pesado, determinando-se P_1 (Fig. 15 p. 61).

15) Posteriormente, através de cálculos o peso de toda a parte mineral foi corrigido, considerando-se a mesma percentagem de umidade prevalecente na amostra de terra retirada do campo. Esse peso é denominado P_c .

3.2.4.1 - Determinação do valor do precipitado resultante da aceleração de decantação pelo sulfato de alumínio

Foram feitas determinações diárias com os produtos químicos utilizados em cada usina.

Em laboratório:

- 1) 1.000 mg do sulfato de alumínio comercial usado nas decantações, foi diluído em 900 ml de água.
- 2) Com o leite de cal de cada usina, elevou-se o pH a 9.
- 3) Filtrou-se, com papel de filtro previamente tarado, e o que ficou retido foi seco em estufa e pesado.
- 4) As determinações foram feitas com três repetições e a média considerada como fator unitário (f) de correção para a quantidade de sulfato de alumínio que precipitou junto com o lodo na água de lavagem. O valor encontrado foi descontado do peso de lodo evaporado *.

Peso do precipitado (P_2) = Peso do sulfato de alumínio multiplicado pelo fator f .

3.2.4.2 - Determinações da umidade

Foram feitas as determinações, em laboratório, da umidade contida:

* Esse fator variou no decorrer do desenvolvimento do trabalho, de uma usina para outra, entre os valores 0,8023 e 0,8210, mostrando que provavelmente uma parte do sulfato de alumínio é solubilizado. Essa parte, portanto, se perde na água clara da decantação, que é esgotada.

- a) no solo do campo (U_s)
- b) no lodo após secagem no forno (U_f)

O processo adotado foi o de 3 amostras de cada material em cápsulas taradas, submetidas à secagem em estufa a 105-110°C, até peso constante (24 horas). A percentagem de umidade foi considerada como a média das três determinações:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{\text{Peso úmido} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \cdot 100$$

3.2.4.3 - Esquema dos cálculos de correção

- a) Cálculo da correção do peso da matéria estranha de origem mineral contida no lodo seco ao forno:

P_1 = peso do lodo após secagem no forno

P_2 = peso do precipitado (determinado em 3.2.4.1)

P = peso da matéria estranha contida no lodo

$$P = P_1 - P_2$$

Esse peso da matéria estranha contida no lodo foi reduzido às condições de umidade do campo, através do seguinte cálculo:

P_c = peso do lodo à umidade de campo

$$P_c = P \left(1 \pm \frac{d_1}{100} \right)$$

sendo d_1 = diferença, em valores absolutos, entre a umidade do solo no campo e do lodo seco ao forno.

isto é, $d_1 = U_s - U_f$ (determinado em 3.2.4.2)

Quando a umidade do solo no campo era maior que a umidade do lodo evaporado, o peso P_c é maior do que P ; no caso inverso, o peso P_c é menor do que P .

Foi admitido que P_c representava, com suficiente aproximação o peso da matéria estranha de origem mineral retirada das canas pela lavagem.

b) Cálculo da correção do peso de matéria estranha de origem mineral separada dos resíduos vegetais secos ao ar livre.

R = peso do resíduo mineral contido nos detritos orgânicos secos ao ar livre.

R_c = peso dos mesmos resíduos reduzidos à umidade do campo.

$$R_c = R \left(1 \pm \frac{d_2}{100}\right)$$

Sendo d_2 = diferença entre a umidade do solo no campo e do resíduo seco ao ar livre.

$$d_2 = U_s - U_v \quad (\text{determinado em 3.2.4.2})$$

Foi admitido que R_c representava a matéria estranha de origem mineral contida nos detritos separados a seco.

$P_c + R_c$ representam a matéria estranha de origem mineral obtida nas canas amostradas, a qual é representada pelo símbolo MEM.

$$MEM = P_c + R_c$$

Finalmente, a matéria estranha total contida na carga amos -

trada é igual a soma do material de origem mineral (MEM) e do material de origem vegetal (MEV).

$$ME = MEM + MEV$$

3.2.5 - Determinação da composição textural do solo

A mesma amostra de solo, retirada no campo, por ocasião do carregamento, foi analisada para efeito da determinação de sua composição textural, pelo método densimétrico de Bouyoucos.

Para os efeitos do presente trabalho, foram somados a areia fina à areia grossa e considerados apenas como "areia", bem como o limo à argila e considerados como "argila".

Os solos foram então divididos em duas classes:

- a) Com predominância da fração argila;
- b) Com predominância da fração areia.

A sequência dessas determinações está indicada no Gráfico nº 2.

Esquema representativo da sequência das diversas determinações

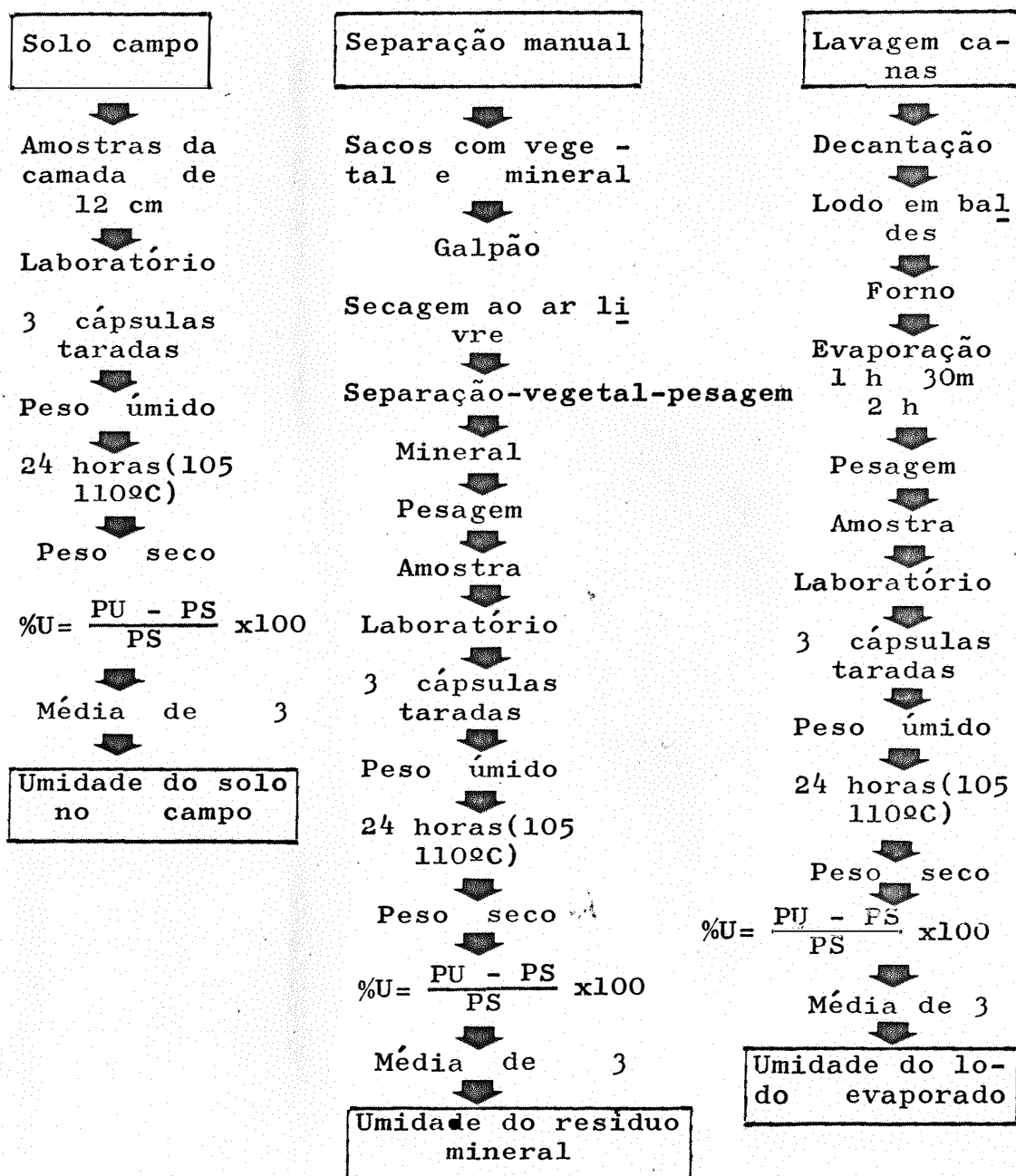


GRÁFICO Nº 2

3.2.6 - Métodos estatísticos empregados

Na primeira fase do trabalho, realizado em 1971, quando os veículos chegados à usina foram tomados ao acaso como amostra para determinação da matéria estranha, os dados sofreram as seguintes análises:

- 1) distribuição da frequência da percentagem de matéria estranha, determinação da moda e da média;
- 2) determinação da média, do desvio padrão da média e do intervalo de confiança ao nível de 90%, para cada tratamento;
- 3) comparação das médias dos tipos de carregamento efetuados (tratamentos), através da aplicação do teste t, sobre os valores percentuais transformados em ângulos, de matéria estranha.

Dos dados da 2ª fase, realizada em 1972, na qual foram escolhidos os tipos de carregamentos mais importantes e considerados como tratamentos pré-dirigidos, foram feitos os seguintes estudos:

- 1) análise de variância para delineamento inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 12 repetições. Analisaram-se os dados transformados em ângulos referentes a percentagem de matéria estranha, sendo as médias comparadas através do teste de Tukey;
- 2) calcularam-se, para cada tratamento, a média, o desvio padrão da média e o intervalo de confiança ao nível de 90%;

- 3) foi feito o estudo da regressão linear entre a percentagem de umidade do solo e a percentagem de matéria estranha, segundo a sequência analítica apresentada por PIMENTEL GOMES, 1970 (24), separando-se os tipos de solos e o estudo dentro dos tratamentos;
- 4) foram estudadas as percentagens de matéria estranha em relação às variedades de cana-de-açúcar, calculando-se a média, o desvio padrão da média, seu intervalo de confiança ao nível de 90% e a comparação das médias através do teste t, usando-se os dados transformados em ângulos.
- 5) estudou-se a regressão linear entre o rendimento agrícola (t/ha) do canavial que produziu as canas carregadas e a percentagem de matéria estranha; e
- 6) verificou-se a variação da matéria estranha com relação a forma das canas, se eretas, ou tortas provenientes de canaviais tombados, calculando-se as médias da percentagem de matéria estranha e o seu desvio padrão.

Em todos os casos, para efeito de cálculo, as percentagens de matéria estranha foram transformadas em ângulos correspondentes ($\hat{\text{ângulo}} = \text{arc sen } \sqrt{\%}$) segundo as Tabelas de Bliss, SNEDECOR, 1946 (26).



Figura nº 1. Detalhe do rastelo da carregadora mecânica. Canas dispostas em leiras contínuas. Usina São João, 1972.



, Figura nº 2. Detalhe da garra em aço conjunta com o rastelo. Canas dispostas em leiras contínuas. Carregamento efetuado na Usina São João, 1972.



Figura nº 3. Detalhe da ação conjunta da garra e do rastelo em carregamento mecânico. Canas dispostas em montes. Usina São João, 1972.



·Figura nº 4. Carregamento de canas em montes, visto de frente, mostrando o rastelo e a garra. Usi na São João, 1972.



Figura nº 5. Vista do carregamento mecânico. Usina São João, 1972.



/ Figura nº 6. Descarregamento das canas na Usina São João, em 1972, para determinação da matéria estranha.



Figura nº 7. Vista geral da separação da matéria estranha. Usina São João, 1972.



Figura nº 8. Separação de resíduos secos. Estação Experimental de Araras, 1972.



Figura nº 9. Pesagem da matéria estranha vegetal na Estação Experimental de Araras, 1972.

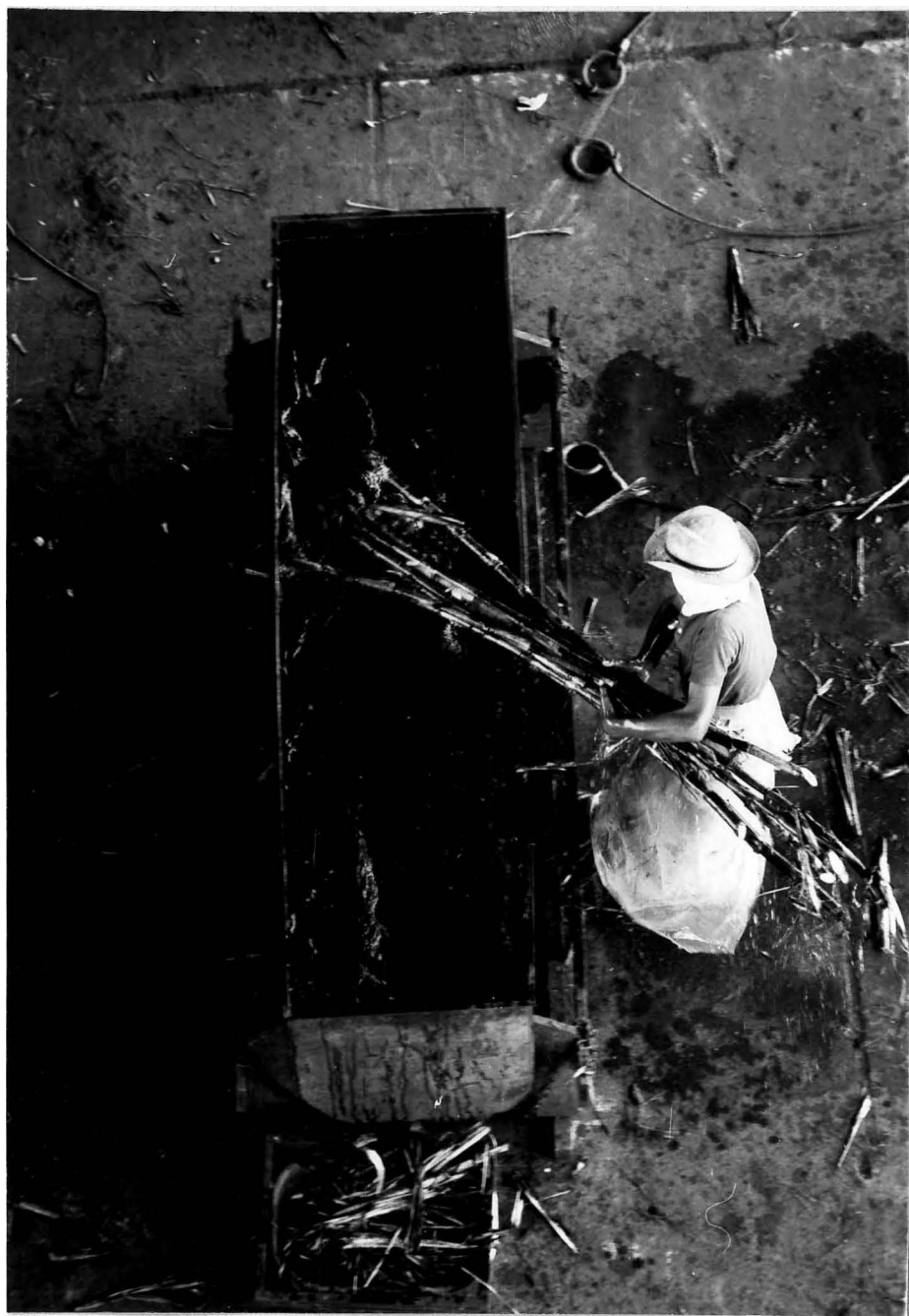


Figura nº 10. Detalhe do tanque de lavagem. Usina São João, 1972.



Figura nº 11. Decantação da matéria estranha após a lavagem dos colmos. Usina São João, 1972.



Figura nº 12. Sifonagem da água de lavagem para a separação do lodo. Usina São João , 1972.

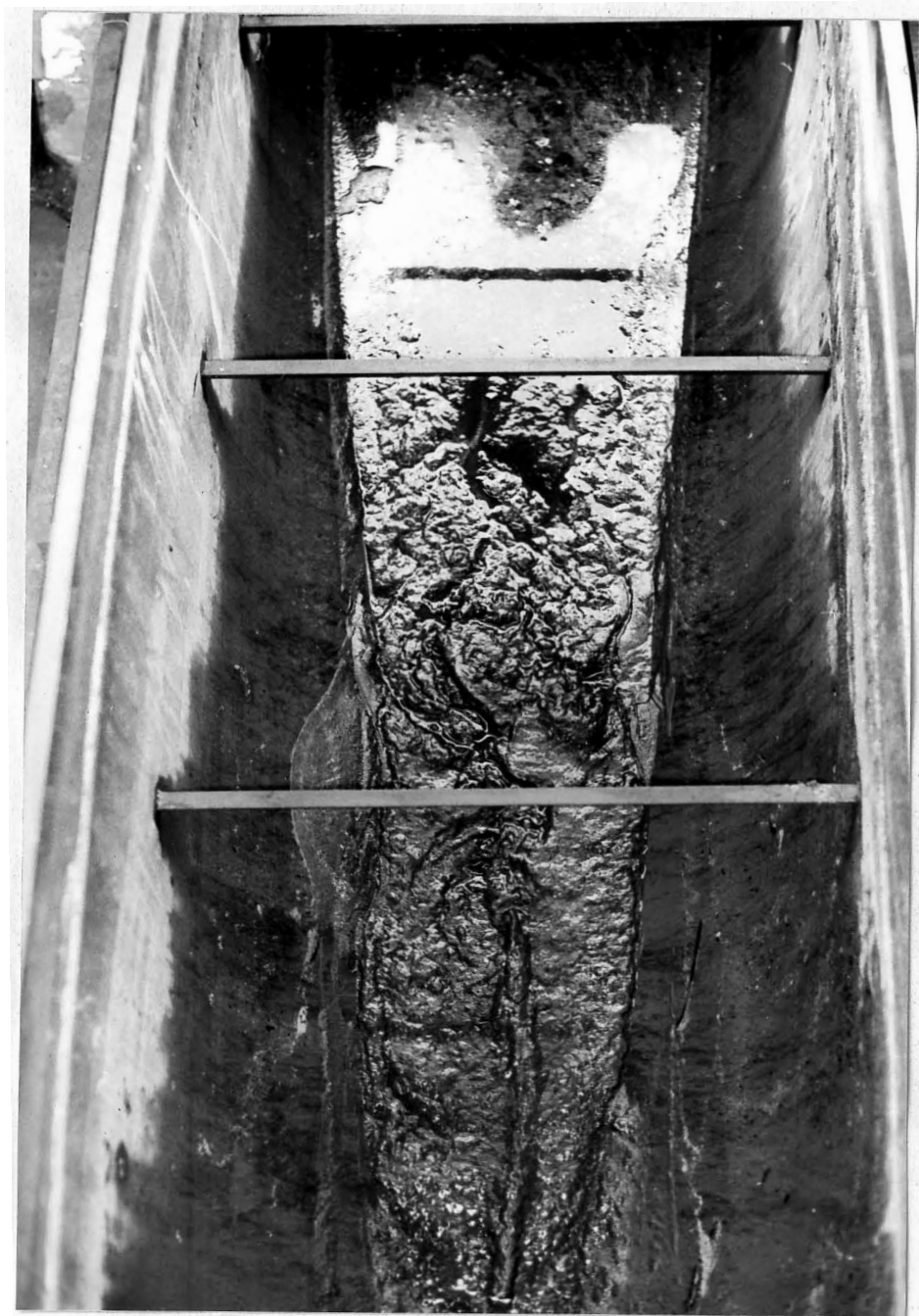


Figura nº 13. Lodo resultante da lavagem. Usina
São João, 1972.



Figura nº 14. Forno usado na secagem do lodo. Estação Experimental de Araras, 1972.



Figura nº 15. Pesagem da matéria estranha de origem mineral. Estação Experimental de Araras, 1972.

CAPÍTULO 4

R E S U L T A D O S

E D I S C U S S Ã O

4.1 - Primeira fase (1971)

4.1.1 - Resultados gerais

Distribuição da frequência da percentagem de matéria estranha em 1971

O total de amostras determinadas foi de 79, em 1971. A maior percentagem de matéria estranha encontrada foi de 4,519% e a menor 0,204%.

Na distribuição da frequência, a amplitude total do rol, ou seja, a diferença entre o maior e o menor valor das amostras, foi dividido pelo número arbitrário 20, considerado suficiente para a análise da distribuição.

O intervalo de classe encontrado foi de 0,21575% e aproximado para 0,216%.

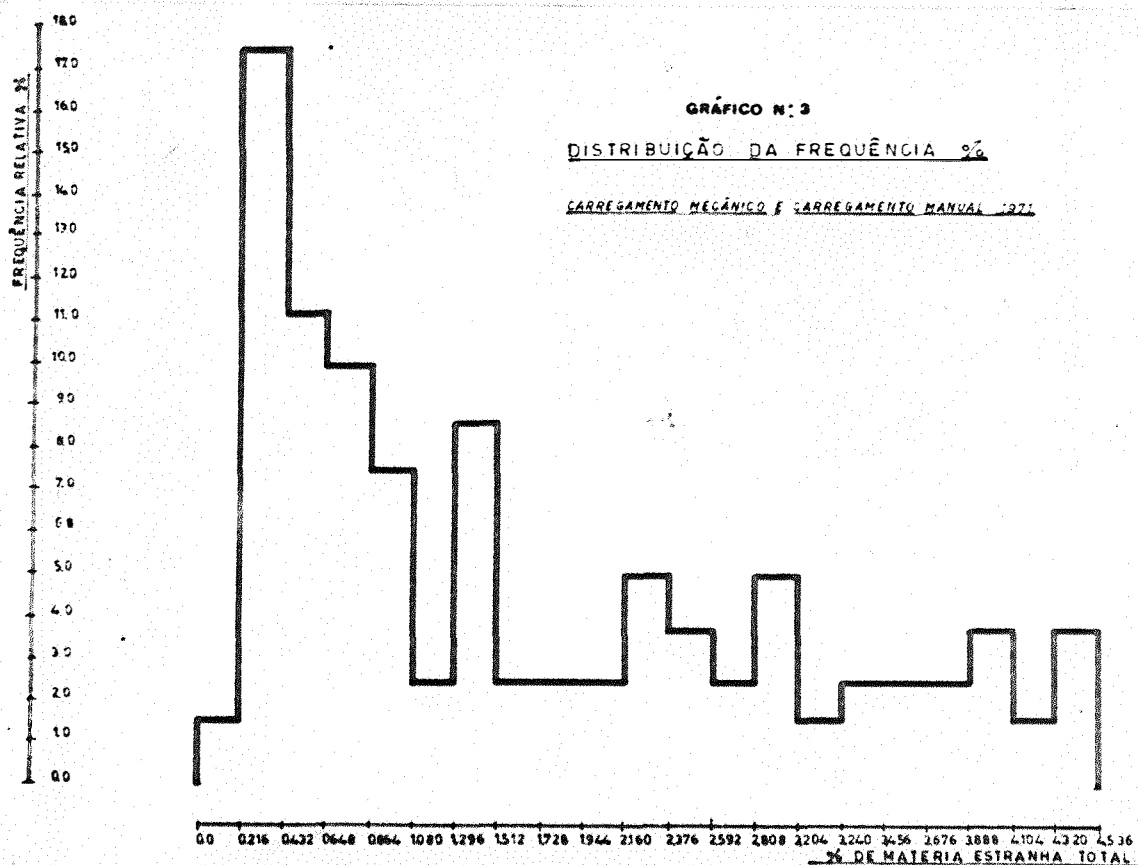


Tabela 3. Distribuição das frequências da % de matéria estranha total das amostras ao acaso, feitas em 1971, incluindo-se carregamentos manuais e mecânicos

Classes de % M.E.	freqüência	freqüência acumulada	freqüência relativa (%)	freqüência acumulada relativa (%)
(0,0 - 0,216)	1	1	1,27	1,27
(0,216-0,432)	14	15	17,70	18,99 *
(0,432-0,648)	9	24	11,40	30,38
(0,648-0,864)	8	32	10,13	40,51
(0,864-1,080)	6	38	7,60	48,10
(1,080-1,296)	2	40	2,53	50,63
(1,296-1,512)	7	47	8,86	59,49
(1,512-1,728)	2	49	2,53	62,03
(1,728-1,944)	2	51	2,53	64,56
(1,944-2,160)	2	53	2,53	67,09
(2,160-2,376)	4	57	5,06	72,15
(2,376-2,592)	3	60	3,80	75,95
(2,592-2,808)	2	62	2,53	78,48
(2,808-3,024)	4	66	5,06	83,54
(3,024-3,240)	1	67	1,27	84,81
(3,240-3,456)	2	69	2,53	87,34
(3,456-3,672)	2	71	2,53	89,87
(3,672-3,888)	2	73	2,53	92,41
(3,888-4,104)	3	76	3,80	96,20
(4,104-4,320)	1	77	1,27	97,47
(4,320-4,536)	2	79	2,53	100,00
	<u>79</u>		<u>100,0%</u>	

* moda entre 0,216% e 0,432%

Verifica-se da distribuição de freqüência, a localização da moda na classe entre 0,216% e 0,432% de matéria estranha. Usando-se os mesmos intervalos de classe para efeito de comparação e isolando-se os carregamentos mecânicos, obtem-se a seguinte distribuição de freqüência:

Tabela 4. Distribuição da frequência para a % de matéria estranha encontrada nos carregamentos manuais, 1971

Classes de % M.E.	fre- quên- cia	frequência acumulada	frequência relativa (%)	frequên- cia acumulada relativa (%)
(0,00 - 0,216)	1	1	5,56	5,56
(0,216- 0,432)	11	12	61,11	66,67 *
(0,432- 0,648)	6	18	<u>33,33</u>	100,00
	<u>18</u>		<u>100,00</u>	

* moda entre 0,216% e 0,432%

Verifica-se que a maior frequência de matéria estranha, no caso do carregamento manual, ocorre na classe de 0,216% a 0,432%, portanto a mesma moda do total das amostras.

Da mesma forma, isolando-se os carregamentos mecânicos, obtém-se a seguinte distribuição de frequência:

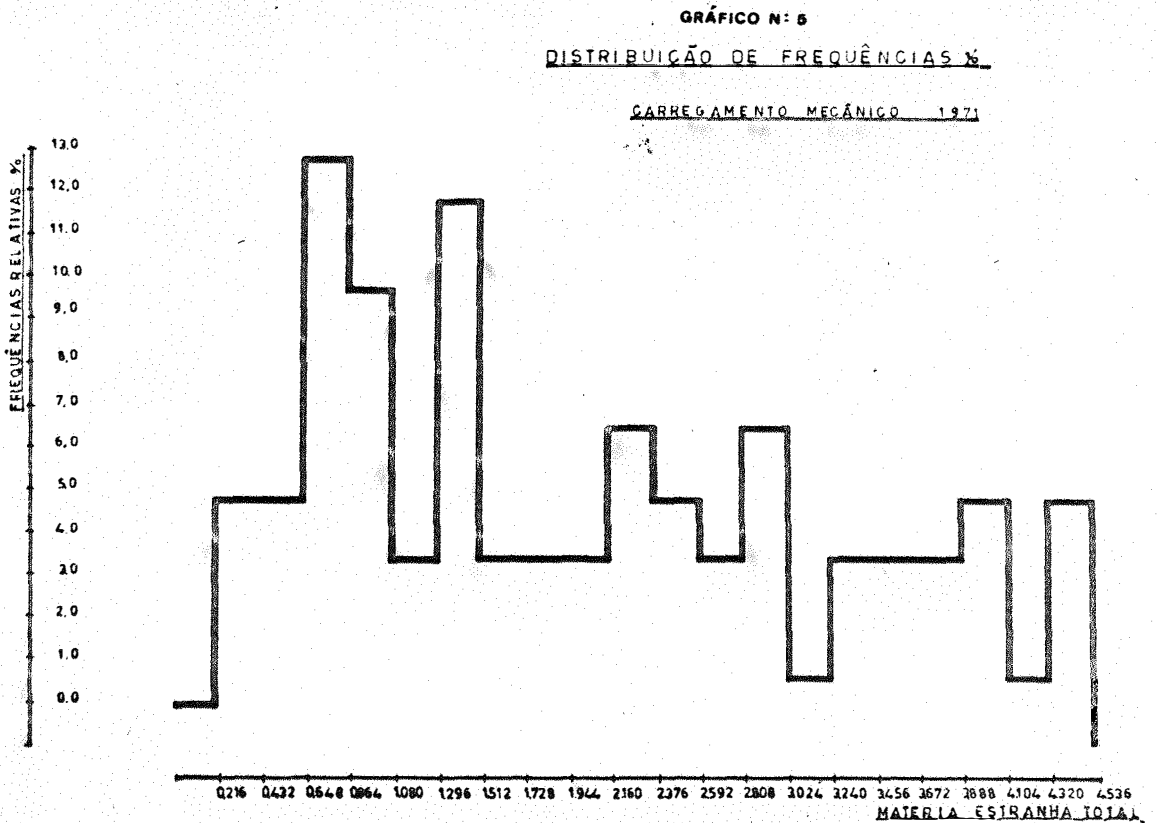
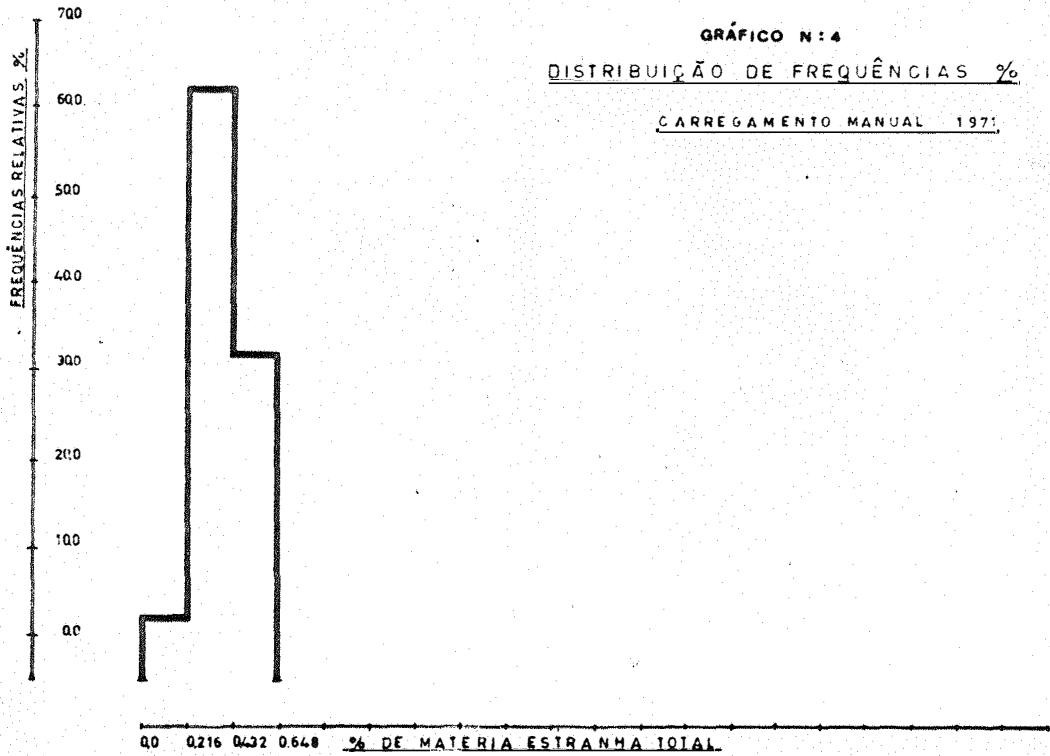


Tabela 5. Distribuição da frequência para a % de matéria es-
tranha encontrada nos carregamentos mecânicos ,
1971

Classes de % M.E.	fre- quên- cia	frequência acumulada	frequência relativa (%)	frequência acumulada relativa (%)
(0,00 - 0,216)	0	0	0,00	0,00
(0,216- 0,432)	3	3	4,92	4,92
(0,432- 0,648)	3	6	4,92	9,84
(0,648- 0,864)	8	14	13,11	22,95 *
(0,864- 1,080)	6	20	9,84	32,79
(1,080- 1,296)	2	22	3,28	36,07
(1,296- 1,512)	7	29	11,48	47,54
(1,512- 1,728)	2	31	3,28	50,82
(1,728- 1,944)	2	33	3,28	54,10
(1,944- 2,160)	2	35	3,28	57,38
(2,160- 2,376)	4	39	6,56	63,93
(2,376- 2,592)	3	42	4,92	68,85
(2,592- 2,808)	2	44	3,28	72,13
(2,808- 3,024)	4	48	6,56	78,69
(3,024- 3,240)	1	49	1,64	80,33
(3,240- 3,456)	2	51	3,28	83,61
(3,456- 3,672)	2	53	3,28	86,89
(3,672- 3,888)	2	55	3,28	90,16
(3,888- 4,104)	3	58	4,92	95,08
(4,104- 4,320)	1	59	1,64	96,72
(4,320- 4,536)	2	61	3,28	100,00
	<u>61</u>		<u>100,00</u>	

* moda entre 0,648% e 0,864%

Neste caso, verifica-se que a moda não é perfeitamente defi-
nida. Pode-se localizá-la entre as classes de 0,648% e
0,864%. Entretanto, a diferença para a classe seguinte de
0,864% e 1,080% é de apenas duas amostras e já entre as
classes de 1,296% e 1,512% a diferença é de apenas uma amo-
stra. Podemos então, com base na frequência relativa, adian-
tar que 37,71% das amostras apresentaram um teor de matéria

estranha dentro dos limites de 0,648% e 1,512%. A média da percentagem de matéria estranha para todas as determinações foi de 1,841%, sendo 0,941% de origem mineral e 0,9% de origem vegetal. Ela é mais baixa nos carregamentos manuais, representando 0,058% de origem mineral e 0,341% de origem vegetal e totalizando 0,399% de matéria estranha total. Nos carregamentos mecânicos, a matéria estranha de origem mineral representou em média 1,158% e a de origem vegetal 1,037%, num total de 2,195%. A seguir, apresentamos um resumo desses resultados na Tabela 6.

Tabela 6. Sumário geral dos resultados das determinações da % da matéria estranha realizadas ao acaso em três usinas do Estado de São Paulo, 1971

Amostras	Tipo de carregamento		Total ****
	Manual	Mecânico	
Total de cana-de-açú - car amostrada (kg)	133.283,00	541.664,30	674.947,30
Média por carga	7.404,61	8.879,74	8.543,64
Cana limpa (kg)	132.751,20	529.774,77	662.525,97
Média por carga	7.375,07	8.684,83	8.386,41
Nº de cargas	18	61	79
Nº de usinas	3	3	3
MEM *	0,058%	0,929%	0,941%
MEV **	0,341%	1,225%	0,900%
ME ***	0,399%	2,154%	1,841%
Total amarrilhos (kg)	869,445	-	869,445
Total amarrilhos %	0,652%	-	0,652%
Nº amostras c/amarrilhos	10	-	10
Média total amarrilhos - por amostra(kg)	86,94	-	86,94
Média % de amarrilhos	1,174%	-	1,174%

* MEM, matéria estranha de origem mineral.

** MEV, matéria estranha de origem vegetal.

*** ME, matéria estranha total.

**** Devido à análise independente, os dados gerais nem sempre representam a soma dos processos manual e mecânico.

Está representado nesta tabela o estudo dos amarrilhos das amostras de carregamento manual com canas enfeixadas, que totalizam 10, entre as 18 amostras desse tipo. Os amarrilhos dos feixes, constituídos por pontas das próprias canas utilizadas para amarrar os feixes, representaram em média 1,174% do total da carga.

4.1.2 - Comparação entre os tratamentos

Determinação da média, desvio padrão da média e intervalo de confiança

Foram feitas as determinações da média, do desvio padrão da média e do intervalo de confiança ao nível de 90% de probabilidade, para cada tratamento e os resultados estão apresentados nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7. Percentagem de matéria estranha total (ME), mineral (MEM) e vegetal (MEV), média dos tratamentos, intervalo de confiança e desvio padrão para os carregamentos manuais, 1971

Tipos de carregamento (tratamentos)	Nº de amostra	Carga PCS (kg)	ME total %	MEM %	MEV %
I (C ₁ E ₁ D ₁ S ₁ U ₂)	1	8.558	0,370	0,042	0,328
II (C ₁ E ₁ D ₁ S ₂ U ₁)	1	6.836	0,204	0,006	0,198
III (C ₁ E ₁ D ₂ S ₂ U ₁)	1	7.013	0,405	0,028	0,377
IV (C ₁ E ₂ D ₁ S ₁ U ₁)	1	7.590	0,444	0,043	0,401
	2	8.089	0,237	0,030	0,207
	\hat{m}		0,341	0,037	0,304
	I.C. S(\hat{m})		*	*	*
			0,009	0,002	0,009

Tabela 7. (continuação)

Tipos de carregamento (tratamentos)	Nº de amostra	Carga PCS (kg)	ME total %	MEM %	MEV %	
V (C ₁ E ₂ D ₁ S ₁ U ₂)	1	7.923	0,505	0,061	0,444	
VI (C ₁ E ₂ D ₁ S ₂ U ₁)	1	11.006	0,331	0,043	0,288	
VII (C ₁ E ₂ D ₂ S ₁ U ₁)	1	9.030	0,455	0,144	0,311	
VIII (C ₁ E ₂ D ₂ S ₁ U ₂)	1	9.129	0,501	0,063	0,438	
IX (C ₁ E ₂ D ₂ S ₂ U ₁)	1	7.660	0,348	0,074	0,274	
	2	7.772	0,300	0,018	0,282	
	3	6.501	0,384	0,078	0,306	
	4	9.716	0,409	0,115	0,294	
	5	6.675	0,591	0,092	0,499	
	\hat{m}			0,406	0,075	0,331
	I.C. S(\hat{m})			$\pm 0,025$ 0,007	$\pm 0,023$ 0,007	$\pm 0,021$ 0,007
X (C ₁ E ₂ D ₂ S ₂ U ₂)	1	7.975	0,418	0,140	0,278	
	2	5.713	0,607	0,065	0,542	
	\hat{m}			0,513	0,103	0,410
	I.C.			$\pm 0,175$	*	*
	S(\hat{m})			0,007	0,006	0,011
Carregamento manual (De I a X) (C ₁)	\hat{m}			0,399	0,058	0,341
	I.C.			$\pm 0,023$	$\pm 0,036$	$\pm 0,020$
	S(\hat{m})			0,009	0,012	0,008

* Devido a alta variância, não foi possível calcular o intervalo de confiança.

\hat{m} média.

I.C. Intervalo de confiança a 90% de probabilidade.

S(\hat{m}) Desvio padrão da média.

PCS Peso da cana + ME.

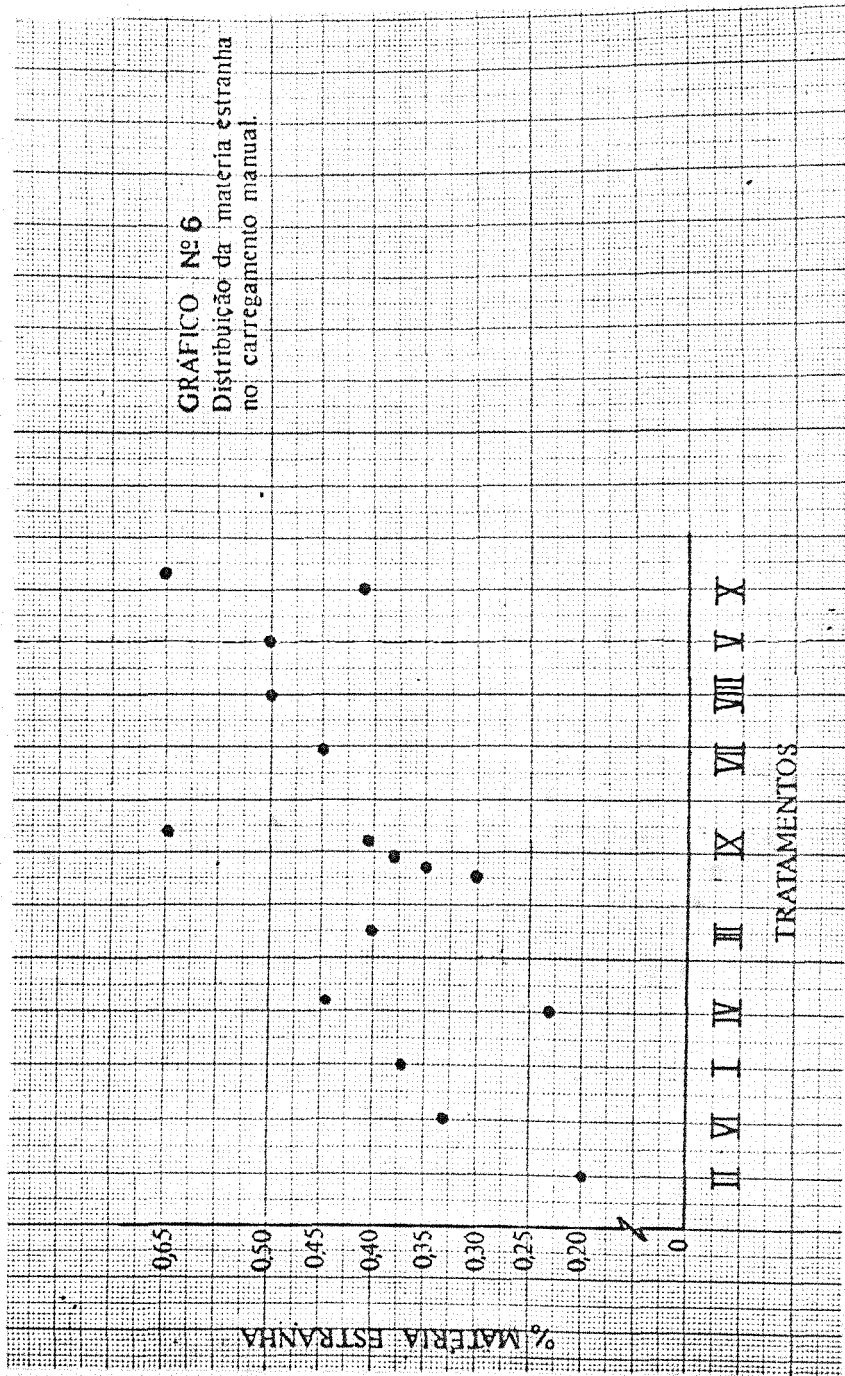


Tabela 8. Percentagem de matéria estranha total (ME), mineral (MEM) e vegetal (MEV), média dos tratamentos, intervalo de confiança e desvio padrão para carregamentos mecânicos, 1971

Tipos de carregamento (tratamentos)	Nº de amostra	Carga PCS (kg)	ME total %	MEM %	MEV %
XI (C ₂ E ₁ D ₂ S ₂ U ₁)	1	8.366	0,760	0,294	0,466
	2	8.636	1,115	0,617	0,498
	3	6.994	0,797	0,372	0,425
	\hat{m}		0,891	0,428	0,463
	I.C. S(\hat{m})		±0,051	±0,091	±0,006
XII (C ₂ E ₂ D ₁ S ₁ U ₁)	1	7.098	0,407	0,064	0,343
	2	8.095	0,710	0,536	0,173
	\hat{m}		0,559	0,300	0,259
	I.C. S(\hat{m})		±0,415	*	*
XIII (C ₂ E ₂ D ₁ S ₁ U ₂)	1	9.948	4,567	3,111	1,456
	2	7.205	3,775	2,142	1,633
	3	7.250	3,352	2,162	1,190
	4	8.804	2,015	0,858	1,157
	5	8.838	2,418	1,416	1,002
	\hat{m}		3,664	2,287	1,377
I.C. S(\hat{m})		±0,483	±0,522	±0,062	
XIV (C ₂ E ₂ D ₁ S ₂ U ₁)	1	11.072	1,444	0,564	0,880
	2	6.675	0,631	0,058	0,573
	3	7.930	0,619	0,107	0,512
	\hat{m}		0,898	0,243	0,655
	I.C. S(\hat{m})		±0,163	±0,212	±0,040
XV (C ₂ E ₂ D ₁ S ₂ U ₂)	1	8.872	2,929	1,941	0,988
	2	9.765	2,244	1,655	0,589
	3	7.615	1,474	0,708	0,766
	4	8.714	3,975	3,261	0,714
	5	7.205	4,434	2,983	1,451
	6	8.279	1,041	0,247	0,794

Tabela 8. (continuação)

Tipos de carregamento (tratamentos)	Nº de amostra	Carga PCS (kg)	ME total %	MEM %	MEV %		
$(C_2E_2D_1S_2U_2)$	XV	7	4.835	0,681	0,352	0,329	
		8	9.647	2,208	1,647	0,561	
		9	8.707	2,488	1,515	0,973	
		10	9.521	4,122	2,235	1,887	
		11	6.975	3,562	1,118	2,444	
		12	8.728	2,598	1,514	1,084	
		13	9.223	1,473	0,984	0,489	
		14	9.457	3,884	2,613	1,271	
		15	9.641	3,540	2,163	1,377	
		\hat{m}		2,861	1,692	1,173	
		I.C.		$\pm 0,563$	$\pm 0,869$	$\pm 0,125$	
		S(\hat{m})		0,167	0,134	0,097	
	$(C_2E_2D_2S_1U_1)$	XVI	1	6.320	1,121	0,141	0,980
			2	11.272	0,802	0,049	0,753
			\hat{m}		0,962	0,095	0,867
		I.C.		$\pm 0,244$	*	$\pm 0,149$	
	S(\hat{m})		0,008	0,008	0,006		
$(C_2E_2D_2S_1U_2)$	XVII	1	9.087	0,912	0,423	0,489	
		2	8.445	0,828	0,289	0,539	
		3	11.120	2,947	2,250	0,697	
		4	6.895	1,491	0,218	1,273	
		5	8.001	2,879	1,844	1,035	
		\hat{m}		1,811	1,005	0,806	
	I.C.		$\pm 0,510$	$\pm 0,411$	$\pm 0,296$		
	S(\hat{m})		0,124	0,192	0,028		
$(C_2E_2D_2S_2U_1)$	XVIII	1	5.945	0,294	0,089	0,205	
		2	6.685	0,450	0,054	0,396	
		3	6.365	0,679	0,079	0,600	
		4	10.269	0,696	0,161	0,535	
		5	11.288	0,324	0,132	0,192	
		6	9.622	3,242	2,234	1,008	
		7	8.008	2,568	1,079	1,489	
		8	9.499	1,412	0,355	1,058	
		9	8.658	0,952	0,343	0,609	
		10	6.867	2,710	0,328	2,382	
		11	7.953	2,125	1,147	0,978	
		12	7.744	1,885	0,673	1,212	

Tabela 8. (continuação)

Tipos de carregamento (tratamentos)	Nº de amostra	Carga PCS (kg)	ME total %	MEM %	MEV %
XVIII (C ₂ E ₂ D ₂ S ₂ U ₁)	13	9.342	1,042	0,402	0,640
	\hat{m}		1,414	0,540	0,874
	I.C.		$\pm 0,543$	$\pm 0,466$	$\pm 0,278$
	S(\hat{m})		0,172	0,147	0,087
XIX (C ₂ E ₂ D ₂ S ₂ U ₂)	1	7.204	0,974	0,377	0,597
	2	6.883	1,408	0,742	0,666
	3	8.520	1,895	1,470	0,425
	4	8.516	2,333	1,426	0,907
	5	9.289	2,340	1,119	1,221
	6	6.309	1,613	0,859	0,754
	7	8.912	1,582	0,922	0,660
	8	8.800	2,210	1,005	1,205
	9	8.315	3,950	2,472	1,478
	10	6.567	3,129	0,956	2,173
	11	9.950	2,984	1,483	1,501
	12	9.356	1,036	0,558	0,478
	13	10.247	3,990	1,031	2,959
	14	8.607	4,457	2,032	2,425
	15	10.353	1,332	0,405	0,927
	\hat{m}		2,349	1,124	1,225
	I.C.		$\pm 0,422$	$\pm 0,227$	$\pm 0,338$
	S(\hat{m})		0,135	0,072	0,108
Carregamento mecânico (De XI a XIX)	\hat{m}		2,154	1,225	0,929
	I.C.		$\pm 0,625$	$\pm 0,561$	$\pm 0,260$
	S(\hat{m})		0,224	0,201	0,093

* Devido a alta variância, não foi possível calcular o intervalo de confiança.

\hat{m} média.

I.C. Intervalo de confiança a 90% de probabilidade.

S(\hat{m}) Desvio padrão da média.

PCS Peso da cana + ME.

Comparação dos processos e sub-processos

Através do teste t de significância, foram comparadas as médias dos tratamentos. Em primeiro lugar, agruparam-se os processos manuais (C_1) e mecânicos (C_2) separadamente e comparou-se as variações: solo arenoso (S_1) e solo argiloso (S_2)*, época seca (U_1) e época chuvosa (U_2). Para carregamentos mecânicos, foi feita ainda a comparação entre canas dispostas em leiras (D_1) e dispostas em montes (D_2). Os valores das médias e intervalos de confiança ao nível de 90% de probabilidade estão indicados na Tabela 9.

Tabela 9. Médias das percentagens de matéria estranha (\hat{m}) e intervalo de confiança ao nível de 90% (I.C.) para os tratamentos agrupados.

Tratamentos	ME%		MEM %		MEV %	
	\hat{m}	IC	\hat{m}	IC	\hat{m}	IC
para C_1 (manual)						
S_1 arenoso	0,4193	$\pm 0,007$	0,064	$\pm 0,006$	0,356	$\pm 0,007$
S_2 argiloso	0,399	$\pm 0,006$	0,066	$\pm 0,006$	0,333	$\pm 0,005$
U_1 seco	0,365	$\pm 0,005$	0,053	$\pm 0,005$	0,312	$\pm 0,004$
U_2 úmido	0,477	$\pm 0,006$	0,070	$\pm 0,006$	0,407	$\pm 0,008$
para C_2 (mecânico)						
S_1 arenoso	2,010	$\pm 0,061$	1,094	$\pm 0,070$	0,916	$\pm 0,015$
S_2 argiloso	2,228	$\pm 0,014$	1,100	$\pm 0,013$	1,129	$\pm 0,010$

* Pela classificação adotada, os solos arenosos variaram na percentagem de "areia" de 52,5% a 63,9% e os solos argilosos, na percentagem de "argila" de 61,2% a 72,8%.

Tabela 9. (continuação)

Tratamentos	ME%		MEM %		MEV %	
	\hat{m}	IC	\hat{m}	IC	\hat{m}	IC
U ₁ seco	1,165	±0,016	0,389	±0,015	0,776	±0,009
U ₂ úmido	2,515	±0,013	1,353	±0,011	1,162	±0,008
D ₁ leiras	2,202	±0,027	1,202	±0,027	0,999	±0,009
D ₂ montes	1,590	±0,014	0,639	±0,012	0,951	±0,008

Os valores de \underline{t} , o grau de liberdade e os níveis de significância para os contrastes estão indicados na Tabela 10.

Tabela 10. Valores de \underline{t} , grau de liberdade e níveis de significância dos contrastes

Contrastes	Valores de \underline{t}			GL	Níveis signif.
	ME%	MEM %	MEV %		
Dentro de S ₁ C ₁ versus C ₂	4,48*	4,19*	3,59*	19	0,1%
Dentro de S ₂ C ₁ versus C ₂	7,88*	3,22*	5,55*	54	1%
Dentro de U ₁ C ₁ versus C ₂	4,21*	3,40*	3,42*	32	1%
Dentro de U ₂ C ₁ versus C ₂	9,53*	10,03*	4,98*	41	0,1%

Tabela 10. (continuação)

Contrastes	Valores de t			GL	Níveis signif.
	ME%	MEM %	MEV %		
Dentro de C ₁					
S ₁ versus S ₂	0,24	0,08	0,32	14	-
U ₁ versus U ₂	1,54	0,65	1,31	14	-
Dentro de C ₂					
S ₁ versus S ₂	0,07	0,20	0,31	59	-
U ₁ versus U ₂	4,09*	4,56*	2,24*	59	2%
D ₁ versus D ₂	1,40	1,92*	0,20	59	10%
Geral					
C ₁ versus C ₂	11,71*	11,66*	8,99*	77	0,1%

* Valores significantes.

Comparação do carregamento manual com o mecânico.

1) Comparando-se o carregamento manual com o mecânico verifica-se que, independentemente do tipo de solo (arenoso ou argiloso) e da sua umidade (época seca ou chuvosa), o carregamento mecânico sempre arrastou maior quantidade de matéria estranha para a usina, no total e nos seus componentes mineral e vegetal.

Esse resultado está de acôrdo com o conceito geral e com a bibliografia existente sobre o assunto. Entretanto as médias gerais encontradas neste estudo, 0,405% de matéria estranha total para o carregamento manual e

- 2,023% para o carregamento mecânico, são inferiores às encontradas por BETANCOURT, 1967 (1) em Cuba, isto é, 3,03% e 4,24% respectivamente. Também FANJUL, 1971 (12) na Luisiana, encontrou maior percentagem de matéria estranha na cana cortada à mão e carregada mecanicamente - 4,9%
- 2) Dentro do carregamento manual, constata-se não ter havido diferença significativa entre as médias de solo arenoso e argiloso, bem como, de época seca para chuvosa. Inferre-se, portanto, que nas condições desta primeira fase do trabalho, não foi possível encontrar diferença entre os diversos tipos de carregamento manual.
- 3) Dentro do carregamento mecânico não houve diferença significativa para as médias de matéria estranha total, mineral e vegetal, entre solo arenoso e argiloso. Entretanto, em época chuvosa, a percentagem de matéria estranha total, bem como suas componentes mineral e vegetal, são maiores do que em tempo seco.
- 4) Tendo em vista o sistema de disposição das canas sobre o solo, para executar o carregamento mecânico, em leiras ou em montes, o contraste só foi significativo para a percentagem de matéria estranha de origem mineral. Isto significa que a quantidade relativa de matéria estranha total e sua componente vegetal não variaram, mas aumentou a percentagem de matéria estranha de origem mineral quando a carregadora teve de arrastar as canas no solo antes de apanhá-las.

Individualização dos tipos de carregamento.

Os tratamentos de números I, II, III, V, VI, VII e VIII foram reunidos separadamente, por apresentarem somente uma amostra de cada. Seus resultados estão apresentados na Tabela 11, cujos dados devem ser aceitos com reservas.

Tabela 11. Percentagem de matéria estranha total e seus componentes mineral e vegetal

Tratamento	ME%	MEM %	MEV %
I	0,370	0,042	0,328
II	0,204	0,006	0,198
III	0,405	0,028	0,377
V	0,505	0,061	0,444
VI	0,331	0,043	0,288
VII	0,455	0,144	0,311
VIII	0,501	0,063	0,438

Carregamentos manuais

Devido ao pequeno número de amostras nos demais tipos de carregamento manual, poucas comparações individuais foram possíveis. Verifica-se ainda, que os tratamentos IV e IX não diferem significativamente entre si, o mesmo ocorrendo entre IX e X. Isso significa que, nas condições da primeira parte deste trabalho, foram indiferentes os resultados dos diversos processos de carregamento manual, independente do tipo de solo e da sua umidade.

Carregamentos mecânicos

Calcularam-se os valores de \underline{t} para o contraste entre tratamentos, cujos resultados estão expostos na Tabela 12.

Tabela 12. Valores de \underline{t} , graus de liberdade e níveis de significância para contrastes individuais

Contrastes	Valores de \underline{t}			GL	Níveis signif.
	ME%	MEM %	MEV %		
XII versus XIII	2,59*	1,65	3,23*	6	5%
XIII versus XVII	2,53*	2,11*	2,87*	9	5%
XII versus XVI	1,82	0,77	4,12*	2	10%
XI versus XVIII	1,34	0,14	2,40*	14	5%
XV versus XIX	1,08	1,86*	0,17	28	10%
XVI versus XVII	1,71	2,61*	0,45	5	5%
XVI versus XVIII	1,01	2,45*	0,39	13	5%

* Valores significantes.

Para os demais contrastes entre tratamentos os valores de \underline{t} não foram estatisticamente significativos.

Essas comparações mostram os principais fatores que aumentaram a percentagem de matéria estranha no carregamento mecânico.

Causas do aumento da matéria estranha total:

- 1) Tempo chuvoso, quando a cana foi disposta em leiras e o solo era arenoso.
- 2) Tempo chuvoso, quando a cana foi disposta em montes e o solo era argiloso.
- 3) Arraste das canas dispostas em leiras, quando o solo era arenoso e úmido.

Causas do aumento da matéria estranha de origem mineral:

- 1) Solo argiloso, quando a cana foi disposta em montes e o tempo era seco.
- 2) Tempo chuvoso, quando a cana foi disposta em montes, independentemente do tipo de solo.
- 3) Arraste das canas dispostas em leiras, quando o tempo era chuvoso, independentemente do tipo de solo. SYMES, 1972 (27), na Luisiana, encontrou o mesmo efeito, mas não menciona em que condições de umidade.

Causas do aumento da matéria estranha de origem vegetal:

- 1) Disposição em montes, quando o solo era arenoso e seco.
- 2) Disposição em leiras, quando o solo era arenoso e úmido.
- 3) Tempo chuvoso, quando as canas eram dispostas em leiras e o solo arenoso.

4) Queima da cana antes do corte, quando a disposição era em montes e o solo argiloso. Isto está de acordo com o explanado por WILLIAMS et alii, 1968 (30), que, comparando o desempenho de dois tipos de carregadora - a Toft que não possui rastelo e portanto trabalha somente sobre montes - com outra máquina que necessita empurrar a leira de cana, verificou que em solos arenosos e úmidos o tipo com rastelo movimenta as canas contra os tocos da touceira e levanta as raízes que se juntam às canas carregadas.

4.2 - Segunda fase (1972)

4.2.1 - Resultados gerais

O resumo geral dos resultados da segunda fase do trabalho, realizada em 1972, está exposto na Tabela 13.

Tabela 13. Sumário geral dos resultados das determinações da matéria estranha realizadas experimentalmente em 1972

Provas	Tipos de carregamento		Total geral
	Manual	Mecânico	
Total cana carregada (kg) (cana+ME)	182.383	598.879	781.262 kg
Média (cana+ME) (kg)	7.599,29	8.317,76	8.138,15 kg
Total cana limpa (kg)	181.644,35	586.763,68	768.408,03
Média cana limpa (kg)	7.568,52	8.149,50	8.004,25 kg
Nº carregamentos	24	72	96
Nº usinas	1	1	1
ME mineral	0,107%	1,368%	1,074%
ME vegetal	0,298%	0,655%	0,572%
ME total	0,405%	2,023%	1,646%
Total amarrilhos (kg)	2.852,845	-	2,852,845kg

Tabela 13. (continuação)

Provas	Tipos de carregamento		Total geral
	Manual	Mecânico	
Total amarrilhos(%)	1,564%	-	1,564%
Nº amostras com amarrilhos	24	-	24
Média amarrilhos(kg)	118,87	-	118,87 kg
Média amarrilhos(%)	1,564%	-	1,564%

As canas carregadas manualmente foram enfeixadas com amarrilhos retirados das próprias pontas, como se faz rotineiramente. O percentual em peso desses amarrilhos resultou em média, 1,564% do peso da carga. Esse resultado é levemente superior ao percentual encontrado no ano anterior(1,174%), mas não há diferença estatística entre os dois dados.

O resultado das determinações de matéria estranha realizadas experimentalmente em 1972 estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Matéria estranha total (ME), mineral (MEM) e vegetal (MEV), média dos tratamentos e intervalo de confiança, 1972

Tratamentos	Nº	Carga PCS-kg	ME Total-%	MEM %	MEV %
1) C ₁ D ₂ S ₁	1	8.847	0,406	0,120	0,286
	2	8.493	0,425	0,111	0,314
	3	8.525	0,364	0,080	0,284
	4	4.132	0,363	0,142	0,221
	5	7.874	0,548	0,153	0,396
	6	5.670	0,515	0,109	0,406
	7	6.409	0,352	0,081	0,271

Tabela 14. (continuação)

Tratamentos	Nº	Carga PCS-kg	ME Total-%	MEM %	MEV %	
1) $C_1D_2S_1$	8	5.082	0,332	0,108	0,224	
	9	8.452	0,318	0,130	0,188	
	10	9.030	0,455	0,143	0,312	
	11	7.590	0,444	0,043	0,401	
	12	9.129	0,501	0,063	0,438	
	\hat{m}			0,418	0,106	0,312
	I.C.			$\pm 0,003$	$\pm 0,002$	$\pm 0,004$
2) $C_1D_2S_2$	1	7.753	0,470	0,118	0,352	
	2	8.042	0,448	0,114	0,334	
	3	6.982	0,392	0,096	0,296	
	4	8.129	0,388	0,105	0,283	
	5	8.261	0,393	0,103	0,290	
	6	8.554	0,315	0,091	0,224	
	7	8.445	0,450	0,191	0,259	
	8	8.680	0,452	0,159	0,293	
	9	7.086	0,337	0,093	0,244	
	10	7.168	0,373	0,077	0,296	
	11	6.621	0,347	0,074	0,273	
	12	7.429	0,359	0,078	0,281	
	\hat{m}			0,393	0,108	0,285
I.C.			$\pm 0,002$	$\pm 0,003$	$\pm 0,002$	
3) $C_2D_1S_1$	1	8.626	1,718	1,289	0,429	
	2	11.096	2,640	2,160	0,480	
	3	7.739	1,604	1,215	0,389	
	4	8.129	2,399	1,898	0,501	
	5	7.278	1,944	1,502	0,442	
	6	8.498	3,137	2,531	0,606	
	7	7.931	2,346	1,757	0,589	
	8	8.193	1,589	1,125	0,464	
	9	8.671	3,363	2,653	0,710	
	10	8.499	2,738	2,337	0,401	
	11	9.580	2,101	1,766	0,335	
	12	8.984	1,754	1,128	0,626	
	\hat{m}			2,278	1,780	0,498
I.C.			$\pm 0,012$	$\pm 0,012$	$\pm 0,004$	

Tabela 14. (continuação)

Tratamentos	Nº	Carga PCS-kg	ME Total-%	MEM %	MEV %
4) C ₂ D ₁ S ₂	1	7.997	2,148	0,775	1,373
	2	7.611	1,478	0,587	0,891
	3	8.989	3,632	3,212	0,420
	4	8.609	2,546	2,008	0,538
	5	9.191	2,114	1,500	0,614
	6	8.489	1,971	1,511	0,460
	7	6.592	2,291	1,737	0,554
	8	7.019	2,246	1,677	0,569
	9	8.003	1,818	1,058	0,760
	10	8.416	2,729	2,191	0,538
	11	8.509	2,911	2,398	0,513
	12	7.800	3,555	2,910	0,645
		\hat{m}		2,453	1,797
	I.C.		±0,013	±0,027	±0,008
5) C ₂ D ₂ S ₁	1	8.729	1,129	0,472	0,657
	2	9.041	1,051	0,487	0,564
	3	7.135	0,666	0,336	0,330
	4	7.312	0,877	0,350	0,527
	5	8.339	0,931	0,418	0,512
	6	7.114	1,175	0,429	0,746
	7	7.271	1,036	0,429	0,607
	8	7.124	1,192	0,390	0,802
	9	8.059	1,413	0,543	0,870
	10	9.674	1,390	0,792	0,598
	11	9.296	1,575	1,074	0,501
	12	8.391	2,522	2,015	0,507
		\hat{m}		1,246	0,645
	I.C.		±0,012	±0,011	±0,005
6) C ₂ D ₂ S ₂	1	9.157	2,572	0,920	1,652
	2	7.556	1,771	0,325	1,446
	3	8.487	2,212	0,673	1,539
	4	5.571	1,407	0,915	0,492
	5	7.602	0,866	0,485	0,381
	6	7.695	1,582	0,453	1,129
	7	7.824	0,697	0,332	0,365
	8	9.849	3,340	3,146	0,194
	9	8.595	1,122	0,422	0,699
	10	9.086	1,041	0,411	0,630
	11	8.959	2,034	1,077	0,957

Tabela 14. (continuação)

Tratamentos	Nº	Carga PCS-kg	ME Total-%	MEM %	MEV %
6) $C_2 D_2 S_2$	12	8.967	1,193	0,480	0,713
	\hat{m}		1,650	●,803	0,850
	I.C.		±0,013	±0,031	±●,010
7) $C_2 D_3 S_1$	1	9.933	3,010	2,393	0,617
	2	7.883	0,781	0,506	0,275
	3	8.058	1,451	0,937	0,514
	4	7.799	2,546	1,921	0,625
	5	7.790	2,565	1,949	0,616
	6	7.489	1,401	1,040	0,361
	7	8.395	1,810	1,271	0,539
	8	7.009	2,191	1,678	0,513
	9	8.300	1,867	1,169	0,698
	10	6.966	2,357	1,553	0,804
	11	11.469	2,978	2,004	0,974
	12	9.615	1,171	0,676	0,495
	\hat{m}		2,010	1,424	0,586
I.C.		±0,013	±0,011	±0,006	
8) $C_2 D_3 S_2$	1	9.066	1,608	1,198	0,410
	2	14.139	2,257	1,203	1,054
	3	10.055	3,093	2,222	0,871
	4	7.381	2,821	2,068	0,752
	5	10.290	2,218	1,566	0,652
	6	9.075	3,881	2,752	1,129
	7	7.101	1,442	1,091	0,351
	8	9.551	1,704	0,857	0,847
	9	7.244	3,493	2,644	0,849
	10	10.037	3,042	1,880	1,162
	11	7.375	2,141	1,638	0,503
	12	8.838	2,334	2,039	0,295
	\hat{m}		2,503	1,763	0,740
I.C.		±0,013	±0,016	±0,010	
C_1 (manual)	\hat{m}		0,405	0,107	0,298
	I.C.		±0,009	±0,009	±0,012
C_2 (mecânico)	\hat{m}		2,023	1,368	0,655
	I.C.		±0,219	±0,346	±0,079

4.2.2 - Comparação entre os tratamentos

Os dados em percentagem da Tabela 14, foram transformados em ângulos correspondentes ($\hat{\text{ângulo}} = \text{arc sen } \sqrt{\%}$) segundo Bliss, SNEDECOR, 1946 (26) e foi feita a análise da variância utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, composto de 8 tratamentos com 12 repetições. As médias dos tratamentos foram comparadas, aplicando-se o Teste de Tukey. O resumo dessas análises encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15. Valores de F, coeficiente de variação, médias e diferença média significativa para percentagem de matéria estranha.

		% ME Total	% MEM	% MEV
Teste F (GL=7-88)		44,537**	39,886**	9,909**
Coef. de variação		16,676 %	25,37 %	17,425 %
Tratamento	1	0,418	0,106	0,312
	2	0,393	0,108	0,285
	3	2,278	1,780	0,498
	4	2,453	1,797	0,656
	5	1,246	0,645	0,601
	6	1,650	0,803	0,850
	7	2,010	1,424	0,586
	8	2,503	1,763	0,740
d.m.s. - 5%		0,620	0,536	0,280
d.m.s. - 1%		0,801	0,738	0,341

** Diferença entre tratamentos com significância ao nível de 1% de probabilidade.

- 1) O carregamento mecânico implicou em grande aumento de matéria estranha quando comparado com o processo manual. Esse resultado confirmou o encontrado na primeira fase do trabalho e está de acordo com a literatura citada.
- 2) A diferença de tipo de solo não influenciou dentro dos mesmos processos de carregamento.
- 3) No carregamento mecânico, o sistema de formação de leiras arrasta maior quantidade de matéria estranha total e mineral do que o sistema de pré-amontoa das canas. Isto confirma os resultados da primeira fase deste trabalho e os encontrados por Williams et alii, citados anteriormente.
- 4) No carregamento mecânico, o sistema de montes arrastados praticamente foi equivalente ao arraste das leiras. Ambos aumentaram a quantidade de matéria estranha total e mineral quando comparados com o sistema de amontoa manual antes do carregamento mecânico. Entretanto, em solo arenoso o sistema de montes arrastados não diferiu significativamente do sistema de montes sem arraste.
- 5) Para a componente vegetal da matéria estranha, não houve diferença significativa entre os 3 sistemas de disposição das canas no solo antes do carregamento, isto é, em leiras, em montes ou em montes arrastados.
- 6) Esses resultados mostram que os fatores mais influentes no aumento da percentagem de matéria estranha estão ligados ao problema do arrasto das canas no solo, antes do carregamento. As carregadoras nacionais, no início da fabricação, apresentavam modelos com rastelo fixo. Es

se sistema foi depois modificado pela introdução de um pistão hidráulico que permite um pequeno curso do rastelo, levantando-o do chão (Gráficos nºs 8 e 9, p. 91). Esse dispositivo melhorou consideravelmente o trabalho da máquina, mas a perfeição da operação ainda depende muito da habilidade do operador, impedindo que o rastelo penetre no solo. O sistema de rastelo com patins flutuantes que deslizam sobre o terreno (Gráfico nº 10, p. 92), ou, o de rastelo com rodas (Gráfico nº 12, p. 92), aparentemente devem melhorar o serviço executado. Entretanto, carregadoras do tipo sem rastelo, como a apresentada por TOFT, 1968 (28) e usada na Austrália, (Gráfico nº 11, p. 93), parecem ser melhor solução, eliminando de vez o arrasto das canas. O seu uso exige, contudo, o repasse manual dos colmos desgarrados.

4.2.3 - Influência da umidade do solo

Em vista dos trabalhos da primeira fase, realizados em 1971, quando a umidade do solo se mostrou um fator importante para o carregamento, pesquisou-se nos dados obtidos em 1972, a existência de uma correspondência funcional entre a percentagem de umidade do solo e a percentagem de matéria estranha, no carregamento mecânico: tratamentos (3), (4), (5), (6), (7) e (8), apresentados e ordenados na Tabela 16.

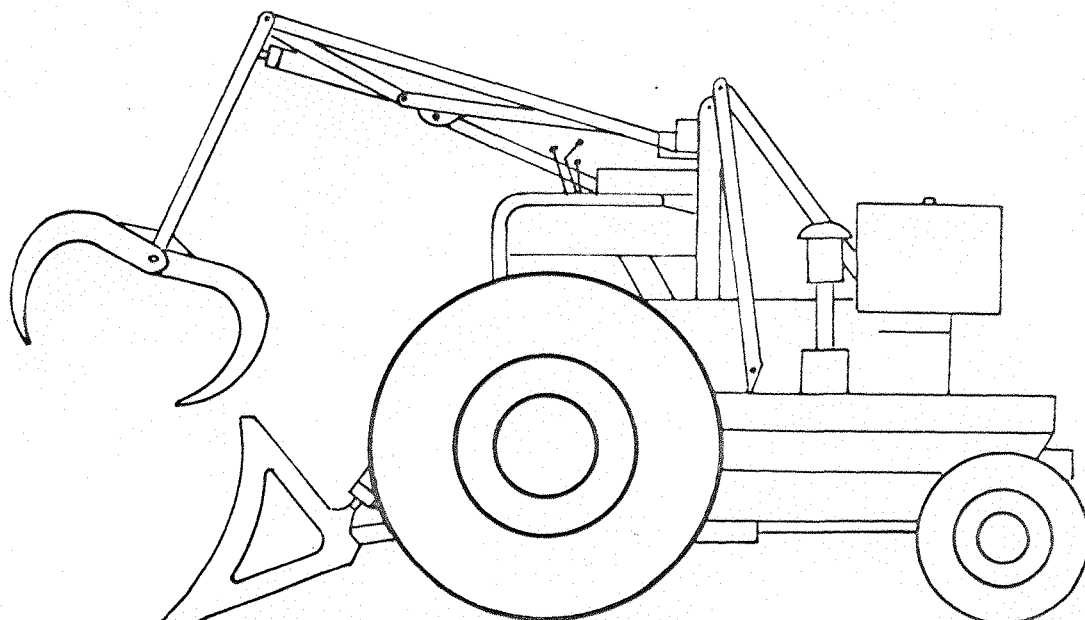


GRÁFICO Nº 8 - CARREGADORA MOTOCANA MOD.-MT-1000

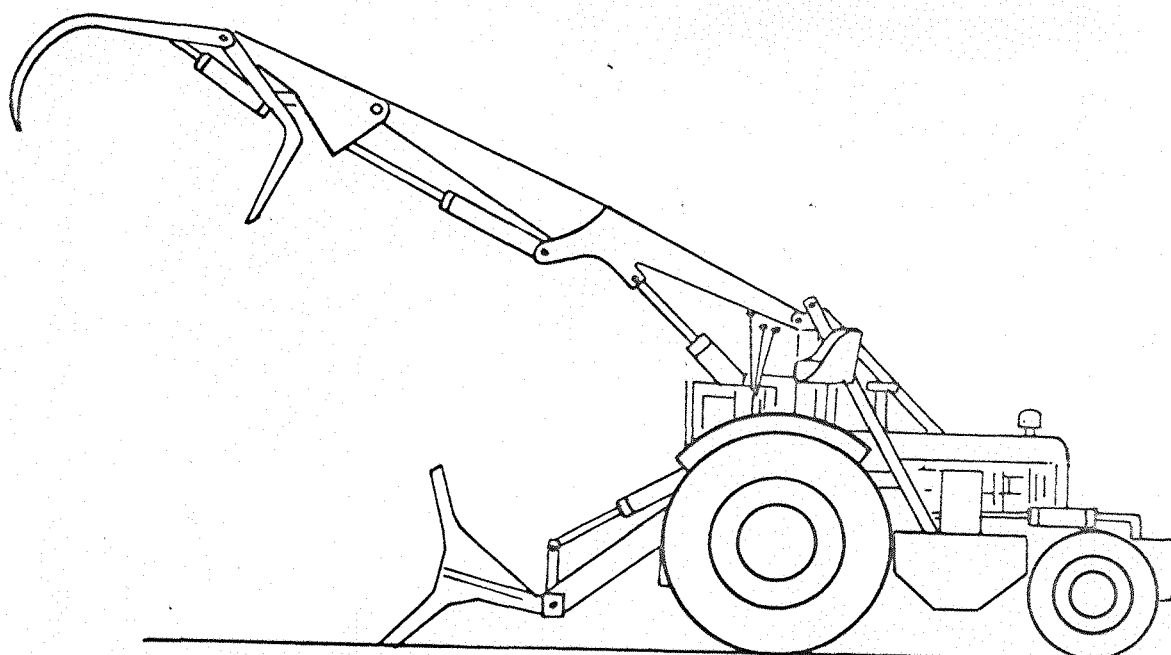


GRÁFICO Nº 9 - CARREGADORA SANTAL MOD. CMP.6

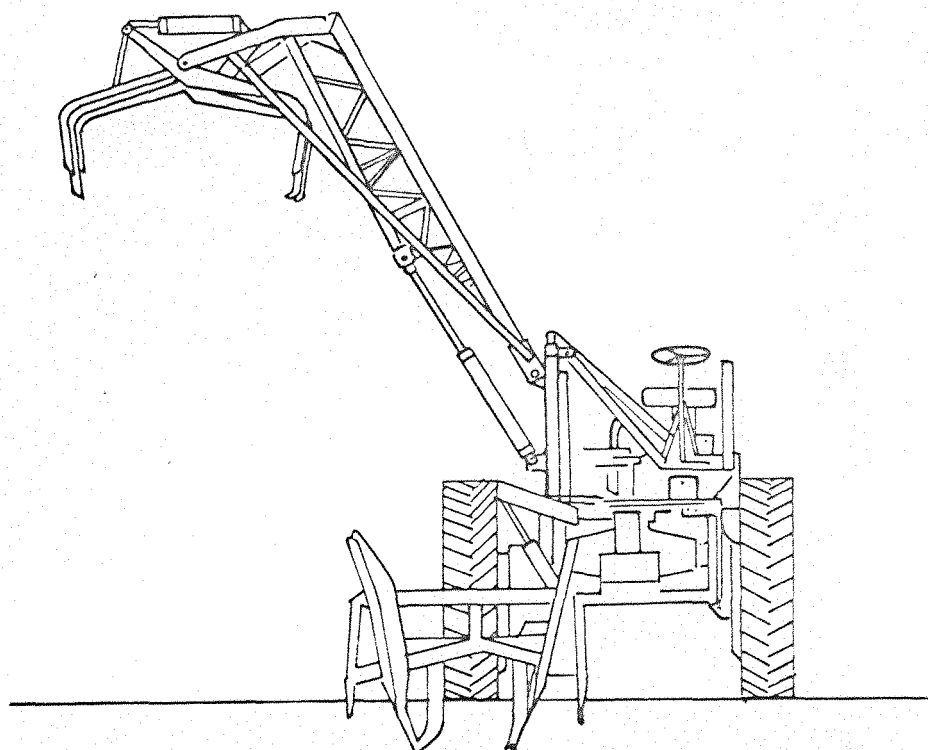


GRÁFICO Nº10 - CARREGADORA THOMSON MOD. HURRYCANE

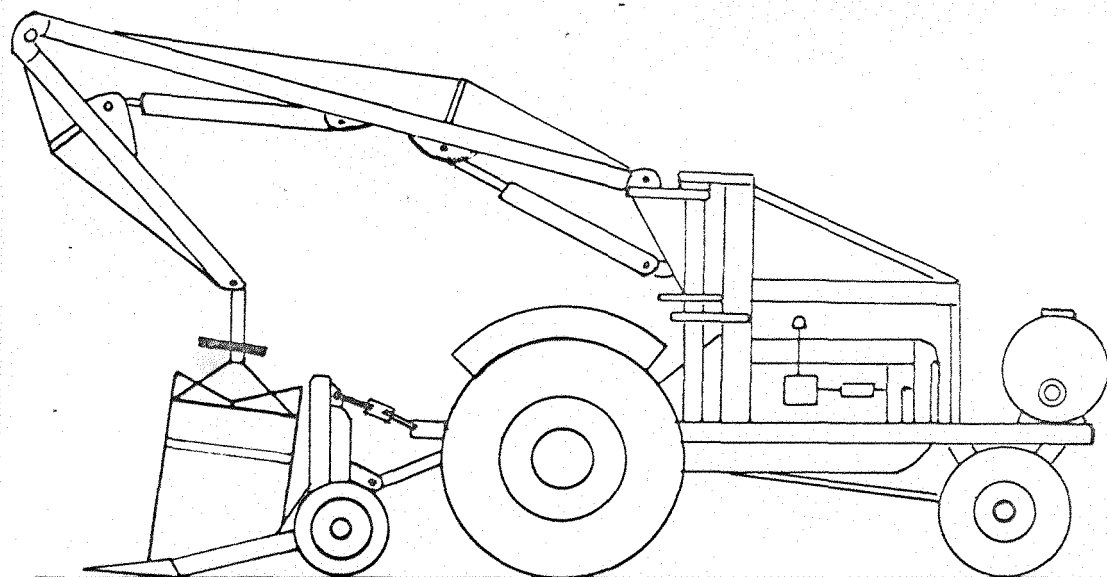


GRÁFICO Nº12 - CARREGADORA TOFT- MOD. AUSTRALIANO

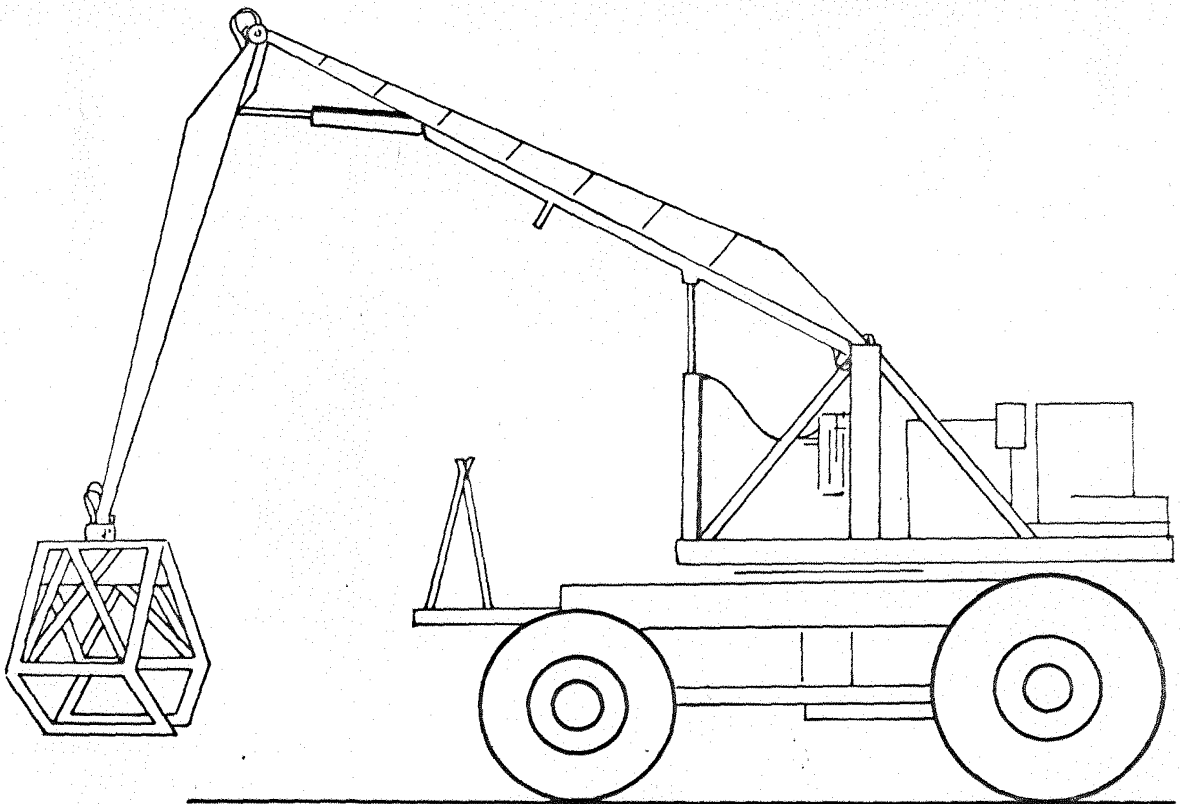


GRÁFICO N°11 - CARREGADORA TOFT HYDROLOAD H.L. 300

Tabela 16. Percentagem de umidade do solo e de matéria estranha nos tratamentos referentes ao carregamento mecânico feito em 1972.

% Umidade	% ME	% MEM	% MEV
Trat. - 3			
(C ₂ D ₁ S ₁)			
17,17	1,944	1,502	0,442
17,17	3,137	2,531	0,606
18,95	1,718	1,289	0,429
18,95	2,640	2,160	0,480
21,27	2,346	1,757	0,589
21,27	1,589	1,125	0,464
26,89	1,604	1,215	0,389
26,89	2,399	1,898	0,501
27,85	3,363	2,653	0,710
27,85	2,738	2,337	0,401
27,85	2,101	1,766	0,335
27,85	1,754	1,128	0,626
Trat. - 4			
(C ₂ D ₁ S ₂)			
28,27	2,546	2,008	0,538
30,07	3,632	3,212	0,420
30,23	2,148	0,775	1,373
30,23	1,478	0,587	0,891
31,11	2,291	1,737	0,554
31,11	2,246	1,677	0,569
31,11	1,818	1,058	0,760
31,11	2,729	2,191	0,538
31,11	2,911	2,398	0,513
31,11	3,555	2,910	0,645
33,93	2,114	1,500	0,614
33,93	1,971	1,511	0,460
Trat. - 5			
(C ₂ D ₂ S ₁)			
15,70	1,175	0,429	0,746
15,70	1,036	0,429	0,607
16,53	0,666	0,336	0,330

Tabela 16. (continuação)

% Umidade	% ME	% MEM	% MEV
Trat. - 5			
$(C_2D_2S_1)$			
16,53	0,877	0,350	0,527
19,04	0,931	0,418	0,512
23,38	1,192	0,390	0,802
23,38	1,413	0,543	0,870
24,26	1,390	0,792	0,598
25,56	1,129	0,472	0,657
25,56	1,051	0,487	0,564
26,79	2,522	2,015	0,507
28,44	1,575	1,074	0,501
Trat. - 6			
$(C_2D_2S_2)$			
18,07	1,122	0,422	0,699
20,45	0,697	0,332	0,365
23,33	1,407	0,915	0,492
23,33	0,866	0,485	0,381
23,47	1,041	0,411	0,630
27,98	2,034	1,077	0,957
28,78	1,582	0,453	1,129
28,96	3,340	3,146	0,194
31,17	2,212	0,673	1,539
31,38	1,771	0,325	1,446
33,93	1,193	0,480	0,713
35,40	2,572	0,920	1,652
Trat. - 7			
$(C_2D_3S_1)$			
16,57	2,191	1,678	0,513
18,34	2,565	1,949	0,616
18,34	2,546	1,921	0,625
19,04	1,401	1,040	0,361
19,04	1,810	1,271	0,539
21,42	1,451	0,937	0,514
22,08	0,781	0,506	0,275
23,38	1,867	1,169	0,698
23,38	2,357	1,553	0,804

Tabela 16. (continuação)

% Umidade	% ME	% MEM	% MEV
Trat. - 7 (C ₂ D ₃ S ₁)			
24,26	2,978	2,004	0,974
25,56	3,010	2,393	0,617
28,44	1,171	0,676	0,495
Trat. - 8 (C ₂ D ₃ S ₂)			
18,07	1,704	0,857	0,847
19,62	2,334	2,039	0,295
20,45	1,442	1,091	0,351
23,47	3,493	2,644	0,849
27,98	3,042	1,880	1,162
28,52	2,218	1,566	0,652
28,64	1,608	1,198	0,410
28,64	2,257	1,203	1,054
28,78	3,881	2,752	1,129
30,99	3,093	2,222	0,871
30,99	2,821	2,069	0,752
33,93	2,141	1,638	0,503

Primeiramente se calculou a variância da regressão linear para os dados em conjunto, de acordo com PIMENTEL GOMES, 1970 (24), e em sequência a equação correspondente dos efeitos significativos.

- 1) Para a matéria estranha total o efeito linear foi significativo ao nível de 5%, apresentando $F = 6,030^*$ e $GL = 1-70$. Espera-se um aumento de percentagem de matéria estranha total (\hat{Y}_1) quando a percentagem de umidade do solo (X_1) cresce, de acordo com a equação:

$$\hat{Y}_1 = 5,133477 + 0,113143 X_1$$

Esse resultado confirma as informações de HUMBERT & PAYNE, 1960 (18) no Havai; MAYORAL & VARGAS, 1965 (20), SAMUELS, 1969 (25) em Porto Rico, WADDELL & PRICE, 1965 (29) na Austrália e FORS, 1972 (14) no México.

2) Para a matéria estranha de origem mineral não houve efeito linear.

3) Para a matéria estranha de origem vegetal (\hat{Y}_2) houve um efeito linear significativo ao nível de 5%, sendo $F = 4,2344^*$ representado pela equação:

$$\hat{Y}_2 = 3,03538 + 0,059674 X_2$$

O que quer dizer que à medida que a umidade (X_2) cresceu houve um aumento da matéria estranha vegetal (\hat{Y}_2).

4) Isolando-se o fator solo arenoso não foi possível encontrar efeito linear para a regressão em nenhum tipo de matéria estranha.

5) Para os solos argilosos, apenas a matéria estranha total apresentou o efeito linear, com $F = 6,827098^*$ e $GL = 1-34$ resultando aumento da matéria estranha (\hat{Y}_3) que acompanha o aumento da umidade do solo (X_3) segundo a equação:

$$\hat{Y}_3 = 4,38930 + 0,13931 X_3$$

O coeficiente de regressão 0,13931 desta equação mostra que a ação da umidade é levemente mais acentuada em solos argilosos do que o efeito geral encontrado para os dados reunidos.

Estudo da regressão dentro dos tratamentos

Não houve efeito da regressão linear para os tratamentos 3 ($C_2D_1S_1$), 4 ($C_2D_1S_2$), 7 ($C_2D_3S_1$) e 8 ($C_2D_3S_2$).

- 1) No tratamento 5 ($C_2D_2S_1$) o efeito linear foi positivo somente para a matéria estranha de origem mineral ao nível de 5% de probabilidade.

$F = 7,39147^*$ GL = 1-10, de acordo com a equação:

$$\hat{Y}_4 = 0,16758 + 0,1944 X_4$$

- 2) No tratamento 6 ($C_2D_2S_2$) o efeito linear foi positivo para o total de matéria estranha com uma significância ao nível de 5% de probabilidade $F = 10,36330^*$ GL = 1-10 representada pela equação:

$$\hat{Y}_5 = 1,93189 + 0,18861 X_5$$

bem como, para a matéria estranha vegetal, também ao nível de 5%, sendo $F = 5,53344^*$ GL = 1-10, representada pela equação:

$$\hat{Y}_6 = 0,37036 + 0,17291 X_6$$

4.2.4 - Influência das variedades de cana

Tendo em vista o fato de terem ocorrido fortuitamente diferentes variedades de cana nos tratamentos mecânicos, sendo algumas de despalha mais difícil e podendo, portanto, proporcionar um aumento de detritos vegetais, foi estudada a influência das variedades na incidência de matéria estranha de origem vegetal. Para esta análise foram escolhidos

os carregamentos que apresentavam variedades melhor caracterizadas. As variedades CB 41-76 e CB 46-47 são de despalha fácil. As variedades CB 56-171 e CB 56-156 são de despalha difícil e apresentam pontas mais enfolhadas. A CB 36-24 é de despalha intermediária. Aplicou-se o teste t sobre os dados de percentagem de matéria estranha transformados em ângulos correspondentes ($\hat{\text{ângulo}} = \text{arc sen } \sqrt{\%}$) segundo Bliss, SNEDECOR, 1946 (26). Os dados estão apresentados nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 17. Médias de MEV, desvio padrão da média e coeficiente de variação no carregamento mecânico, 1972

Variedades	Nº amost.	Média %	IC 90%	Média *	S(\hat{Y}) *
CB 41-76	44	0,671	$\pm 0,093$	4,482	1,040
CB 46-47	3	0,669	$\pm 0,001$	4,487	0,140
CB 36-24	4	0,638	$\pm 0,074$	4,545	0,074
CB 56-171	2	1,121	$\pm 0,529$	6,073	0,660
CB 56-156	3	0,908	$\pm 0,037$	5,407	0,376

* Valores transformados.

Tabela 18. Valores de t para contraste entre variedades

Contrastes	t	GL	Nível
CB 41-76 versus CB 46-47	0,050	44	
CB 41-76 versus CB 36-24	0,159	45	
CB 41-76 versus CB 56-171	2,348*	43	5%

Tabela 18. (continuação)

Contrastes	t	GL	Nível
CB 41-76 versus CB 56-156	2,991*	44	1%
CB 46-47 versus CB 36-24	1,144	5	
CB 46-47 versus CB 56-171	2,376*	3	10%
CB 46-47 versus CB 56-156	3,243*	4	5%
CB 36-24 versus CB 56-171	2,002	4	
CB 36-24 versus CB 56-156	1,848	5	
CB 56-171 versus CB 56-156	0,937	3	

Os resultados dos contrastes mostraram que as variedades de despalha mais difícil, CB 56-171 e CB 56-156, conduziram à maior percentagem de matéria estranha de origem vegetal no carregamento mecânico, o que confirma o encontrado por SAMUELS, 1969 (25) em Porto Rico.

4.2.5 - Influência do rendimento agrícola

Tendo em vista que a produção elevada de um canavial pode conduzir ao tombamento das canas, tornando-as tortas e enraizadas, causando dificuldades no corte e provavelmente dificuldades no carregamento, tentou-se relacionar a variável toneladas de cana por hectare com a variável matéria estranha no carregamento mecânico.

Calculou-se a regressão linear, a partir dos dados transformados de matéria estranha, segundo Bliss em obra citada, conforme indicado na Tabela 19. A análise da variância para a regressão mostrou que F não foi significativo para matéria estranha total, mineral e vegetal, do que se concluiu não haver relação entre as duas variáveis, no âmbito deste trabalho.

Tabela 19. Dados ordenados do rendimento agrícola dos canaviais e percentagem da matéria estranha (transformada) no carregamento mecânico, 1972

t/ha	% ME total Transformada	% MEM Transformada	% MEV Transformada
35	9,140	8,160	4,078
40	10,571	9,375	4,830
40	9,525	8,790	3,634
40	8,332	7,635	3,315
40	7,609	6,096	4,538
40	6,098	3,940	4,648
40	5,883	4,000	4,306
40	5,073	4,070	3,005
40	8,785	8,208	3,115
45	7,530	6,521	3,756
45	9,352	8,480	3,970
45	7,213	5,947	4,054
45	6,212	8,160	4,078
45	8,200	5,956	5,611
45	10,047	7,878	6,187
50	7,279	6,329	3,575
50	8,908	7,916	4,054
50	6,269	3,58	5,136
50	6,831	4,22	5,350
50	7,851	6,206	4,792
50	8,828	7,162	5,142
50	9,230	5,500	7,384
50	7,646	3,270	6,911
50	8,484	4,700	7,130
50	6,817	5,485	4,018
50	5,322	3,990	3,535
55	8,013	7,045	3,810
55	10,203	9,156	4,464
55	4,678	3,320	3,290

Tabela 19. (continuação)

t/ha	% ME total Transformada	% MEM Transformada	% MEV Transformada
55	5,352	3,390	4,158
55	9,183	7,964	4,535
55	9,217	8,023	4,504
60	5,533	3,710	4,098
60	6,800	5,852	3,445
60	7,710	6,475	4,206
60	8,512	7,442	4,102
60	7,288	6,285	3,670
60	8,634	6,298	5,891
60	8,564	7,192	4,628
60	7,499	5,311	5,281
60	6,079	3,728	4,796
65	8,807	7,615	4,397
65	7,245	6,088	3,906
65	6,223	3,760	4,954
65	5,841	3,760	4,468
65	6,775	5,110	4,432
65	6,923	5,550	4,106
65	9,943	8,130	5,662
65	10,988	10,329	3,720
65	9,509	8,512	4,202
65	9,829	8,906	4,102
65	10,868	9,827	4,605
65	4,788	3,300	3,465
65	10,129	8,572	5,353
65	9,668	8,268	4,976
65	6,901	5,995	3,395
70	8,426	5,050	6,733
70	6,987	4,390	5,413
70	9,183	8,130	4,202
70	8,358	7,040	4,496
70	8,069	7,065	3,890
70	7,229	3,862	6,098
70	5,855	3,675	4,550
70	6,271	3,970	4,842
70	11,362	9,548	6,098
70	10,769	9,359	5,287
70	8,412	7,354	4,062
75	8,796	10,218	2,524
100	8,703	7,571	4,266
100	8,617	7,439	4,326
100	7,748	5,902	5,000
	F=0,7711	F=0,5532	F=0,2924

4.2.6 - Influência do aprumo das canas

Embora não se tivesse encontrado relação entre o rendimento agrícola e a incidência de matéria estranha, sabe-se que as canas tombadas e tortas deixam um espaço entre as mesmas, ao se formarem os feixes para o carregamento, o que o vulgo chama de "gaiolas". Em consequência das "gaiolas", maior quantidade de matéria estranha poderia ser levantada no ato do carregamento. Para pesquisar esse efeito, os carregamentos foram agrupados em:

- a) canas eretas (61 amostras);
- b) canas tortas formando "gaiolas" (4 amostras).
- c) canas tombadas (5 amostras)

Calculadas as médias transformadas em ângulos e o desvio padrão das médias, aplicando-se em seguida o teste t. Estabeleceu-se o contraste entre os tratamentos conforme mostram as Tabelas 20, 21 e 22.

Tabela 20. Médias e intervalo de confiança das percentagens reais de matéria estranha, para as diferentes formas de canas, 1972

Tratamentos	Médias em %			Intervalo de Confiança a 90%		
	% ME	% MEM	% MEV	% ME	% MEM	% MEV
Canas eretas	1,754	1,234	0,520	±0,010	±0,008	±0,004
Canas tortas ("gaiolas")	2,952	2,145	0,807	±0,064	±0,025	±0,045
Canas tombadas	2,268	1,707	0,561	±0,005	±0,007	±0,003

Tabela 21. Médias e desvio padrão das médias transformadas segundo Bliss, da percentagem de matéria estranha, para as diferentes formas de canas, 1972

Tratamentos	% ME total		% MEM		% MEV		Nº am.
	méd.	s(\hat{y})	méd.	s(\hat{y})	méd.	s(\hat{y})	
Canas eretas	7,608	0,336	6,377	0,255	4,425	0,121	61
Canas tombadas	8,660	0,044	7,505	0,066	4,296	0,030	5
Canas tortas ("gaiolas")	9,899	0,230	8,420	0,152	5,165	0,189	4

Tabela 22. Valores de t para os contrastes entre as formas das canas, 1972

Contrastes	Valores de t			GL	Níveis signif.
	% ME	% MEM	% MEV		
Canas eretas versus canas tortas	4,042*	5,017*	2,385*	63	2%
Canas eretas versus canas tombadas	2,769*	3,516	0,855	64	1%
Canas tortas versus canas tombadas	4,520*	4,205	3,971*	7	1%

Verifica-se, pois, que:

- 1) A percentagem de matéria estranha total e mineral, foi maior nas canas tombadas do que nas canas eretas e maior ainda nas canas tortas, formando "gaiolas", no carregamento mecânico.

2) A percentagem de matéria estranha de origem vegetal foi maior nas canas tortas do que nas canas tombadas. Foi maior nas canas tortas do que nas canas eretas. Não houve diferença significativa entre canas eretas e tombadas.

Esses resultados estão de acordo com WILLIAMS et alii, 1968 (30), que relata o fato de que as canas tortas e enraizadas conduzem a um aumento de raízes e sujeira apanhadas pela carregadora na leira e nos montes.

CAPÍTULO 5

R E S U M O E

C O N C L U S Õ E S

5.1 - Resumo

O presente trabalho teve por principal objetivo determinar a percentagem de matéria estranha contida na cana-de-açú - car atualmente entregue às usinas, procurando-se identificar os principais fatores que influem na operação de carregamento e determinar a maior ou menor incidência da matéria estranha.

O tema em apreço reveste-se de particular interesse quando se considera o volume de cana manuseado e o incremento da operação mecânica no carregamento e a sua importância na agro-indústria açucareira do Brasil, especialmente para o Estado de São Paulo.

Foram dados dois tipos de enfoque à pesquisa. No ano de 1971 realizou-se um levantamento ao acaso, da incidência de matéria estranha na carga dos caminhões transportadores de cana, em três usinas do Estado de São Paulo. No ano seguinte foram executados carregamentos experimentais de forma pré-determinada, tendo em vista os processos mais característicos de carregamento verificados no ano anterior.

No primeiro caso, determinou-se a distribuição da frequência das percentagens de matéria estranha e a existência ou não de diferenças estatisticamente significativas entre os diversos processos de carregamento observados. No segundo caso, determinou-se a significância estatística entre os processos de carregamento executados experimentalmente; a relação entre a percentagem de matéria estranha e: (a) o teor de umidade do solo, (b) as variedades de canas quanto a despalha, (c) o rendimento agrícola do canavial e (d) a prumo das canas.

O procedimento estatístico adotado nas comparações entre os processos de carregamento foram na primeira fase, o teste t e, na segunda fase, o teste F seguido da comparação das médias pelo teste de Tukey. As comparações entre os teores de umidade do solo e os rendimentos agrícolas do canavial foram feitas através de equações de regressão; as comparações entre as variedades de canas quanto a despalha e o aprumo, através do teste t.

5.2 - Conclusões

Com base nas condições em que este trabalho foi realizado, no material e métodos utilizados e na análise e discussão dos resultados obtidos, pode-se tirar várias conclusões.

Conclusões de natureza geral

- 1) Em quaisquer condições, o carregamento mecânico conduz à maior percentagem de matéria estranha que o manual.
- 2) No carregamento manual, o tipo de solo não influi na incidência de matéria estranha. Tudo indica que o mesmo aconteça quanto à umidade do solo, para cana queimada ou crua e enfeixada ou solta.
- 3) De modo geral, o tipo de solo, arenoso ou argiloso, é um fator de pequena importância na incidência de matéria estranha. Sua ação é indireta sobre outros fatores estudados.
- 4) Na região pesquisada neste trabalho as percentagens médias de matéria estranha são muito inferiores às de outras regiões do mundo.

Conclusões específicas para os diferentes tipos de carregamento mecânico

- 1) O sistema de montes arrastados é o pior processo, pois pode conduzir a maiores percentagens de matéria estranha do que o arrasto de canas uniformemente distribuídas em leiras, principalmente se o solo for argiloso. Neste caso, o aumento da percentagem de matéria estranha é devido principalmente à componente de origem mineral.
- 2) O solo arenoso, no sistema de montes arrastados, conduz relativamente a menos matéria estranha do que em solo argiloso.
- 3) O melhor sistema é aquele de amontoar manualmente as canas antes da operação de carregamento e levantar cuidadosamente o monte somente com a garra.
- 4) O aumento da percentagem de matéria estranha é diretamente proporcional ao aumento da umidade do solo, principalmente em solos argilosos.
- 5) As variedades de cana com palha agarrada produzem maior percentagem de matéria estranha de origem vegetal do que as de palha solta.
- 6) O rendimento agrícola do canavial não tem, por si só, influência na percentagem de matéria estranha mas, quando as canas tombam, aumenta a matéria estranha total e a sua componente mineral. As canas tortas aumentam a percentagem de matéria estranha de origem vegetal.

CAPÍTULO 6

S U M M A R Y A N D
C O N C L U S I O N S

6.1 - Summary

The main objective of this study was to determine the percentage of foreign matter contained in the sugar cane that is presently delivered to the sugar mills, attempting to identify the principal factors that influence the loading operation and also determining the higher or lower incidence of foreign matter.

The subject in question assumes particular importance when one considers the amount of sugar cane handled, the increasing of the mechanical loading operation and its importance for the sugar industry in Brazil, mainly for the State of São Paulo.

The research was focused in two different manners. In 1971 a randomized survey was carried out on the incidence of foreign matter found in sugar cane loads hauled by truck in three sugar mills in the State of São Paulo. In the following year experimental loadings were made in a predetermined manner taking into account the most characteristic loading processes observed in the previous year.

In the first case, the frequency distribution of the percentages of foreign matter and the existence or non-existence of statistically significant differences among the various loading processes observed were determined. In the second case, the statistical significance among the loading processes executed experimentally and the relationship between the percentage of foreign matter and: (a) soil humidity content, (b) sugar cane varieties with regard to free trashing habit and blooming leaves, (c) agricultural yield of the cane field, and

(d) straight or recumbent habit.

The statistical procedure adopted in the comparisons between loading processes were: in the first phase, the t test, and in the second phase, the F test followed by the comparison of averages by Tukey's test. The comparisons of the humidity content of the soil and the agricultural yields of the cane field were made using regression equations; the comparisons of sugar-cane varieties with regard to green trash and the standing position of the cane, using the t test.

6.2 - Conclusions

Based on the situation under which this study was carried out, on the material and methods utilized, and on the analysis and discussion of the obtained results, several conclusions were drawn.

General conclusions

- 1) Under all circumstances, mechanical loading leads to a higher percentage of foreign matter than does manual loading.
- 2) In manual loading, the soil type does not influence the incidence of foreign matter. The same seems to be true with regard to soil humidity, burned or unburned cane, and also tied up or untied cane.
- 3) In general, the type of soil sandy or clayey - does not greatly influence the incidence of foreign matter. Its action is indirect on other factors studied.

- 4) In the researched region the percentage average of foreign matter is much lower than in other countries.

Specific conclusions for the different types of mechanical loading

- 1) The system of dragging with the machine the previous made by hand heaps is the worst process, since it may lead to higher percentages of foreign matter even than the system where the loader pushes the cane laying on the ground until the heap is sufficient for the grab, especially if the soil is clayey. In this case, the higher percentage of foreign matter is especially due to the mineral component of the soil.
- 2) The system of dragging heaps leads to a relatively lower percentage of foreign matter in sandy soil than in clayey soil.
- 3) The best system is that of heaping the cane by hand before the loading operation and careful grabbing the heap.
- 4) The percentage of foreign matter increases in the direct proportion with the increase of soil humidity, especially in clayey soils.
- 5) The varieties of sugar cane that have strongly attached sheaths produce a higher percentage of foreign matter of vegetable origin than do the free trashing varieties.

- 6) The agricultural yield of the cane field per se does not influence the percentage of foreign matter, but when the cane falls down, the total foreign matter and its mineral component increase. When the cane is crooked or bent, the percentage of vegetable foreign matter increases.

CAPÍTULO 7

L I T E R A T U R A

C I T A D A

1. BETANCOURT, A. F. - Materias extrañas en la cosecha de la caña de azúcar. Estudio General. Boln. Of. Asoc. Técnicos Azucareros Cuba 22 (2.3): 3-29, 1967.
2. BIRKETT, L. S. - The influence of tops and trash on the economics of sugar production. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12th Congr , Puerto Rico, 1965. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1967. p. 1636-42.
3. CENTRAL CANE PRICE BOARD. - Extraneous matter deduction- Hambleton, Goondi, Macknade, Victoria. Producers' Rev. 62 (3): 42-3, 1972.
4. CESTA NETTO, F. - Sugestões sobre a mecanização da colheita de canas: corte, carregamento e transporte. In: I Simpósio Nacional de Tratorização da Cultura Canavieira. Piracicaba I: 61-4, 1960.
5. CHURCHWARD, E. H. - Mechanical harvesting in Bundaberg District, Queensland. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12th Congr, Puerto Rico , 1965. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1967. p. 347-53.
6. CLAIRE, A. G. - Some thoughts on the reduction of extraneous matter. In: QUEENSLAND SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 33rd Confer, Bundaberg, 1966. Proceedings. p. 25-7.
7. CLAYTON, J. E. & WHITTEMORE, H. D. - Systems for cleaning immature tops and other trash from sugar cane. |Separata do 14th Congress of the international Society of Sugar Cane Technologists, New Orleans , 1971. 6p. |

8. COCHRAN, B. J. & CLAYTON, J. E. - Basic studies on mechanical detrashing of bulk sugar cane. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 13th Congr, Taiwan, 1968, Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1969. p. 1551-61.
9. D'APICE, M. L. B. - Análise dos custos de processos utilizados no corte, carregamento e transporte da cana-de-açúcar. Piracicaba, Esc. sup. Agric. "Luiz de Queiroz", tese MS, 1969. 157p.
10. DEACON, H. F. E. - Experiences in the use and development of plantation scale fully mechanised harvesting in the Caribbean. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 13th Congr, Taiwan, 1968. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1969. p. 1496-512.
11. ESTEVES JR., G. - Cosecha mecanizada: experiencias durante la zafra de 1968 con várias cosechadoras bajo condiciones variables en Puerto Rico. In: ANNUAL CONGRESS OF THE ASSOCIATION OF SUGAR TECHNOLOGISTS OF PUERTO RICO, Puerto Rico, 1968. Proceedings. p. 62-6.
12. FANJUL, R. - Two-row sugar cane harvesting combine. |Separata do 14th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, New Orleans, 1971. 7p.|
13. FERNÁNDEZ, S. F. - Influência de las materias extrañas en los cálculos del laboratorio. Boln. Of. Asoc. Técn. Azucareros de Cuba 22 (1): 5-19, 1967.

14. FORS, A. L. - Some observation on the mechanized harvest of sugar cane in Mexico. *Sugar y Azúcar* 67 (8): 19-21, 1972.
15. GAUNT, J. K. & ZAGORSKI, J. J. - Notes on the mechanization of sugar cane harvest. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 13th Congr, Taiwan, 1968. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1969, p. 1522-38.
16. GRAHAM, W. S. - Cane deterioration and extraneous matter. In: Report by Members of the Cane Payment Committee on a Visit to Australia and Mauritius. So. Afric. Sugar Assoc, 1970. p. 61-6 (mimeo.)
17. HUMBERT, R. P. - The growing of sugar cane. Amsterdam, Elsevier, 1963. 710p.
18. HUMBERT, R. P. & PAYNE, J. H. - Losses from wet weathers harvesting. *Hawaiian Planters' Record* 55 (4): 345-8, 1960.
19. JONES, A. L. - The determination of soil in cane. In: QUEENSLAND SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 33rd Confer, Bundaberg, 1966. Proceedings. p. 325-8.
20. MAYORAL, J. E. & VARGAS, M. C. - The effects of mechanically loaded cane on sugar factory. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12th Congr, Puerto Rico, 1965. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1967. p. 1627-35.
21. MORALES, E. - Efecto materia extraña en la fábrica. In:

- ANNUAL CONGRESS OF THE ASSOCIATION OF SUGAR TECHNOLOGISTS OF PUERTO RICO, Puerto Rico, 1969. Proceedings. p. 34-42.
22. NICHOLS, E. F. - Sugar cane trash and milling losses. In: THE SUGAR TECHNOLOGISTS ASSOCIATION OF TRINIDAD AND TOBAGO, 2nd Confer, Trinidad, 1968. p. 67-70.
23. PAYNE, J. H. & RHODES, L. J. - Assaying cane deliveries by core sampling and direct analysis. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12th Congr, Puerto Rico, 1965. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1967. p. 1552-60.
24. PIMENTEL GOMES, F. - Curso de estatística experimental. 4ª ed. Piracicaba, Esc. sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 1970. 430p.
25. SAMUELS, G. - Foreign matter in sugar cane: some basic facts. ANNUAL CONGRESS OF THE ASSOCIATION OF SUGAR TECHNOLOGISTS OF PUERTO RICO, Puerto Rico, 1969. p. 57-62.
26. SNEDECOR, G. W. - Statistical methods. 4ª ed. Ames, Collegiate, 1946. p. 449-50.
27. SYMES, R. T. - Clearing cane without burning. Sugar J. 34 (12): 20-1, 1972.
28. TOFT, C. B. - Development of some types of wholestalk mechanical harvest in Queensland. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 13th Congr, Taiwan, 1968. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1969. p. 1542-50.

29. WADDELL, C. W. & PRICE, R. A. - Mechanical harvesting in Australia and its effect on the sugars content of cane. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12th Congr, Puerto Rico, 1965. Proceedings. Amsterdam, Elsevier, 1967. p. 304-12.
30. WILLIAMS, J. et alii. - Symposium on mechanical loading. The J.A.S.T. Journal. Proceedings. 1968. p. 29-35.