

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES FONTES DE  
IMPUREZAS FIBROSAS DA CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE AS  
CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DO CALDO**

**Roberto Bovi**

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por ROBERTO BOVI e aprovada pela Comissão Julgadora em 11 de novembro de 1997.

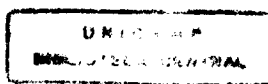
Campinas, 11 de novembro de 1997.

**Orientador: Prof. Dr. Gil Eduardo Serra**

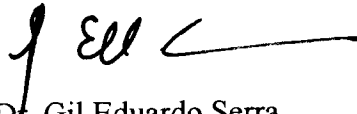
  
Prof. Dr. GIL EDUARDO SERRA  
Presidente da Banca.

**Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos, da  
Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor  
em Tecnologia de Alimentos**

**Campinas, setembro de 1997**



## Banca Examinadora



Prof. Dr. Gil Eduardo Serra

Prof. Dr. Sylvio Luís Honório

Prof. Dr. José Paulo Stupiello

Profa. Dra. Márcia J. Rossini Mutton

Profa. Dra. Marisa H. Jackix

Prof. Dr. Silvio Roberto Andrietta

Prof. Dr. Marco Antonio Azeredo Cesar

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Ao meu saudoso pai Abílio.

À minha mãe Edmilde

À minha esposa  
Sueli Maria

À minha filha  
Adriana

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Gil Eduardo Serra pela orientação, atenção apoio e disponibilidade prestados para a realização deste trabalho.

Aos Professores Marco Antonio Azeredo Cesar e José Paulo Stupiello, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, pelo incentivo e convívio e pela amizade.

Às Bibliotecárias Beatriz H. Giongo e Midian Gustinelli pelas orientações sobre citações bibliográficas.

Aos companheiros técnicos: Sylvino Luiz Torrezan, Rosemary Leonessa da Silva Mandro, Rubens César Pereira e Gislaine Maria Martis Nóbilo pela imprescindível colaboração nos inúmeros trabalhos realizados.

Ao Estagiário Arthur Costa Falcão Tavares pelo auxílio em recursos computacionais.

Ao Professor Dr. Murilo de Mello pelo auxílio no elaboração do Summary.

Aos Professores Décio Barbin , Sônia Maria Stefano Piedade pelo auxílio nas análises estatísticas e também ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Tadeu Alcides Marques pela colaboração.

Aos meus sogros Antonio Kerches de Campos e Zélia Nancy Amaral Campos um agradecimento especial pelo incentivo.

# ÍNDICE

|                                                                                 |      |
|---------------------------------------------------------------------------------|------|
| RESUMO .....                                                                    | i,ii |
| SUMMARY .....                                                                   | iii  |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                             | 1    |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                                                  | 2    |
| 2.1. Aspectos Gerais das Impurezas Vegetais na Cana-de-Açúcar .....             | 2    |
| 2.2. Efeitos de Impurezas Vegetais na Qualidade da Cana e<br>do Caldo .....     | 7    |
| 2.3. Efeitos de Impurezas Vegetais da Cana sobre o Processo<br>Industrial ..... | 9    |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....                                                     | 16   |
| 3.1. Material .....                                                             | 16   |
| 3.2. Preparo do Material .....                                                  | 17   |
| 3.3. Preparo dos Tratamentos .....                                              | 18   |
| 3.4. Métodos Tecnológicos e Analíticos .....                                    | 20   |
| 3.5. Análise Estatística .....                                                  | 24   |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                 | 25   |
| 4.1. Brix do Caldo .....                                                        | 25   |
| 4.2. Pol do Caldo .....                                                         | 29   |
| 4.3. Pureza do Caldo .....                                                      | 33   |
| 4.4. Açúcares Redutores do Caldo .....                                          | 37   |
| 4.5. Cinzas do Caldo .....                                                      | 41   |
| 4.6. Cor do Caldo Clarificado .....                                             | 45   |
| 4.7. Volume do Lodo Decantado .....                                             | 50   |
| 4.8. Fibra da Cana .....                                                        | 55   |
| 4.9. Pol da Cana .....                                                          | 62   |
| 4.10. Ágio Técnico .....                                                        | 69   |
| 5. CONCLUSÕES .....                                                             | 76   |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                             | 79   |

## RESUMO

O trabalho conduzido teve por objetivo verificar o efeito da presença de folhas verdes e folhas secas sobre parâmetros tecnológicos de colmos de cana-de-açúcar, tendo como controle ensaios com adição de fibra do colmo, ou seja, com adição de fibras extraídas do próprio colmo.

Os ensaios foram delineados tendo por base a adição de quantidades das fontes fibrosas para formular amostras que corresponderem a acréscimos absolutos de 0,25, 0,50 e 0,75 pontos percentuais sobre a fibra da cana do tratamento controle. Além da avaliação de parâmetros tecnológicos do caldo, foram avaliados a fibra e pol da cana, e também o ágio técnico sobre o valor da tonelada de cana. Foi utilizada a metodologia do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (SPCTS) com extração de caldo em prensa hidráulica padronizada e determinação da fibra pelo peso do bolo úmido (bagaço prensa). Também se avaliou o efeito sobre a clarificação do caldo, conduzida em laboratório, determinando a cor do caldo clarificado e o volume % de lodo decantado.

Os resultados mostraram que a presença de folhas verdes causam redução no Brix, pol e pureza do caldo; elevação do teor de açúcares redutores e cinzas do caldo; elevação da cor do caldo clarificado e do volume de lodo decantado; redução na pol da cana e ágio técnico. As folhas secas provocaram ligeiros aumentos na cor do caldo clarificado e no volume de lodo decantado; redução na pol % cana e ágio técnico. A adição de fibra do colmo, como esperado, mostrou apenas redução na pol % cana e ágio técnico. Esses resultados, estatisticamente significativos ao nível de 1% de significância, foram expressados por equações de regressão linear e coeficientes de correlação.

Da folha verde são extraídos água e compostos que são os responsáveis pelas alterações na composição do caldo, devido ao efeito de diluição e presença de substâncias não-sacarose; o

extrato foliar interfere na clarificação do caldo. Dos resultados de clarificação do caldo, conclui-se que da folha seca também são extraídos compostos solúveis, todavia não detectados através das análises do caldo.

A adição de fibras aos colmos, nas formas de folha verde e folha seca provocaram a detecção de valores de fibra da cana (pelo método da prensa e segundo o peso do bolo úmido) maiores que os valores programados; para a folha verde este fato aliado à redução do Brix, pol e pureza do caldo, mostra que em relação a outras impurezas vegetais fibrosas é aquele que determina menores valores de pol da cana e ágio técnico. O acréscimo da fibra % cana acima daqueles programados é atribuído ao maior teor de umidade retida pelas partículas de folha verde; no caso da folha seca é atribuído à presença de componentes solúveis que não são totalmente extraídos na prensagem para retirada do caldo da amostra. A adição de fibra do colmo se refletiu em valores de fibra da cana bastante próximos daqueles programados, ou seja, não causaram desvio nos teores de fibra determinados.

## SUMMARY

With the aim of evaluating the effect of green and dry leaves presence over technological parameters of sugar cane stalks the present work was carried out; the addition of stalk fiber was also carried out as a reference control.

It was made several additions of fibrous material (0.25; 0.50 and 0.75%) extracted from sugar cane stalks. It was measured sucrose and fiber content and the effect on the juice clarification. The juice was extracted in a automatic hydraulic press.

In the presence of green leaves there was a reduction in Brix and Pol; and a higher level of reducing sugars and ash was obtained. The addition of stalk fiber only caused a reduction in the polarization of sugar cane juice. These conclusions were based on linear regression equations.

With the addition of fiber in the form of green and dry leaves occurred a little increase on clarified juice color and mud volume.

The addition of green leaves to the sugar stalks before juice extraction caused higher levels of fibers when compared to dry leaves. It was discussed the presence of soluble components in green leaves to explain this phenomenon.



# 1. INTRODUÇÃO

A quantidade e o tipo de impurezas presentes na matéria-prima têm influência sobre o valor da tonelada de cana, calculada com base no sistema de pagamento vigente pelo teor de sacarose, e também sobre o processamento e rendimento industrial.

As principais impurezas vegetais provêm da própria planta de cana-de-açúcar e podem ser constituídas por folhas verdes e secas, cartuchos, palmitos e chupões; também participam o solo e, em alguns casos, plantas que infestam canaviais sem o devido controle de ervas daninhas.

A prática da queima do canavial altera a composição e proporção de impurezas, em relação à cana crua. As impurezas, como as folhas verdes, cartuchos e palmitos, podem ser parcial ou quase totalmente carbonizadas, ou terem seu teor de umidade reduzido.

As impurezas causam um aumento da fibra industrial e conseqüentemente redução na capacidade de moagem e extração.

Este estudo envolveu o efeito de fontes distintas de fibras como folhas verdes e folhas secas, e também o efeito da própria fibra do colmo de cana. Esta última foi incluída para servir como referencial para avaliação do efeito da adição de fibras das outras fontes; o efeito da fibra da cana foi observado através da adição de fibra do próprio colmo, após sucessivas lavagens para extração de materiais solúveis.

Outra particularidade deste estudo é a adição das diversas impurezas de modo que os tratamentos tenham por base comum a adição de teores de fibras idênticos.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito da presença de folhas verdes, folhas secas e a adição de fibra do próprio colmo, sobre características tecnológicas do caldo e sua clarificação, bem como a influência sobre parâmetros relacionados com a qualidade de cana e seu valor segundo o sistema de pagamento pelo teor de sacarose e pureza do caldo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aspectos Gerais das Impurezas Vegetais na Cana-de-Açúcar

Birkett (1967) define a cana limpa como livre do palmito e folhas. A cana verdadeiramente limpa não é uma realidade industrial mesmo nas circunstâncias mais favoráveis e assim o seu significado é tomado como a da cana mais limpa que é possível obter no campo. O mesmo autor esclarece que o termo “trash” utilizado na língua inglesa, refere-se a impurezas da cana compostas por folhas secas ou parcialmente secas que estão aderidas ao colmo ou não. A fibra industrial é a soma da fibra real e das impurezas (Gonçalves, 1987).

A maioria das variedades desfolham continuamente após a décima folha; aquelas que são consideradas como más desfolhantes retêm as bainhas mesmo quando as lâminas foliares secam, não queimam bem e produzem cana com mais impureza na colheita mecânica. Canas com colmo mais fino ou menor apresentam maior proporção de “trash”; o ideal é conduzir o canavial de modo a ter: menor número de colmos; colmos altos, eretos e grossos; boas características de despalha natural (Rozeff, 1995). Esse autor também apresenta dados interessantes a respeito da ação da queima do canavial sobre as folhas e colmos, como apresentado a seguir:

| Antes da Queima           |       |         |              | Após a Queima |         |              | Perdas Devidas à Queima                                         |         |              |
|---------------------------|-------|---------|--------------|---------------|---------|--------------|-----------------------------------------------------------------|---------|--------------|
|                           | Massa | Umidade | Matéria Seca | Massa         | Umidade | Matéria Seca | Observações                                                     | Umidade | Matéria Seca |
|                           | t     | %       | t            | t             | %       | t            |                                                                 | t       | t            |
| Colmos                    | 36,3  | 73      | 9,80         | 35,39         | 72      | 9,80         | 2,5% de perda de peso                                           | 0,91    | 0            |
| Folhas secas aderidas     | 1,98  | 24      | 1,50         | 1,0           | 48      | 0,52         | 65% completamente queimada<br>35% com maior umidade, permanecem | 0       | 0,98         |
| Folhas secas desprendidas | 1,98  | 17      | 1,64         | 0             | -       | 0            | 100% queimada                                                   | 0,34    | 1,64         |
| Folhas verdes laterais    | 7,42  | 84      | 1,19         | 3,71          | 67,9    | 1,19         | perda de umidade                                                | 3,71    | 0            |
| Folhas verdes superiores  | 6,0   | 84      | 0,96         | 4,33          | 77,8    | 0,96         | perda de umidade                                                | 1,67    | 0            |
| Total ou Média            | 53,68 | 71,9    | 15,09        | 44,43         | 71,9    | 12,47        |                                                                 | 6,63    | 2,62         |

Fonte: ROZEFF (1995)

Os resultados de Rozeff (1995) sugerem um comportamento bastante diferenciado para a folha seca aderida e aquela desprendida, após a queima do canavial; a aderida adquire umidade e pode influir na extração de modo totalmente diverso de impurezas secas.

Scott (1977) revela ser alarmante o fato da qualidade da folha do “trash” ser de natureza mais prejudicial que da fibra da cana. A fibra do “trash” impõe limitações mais significativas na fibra processada pela moenda que a própria fibra da cana. Comenta que uma redução no “trash” resulta em menores custos de transporte e redução do período de moagem em razão da menor massa a ser moída.

Em colheita mecânica de cana queimada, Furlani et al. (1980) situam o teor médio de impurezas totais entre 3,3 a 6,8%; as folhas e palhas variaram entre 0,4 a 2,2%. Ripoli apud Furlani Neto et al. (1980) obteve valores, também em colheita mecânica, de 0,1 a 3,9% para folhas e palhas.

O “trash” composto por folhas variou entre 1,6 a 4,1 % em cana crua picada, colhida por colhedoras combinadas. Para corte manual e carregamento mecânico as folhas variaram entre 1,8 a 2,4% e 1,1 a 1,4% para cana queimada e crua, respectivamente (Tambosco et al., 1977).

Os dados de Betancourt apud Stupiello & Fernandes (1984) mostram que as folhas representam cerca de 42% das impurezas totais em colheita manual ou semi-mecanizada e 35% na mecanizada. Ripoli & Mialhe apud Stupiello & Fernandes (1984), dizem que as folhas representam em média 1,5% em relação ao carregamento.

Degaspari (1986) em estudo realizado durante três meses, em uma destilaria autônoma, constatou que a colheita de cana integral, isto é, sem desponte, proporcionou uma redução de 12,4% no custo da tonelada de cana entregue na fábrica; elimina também a operação de enleiramento e queima do palhico. Por outro lado, aumentou em 7,4% a matéria estranha transportada. Ressalta que as desvantagens são maiores para a indústria, mas considerando a inexistência de perdas de cana

agregada ao palmito e ao palmito em si, ocorreu aumento da produção de álcool por hectare. A colheita de cana integral é uma alternativa que pode ser praticada em determinadas ocasiões e situações.

O corte de cana com ponta reflete um aumento no rendimento do corte manual de cerca de 40% para cana-planta e de até 80% para cana-soca, segundo Oliveira & Bullio (1988). Esses autores lembram que como o custo do corte manual é baseado no peso de cana cortada, aquele maior rendimento não resulta em economia direta para a empresa.

Belodi (1988) ao avaliar o efeito do processamento de cana com ponta determinou que a média das impurezas vegetais foi de 4,2% para cana sem ponta e 8,1% para com ponta; na cana com ponta, os ponteiros representaram 77% das impurezas e as folhas 23%. Afirmam que quantidades anormais de impurezas são penalizadas suavemente pelo Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose, e como consequência induz a um erro na avaliação da eficiência do processamento, reduzindo a eficiência geral industrial.

Se um produtor ao invés de entregar 1 tonelada de cana limpa, acrescentar todo o “trash” que deriva dela, aumentaria o peso em cerca de 20%. O rendimento de 97,72kg de açúcar por tonelada cai com a adição de 5% de folhas verdes ou secas, para 91,08 (-6,64) e 89,12 (-8,60), respectivamente (Barreto, 1991).

O cartucho de folhas e especialmente o palmito apresentam baixo teor de fibra e seu bagaço retém grande quantidade de água e, neste aspecto, é bastante diverso do bagaço de outras impurezas e da própria cana. O peso do bagaço em alguns casos excede o da amostra de “trash” da qual é proveniente, devido a maior umidade do bagaço que o material original (Balch & Broeg, 1948).

O sistema de pagamento de cana no Brasil mostra que a penalidade devida à presença de “trash” sempre foi menor que a esperada, considerando a quantidade de “trash” observada. Assim, o método da prensa não proporciona a correção adequada para a presença de “trash”, e deveria ser

incluído no sistema um fator baseado no teor de fibra para solucionar o problema. Para teores de “trash” acima de 2% o valor do carregamento de cana com “trash” foi maior do que cana limpa. (Silva Jr., 1989).

A determinação da pol da cana pelo método da prensa, é baseada no fato do caldo extraído ter que ser transformado em caldo absoluto através de um coeficiente de pol (C), que é uma função da fibra da cana. Estudos de correlação com o extrator geraram a seguinte fórmula para o coeficiente C:  $C = 1,0313 - 0,00575 \times F$ . Com os valores do coeficiente C, fibra (F) e pol do caldo, a pol da cana é calculada pela equação (Silva Jr., 1989):

$$\text{Pol da cana} = \text{Pol do caldo} (1 - 0,01 \times F) \times C \quad (1)$$

O valor da tonelada de cana é definida pelo sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose “SPCTS” que é:

$$V = \frac{PC}{12,257} \times \frac{R}{0,8654} \times Pb \quad (2)$$

V = Valor de 1 tonelada de cana-de-açúcar

PC = Pol da cana

R = recuperação de açúcar pela fórmula SJM (pureza do melaço = 40)

Pb = preço básico de uma tonelada de cana incluindo o transporte, e excluindo os impostos

12,257 = Pol da cana padrão

0,8654 = fator de recuperação da sacarose (sacarose ensacada/sacarose enviada ao cozimento)

A fibra da cana é determinada indiretamente através de uma equação de correlação com o peso do bolo de bagaço da prensa. A fórmula é:  $F = 0,152 \times PBU - 8,367$ , onde PBU = peso do bolo úmido. Silva Jr. (1989) também revela que o uso generalizado da equação gera problemas devido a variações entre diferentes variedades de cana e o teor de “trash” presente na amostra.

Parazi et al. (1986) estudaram dados mensais médios de fibra da cana e peso de bolo úmido durante três anos consecutivos em 12 unidades industriais do Estado de São Paulo. Os resultados obtidos permitiram verificar uma estreita correlação linear entre aqueles dois parâmetros. A fibra da cana foi determinada pelo método de Tanimoto (1964), ou seja, calculada em função do peso do bolo úmido e bolo seco.

Stupiello (1983) expressou que o inconveniente do método da prensa é partir da análise do caldo e usar fatores para transformar em cana. Relatou que folhas secas causam aumento do Brix e pol do caldo, e redução da pureza; folhas verdes causam decréscimo no Brix, pol e pureza do caldo. A presença de impurezas não causou uma redução compatível no pagamento de cana; ou seja, 10% de impurezas reduz o pagamento em menor nível.

Com relação à composição da folha da cana-de-açúcar, Monga et al. (1980) determinaram o teor de lipídios em folhas de cana-de-açúcar, e verificaram que seu teor na lâmina foliar é de 2,3%, em média. O ácido palmítico foi predominante e os ácidos oleico, linoleico e linolênico foram os principais ácidos insaturados. Os galactolipídios foram os principais lipídios polares funcionais.

Os componentes nitrogenados da folha e do colmo foram quantificados por Hartt (1934) e seus valores são apresentados a seguir:

|         | NITROGÊNIO % |          |       |         |
|---------|--------------|----------|-------|---------|
|         | Total        | Protéico | Amino | Nitrato |
| Época 1 |              |          |       |         |
| folha   | 1,66         | 1,59     | 0,07  | traços  |
| colmo   | 1,38         | 0,99     | 0,40  | -       |
| Época 2 |              |          |       |         |
| folha   | 1,84         | 1,71     | 0,13  | -       |
| colmo   | 2,00         | 1,33     | 0,67  | -       |

O ácido aconítico é um importante constituinte dos sólidos solúveis do “trash” da cana (Balch & Broeg, 1948).

O teor de fibra na folha verde variou de 29,9 a 33,4%, na folha seca de 47,8 a 63,0%, no cartucho de 15,1 a 17,7% e no palmito de 8,0 a 9,5%, para canas e “trash” com um dia de armazenamento (Balch & Broeg, 1948).

## **2.2. Efeitos de Impurezas Vegetais na Qualidade da Cana e do Caldo**

O “trash” não contém sacarose mas durante a moagem absorve caldo e assim contribuirá para a perda de sacarose no bagaço (Birkett, 1967). Samuels apud Hemaída et al. (1979) atribui ao “trash” seco uma ação como uma esponja que absorve o caldo com seus componentes, em especial o açúcar. Segundo Ayala apud Keller & Schaeffer (1951) os resultados obtidos parecem indicar que a fibra do “trash” absorve e retém uma porção da sacarose, mas que esta quantidade não é tão elevada como a porcentagem de sacarose contida originalmente pela fibra da cana.

A presença de materiais estranhos na cana moída causa aumento do teor de não açúcares inorgânicos (Gil et al., 1969).

Ivin & Doyle (1989) expressaram os valores de cinzas e cor, como cinzas % impurezas e cor por 1% de impurezas. Concluem que como esses índices não diferiram estatisticamente entre a cana controle e cana com “trash”, a qualidade do açúcar não será prejudicada devido ao “trash”; a influência do “trash” todavia se fará sentir na maior produção de melaço devido ao teor de açúcares redutores e cinzas no caldo.

Arnold & Keller, citados por Legendre & Irvine (1975), relatam que 8,5% em peso de “trash” não afetou negativamente a extração da sacarose, mas afetou a qualidade do caldo. Etheredge & Henry, citados por Legendre & Irvine (1975), relatam que canas com 10,6% de “trash” apresentaram

caldo com menor pureza que outra com 3,9%, indicando que maior quantidade de impurezas são extraídas de cana com “trash”.

Arceneaux & Davidson citados por Bliss (1949), obtiveram uma redução na pureza do caldo de 0,22 com palha seca e 0,30 com folha verde, para cada 1% dessas impurezas na cana. O teor de cinzas também mostrou maior elevação com folha verde.

Colleman citado por Legendre & Irvine (1975), observou que a presença de “trash” verde causou diluição do caldo e reduziu a pureza.

Ivin & Doyle (1989) trabalharam com “trash” de folhas verdes, equivalente a 6%. Observaram que a pol no caldo foi reduzida em 0,71 unidades; açúcares redutores do caldo aumentaram em 0,05 unidades; pureza do caldo reduzida em 1,2 unidades; a cor do caldo misto aumentou 25,5%; a porcentagem de fibra da cana aumentou em 2,49 unidades. Os caldos clarificados mostraram cor elevada em 26,5% em relação ao controle.

Barreto (1991) realizou estudos com 5, 10, 15 e 20% de “trash”, incluindo folhas verdes e secas. Os resultados apontam que a folha seca causa queda da pureza do caldo em maior proporção que a folha verde; a pureza do caldo de cana sem “trash” foi de 78,54%, e a presença de 5% de folhas verdes e secas diminuiu esse valor para 77,58 (-0,96) e 76,33 (-2,21), respectivamente.

Com relação à fibra da cana os resultados de Barreto (1991) mostram que a adição de folhas secas eleva a fibra em maior grau que as folhas verdes. Os dados indicam uma proporcionalidade entre a quantidade de folhas adicionadas e o aumento na fibra % cana; as folhas secas, por conter maior teor de fibra têm influência mais marcante sobre a fibra da cana.



### **2.3. Efeitos de Impurezas Vegetais da Cana sobre o Processo Industrial**

Quanto maior o índice de fibra industrial menor será a extração e maior o desgaste dos equipamentos (Gonçalves, 1987).

Com relação ao processamento de cana com ponta Belodi (1988) observou: a) a palha aumenta a dificuldade de limpeza da cana, requerendo o uso de mais água; b) a presença de palha causa desgaste mais acentuado das lâminas e martelos de preparo da cana.

Zarpelon (1988) lembra que o consumo de energia no preparo da cana e moagem é proporcional à fibra processada. Um aumento de 16% na fibra da cana implicaria num aumento de 16% no consumo de vapor. O autor, analisando os dados de condições de operação industrial, cita a observação de queda de 15 a 20% da capacidade das caldeiras na queima de bagaço proveniente de cana não despontada. Portanto, destaca que a sobra de bagaço não é proporcional ao aumento da fibra trazida para a fábrica em vista de: a) o consumo de vapor na moagem é maior, na mesma proporção do aumento da fibra; b) maior aplicação de água de embebição; c) maior consumo de energia elétrica para transporte de maiores volumes de água e caldo, e maior massa de bagaço.

Do ponto de vista de extração nas moendas, deve ser considerado que um aumento de fibra requer um aumento de embebição para obter a mesma extração; o resultado é maior consumo de vapor para a concentração do caldo (Zarpelon, 1988).

A respeito da sobra teórica de bagaço em processamento de cana não despontada, Zarpelon (1988) prevê que seja da ordem de 50% da fibra adicional trazida do campo, mas acredita que o poder calorífico inferior deste bagaço seja menor que o normal e nesse caso a sobra de bagaço pode até ser nula.

Belodi (1988) observou, em processamento de cana com ponta, uma redução no PCI do bagaço que apresentou 1.614 kcal/kg em comparação com 1.870 kcal/kg para bagaço de cana despontada.

Segundo Ripoli et al (1991) o poder calorífico inferior de folhas verdes (66,2% de umidade), folhas secas (8,8% de umidade) e bagaço de cana (50% de umidade), não apresenta diferença expressiva. Mas o poder calorífico útil que leva em conta a umidade, mostra grandes diferenças. O poder calorífico útil da folha verde, entre várias variedades, foi de 1.345 kcal/kg e de folhas secas 3.609 kcal/kg.

Na moagem industrial de cana não despontada Zarpelon (1988) não notou diferença quanto à qualidade do caldo e sua influência no açúcar fabricado. Salienta ser conhecido que ponta e folhas incorporam ao caldo maior quantidade de cor e cinzas. Todavia lembra que a maioria das usinas em São Paulo não esgotam o melaço, devido à produção de álcool, de forma que a qualidade do açúcar é insignificamente afetada.

Zarpelon (1988) observou que o bagaço de cana sem desponete apresenta partículas verdes visíveis provenientes das folhas, e que apresenta maior teor de cinzas devido à quantidade de folhas que permanecem no bagaço.

Rozeff (1995) cita que um aumento de 1% na fibra sobre o padrão do Texas de 14,5% de fibra, resulta em perda teórica de 1,6 a 1,8kg de açúcar por tonelada de cana. Cada 1% de impurezas vegetais equivale a 0,33% de fibra em análise por amostragem com sonda mecânica.

Em média o teor de sacarose do bagaço de cana varia inversamente com a quantidade de “trash”, mas a sacarose perdida no bagaço aumenta com a quantidade de “trash” envolvida (Balch e Broeg, 1948).

Segundo Keller & Schaeffer citados por Ayala et al. (1978), a sacarose % bagaço e sacarose % fibra foram menores para cana com “trash”, mas as perdas de sacarose foram maiores considerando o incremento na quantidade de bagaço produzido.

À medida que a quantidade de “trash” excede 10%, os efeitos na qualidade são mais perceptíveis: aumento significativo na fibra, redução da extração, diminuição da sacarose e pureza (Legendre e Irvine, 1975).

Legendre & Irvine (1975) estudaram o efeito de “trash” composto por ponteiros verdes (60%) e folhas secas (40%), adicionados à cana em proporções de 0, 5, 10, 20 e 30% em peso. Os resultados mostraram que o “trash” seco foi o que mais diminuiu a extração, mas afetou menos o teor de sacarose do caldo. O “trash” verde foi o que mais diminuiu a sacarose do caldo. “Trash” verde (folhas verdes) reduziu a sacarose do caldo, causou apenas pequeno aumento nas impurezas extraídas e sólidos não-açúcar, resultando em pequena redução da pureza do caldo. “Trash” seco, até o nível de 20%, não afetou muito o teor de sacarose do caldo, mas reduziu a pureza.

Gonçalves (1987) apresenta resultados médios obtidos por amostragem em 17 fábricas da região leste brasileira, correlacionando a fibra com diversos outros índices. Ao passar de 10 para 17% de fibra, as perdas de açúcar são incrementadas em 4,56kg/TC e a pol da cana diminuiu em 3,51; a extração absoluta decresceu de 94,85 para 91,50%. A fibra industrial dessas fábricas variou entre 14,4 a 16,3, com uma média de 15,4%.

A pureza do caldo influi diretamente no rendimento provável de açúcar. Gonçalves (1987) através da fórmula SJM, para uma pureza de melaço de 40%, indica que para purezas de caldo de 80 e 90%, o açúcar recuperável é de 75,4% e 89,4%, respectivamente; ou seja, 10 pontos percentuais reduzem a recuperação em 14 pontos. A pureza é um dos principais parâmetros na fabricação do açúcar e na seção de cozimento a pureza das massas tomam um caráter de extrema importância. Segundo Webre apud Gonçalves (1987) citado por Hugot, a velocidade de cristalização diminui com a queda da pureza do licor-mãe.

O “trash” diminui o açúcar recuperável através de dois mecanismos: a) aumento da perda de sacarose no bagaço; b) introdução de não-açúcares que são melassigênicos (Balch e Broeg, 1948). Estes autores são da opinião que as impurezas do “trash” da cana não têm nenhum efeito pronunciado sobre o processo de clarificação, mas diminuem a qualidade do caldo clarificado contribuindo com cor, turbidez e não-açúcares adicionais.

Stewart citado por Bliss (1949) notou o efeito adverso sobre a clarificação e produção de méis quando se processa cana com palha.

O extrato de folhas secas apresenta um odor típico e é bastante turvo e de cor marrom. Considerável parte dos sólidos está em suspensão e a cal parece aumentar sua dispersão. O extrato de folhas verdes tem um típico odor de grama verde, é bastante turvo e colorido com clorofila que predomina sobre outros pigmentos. O extrato é facilmente clarificado com cal e calor, mas a remoção de cor não é boa. O floco de cal decanta rapidamente com um volume de cerca da metade daquele obtido de caldo de cana. A cor do extrato clarificado é bastante escura (BALCH & BROEG, 1948).

A adição de impurezas secas ou verdes causou uma redução significativa na extração de sacarose. Foi observado que a adição deste material levou a um decréscimo na sacarose do bagaço. A conclusão é que o “trash” não retém a sacarose na mesma proporção que a fibra de bagaço. As perdas na extração são então devidas ao aumento na quantidade de bagaço por tonelada de cana (Arceneaux & Davidson, 1973). Esses autores verificaram também que a matéria seca do “trash” verde continha mais que o dobro de sólidos solúveis do que aquela do “trash” seco. Assim, esses autores chamam a atenção que utilizaram como “trash” seco as folhas mais velhas que secaram na própria planta; uma grande proporção dos sólidos solúveis da folha são translocados para outras partes da planta durante o processo de envelhecimento e secagem da folha.

“Trash” seco afetou pouco a pureza do caldo primário mas afetou significativamente a pureza do caldo misto. “Trash” verde reduziu bastante a pureza tanto do caldo primário como misto (Arceneaux & Davidson, 1973). Estes autores dizem que deve ser lembrado que as impurezas extraídas do “trash” podem diferir em sua composição daquelas da fração não-açúcar encontrada no caldo proveniente dos colmos de cana. Os resultados mostram que a adição de “trash” seco aumentou proporcionalmente o teor de cinzas e de outros sólidos solúveis, não afetando praticamente o nitrogênio. A adição de “trash” verde além de aumentar as cinzas e outros sólidos solúveis, também causou aumento acentuado do nitrogênio.

Arceneaux & Davidson (1973) concluíram que as perdas de sacarose, devido à moagem de cana com “trash”, podem ser atribuídas a duas fontes distintas: a) retenção de sacarose pelo “trash” no bagaço; b) efeito do aumento de impurezas no caldo. Comparando o efeito de “trash” seco e verde, verificaram que o seco tem pouco efeito na pureza do caldo e perdas de sacarose decorrentes, mas tem um efeito muito mais pronunciado na perda de sacarose no bagaço. O oposto é apontado para “trash” verde.

Arceneaux & Davidson (1973) trabalhando com cana com quantidades de “trash” seco e verde equivalentes a 70kg de matéria seca por tonelada de cana (ou seja, 7% de “trash”, base de matéria seca), avaliaram que as perdas na recuperação de sacarose eram de 2,2% e 3,8%, respectivamente. Isto equivale a dizer que a perda de 1kg de sacarose é relacionada à presença de 30kg de “trash” seco ou a uma quantidade de “trash” verde equivalente a apenas 17,4kg de matéria seca (aproximadamente, 52 kg de folha verde).

Fogliata et al. (1978) avaliaram o efeito de quantidades crescentes de “trash” (0 a 20%) sobre a moagem; o “trash” verde era composto de palmito e cartucho. Observaram que, em geral, até 3,84% de “trash” os resultados de caldo extraído, Brix do caldo, açúcares redutores, rendimento industrial, bagaço da cana e fibra do bagaço, não mostraram alterações significativas em relação à testemunha. De 7,40 a 9,09% de “trash” as diferenças são marcantes, e de 9,09 a 20% os resultados praticamente mostram tendência a se estabilizar. Estas conclusões podem ser referidas, em geral, para as

determinações de extração do caldo, Brix, pol, pureza e rendimento industrial que foram reduzidas pela presença do “trash”; também para açúcares redutores, bagaço da cana, fibra do bagaço, e perda de pol no bagaço, que foram aumentadas.

Fogliata et al. (1978) ainda analisaram estatisticamente os resultados e apresentam as equações de regressão linear, para os parâmetros que apresentaram coeficiente de correlação significativo; pode ser observado que em relação ao “trash” verde a fibra da cana (+0,90) e pol da cana (-0,87) apresentaram os mais elevados valores de  $r$ , seguidos também por pol do bagaço (-0,76) e bagaço da cana (+0,88). Em relação à fibra da cana, o coeficiente de correlação mostrou valores importantes para com a extração do caldo (-0,79). Os dados apontam para o fato de que apesar do “trash” influir diretamente na fibra da cana, não mostra a mesma influência na fibra do bagaço. Em relação ao bagaço da cana, o coeficiente  $r$  foi elevado para a perda de pol no bagaço (+ 0,91), sendo evidente que tais perdas são função da maior quantidade de bagaço. Os dados de FOGLIATA et al. (1978) mostram que a fibra da cana apresentou valores crescentes com a adição de “trash” verde e que a pol da cana foi decrescente, ambas apresentando uma proporcionalidade com a adição do “trash”.

“Trash” verde até 7,5% não apresentou nenhum efeito negativo tanto na quantidade de caldo misto como na extração de açúcar; todavia o “trash” seco reduziu significativamente o caldo misto e a extração. Ambos aumentaram o bagaço da cana com maior efeito para o “trash” seco. Estas observações de Hemaïda et al. (1979) são baseadas na adição de uma mesma quantidade de “trash” verde e seco e, portanto, tornam discutíveis as suas conclusões pois a quantidade adicionada de fibra é muito maior com o “trash” seco.

Hemaïda et al. (1979) mostram que a adição de folhas verdes tende a aumentar ligeiramente o volume de caldo extraído; folhas secas provocam uma redução acentuada, de -0,80 a -1,1% para cada 1% de “trash”. Também verificaram que a incorporação de “trash” verde levou a um aumento no Brix do caldo e redução na pureza. É conveniente relatar que esses autores utilizaram uma metodologia bastante interessante para a extração, obtendo o que denominaram de caldo misto. Cada amostra foi submetida a uma primeira moagem e o bagaço resultante foi repassado por 5 vezes na

moenda, após aspersão de água na proporção de 5% de cana; a embebição total totalizou 25% em relação à cana. O “trash” seco elevou em maior proporção o Brix e pol do caldo, e reduziu marcadamente a pureza.

A adição de “trash” verde (Fogliata et al., 1978) mostrou uma redução no preço da tonelada cana, traduzida por uma equação de regressão quadrática e com  $r = -0,96$ . A redução no preço chegou a 33,35% para 20% de “trash”; o preço de U\$ 13,76 da tonelada de cana limpa decresceu para U\$ 9,18.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Material**

O material utilizado para a execução dos ensaios constou de colmos, lâminas de folhas verdes e folhas secas, da variedade de cana-de-açúcar SP 71-6163.

A amostragem foi realizada coletando 10 colmos seguidos na linha em um metro linear. Após o corte basal, foram retiradas e coletadas as frações de lâminas de folhas verdes e folhas secas, descartando aquelas situadas na região de transição, assim como o palmito e o ponteiro que foram separados com corte no ponto natural de quebra. As bainhas foram separadas e descartadas.

A amostra foi coletada no campo no dia anterior à realização de cada ensaio, e amostras de colmo, folha verde e folha seca foram analisadas quanto ao teor de fibra. De uma amostra de colmos, foi extraída a fibra e secada. Assim, foram obtidas as 3 frações para compor os tratamentos dos ensaios:

- 1) Folha Verde (FV)**
- 2) Folha Seca (FS)**
- 3) Fibra do Colmo (FC)**

A formulação dos tratamentos em cada ensaio baseou-se nos teores de fibra dos materiais analisados em dias anteriores e conservados sob refrigeração. Os dados médios do teor de fibra na folha verde e folha seca foram, respectivamente, de 16,03% e 62,31%; a fibra do colmo foi considerada com pureza de 100%.



### 3.2. Preparo do Material

O colmo da cana foi desintegrado em um desfibrador forrageiro, tipo Penha, fabricado pela CODISTIL - Construtora de Distilarias Dedini S.A. O colmo desintegrado foi homogeneizado em uma betoneira, e esse material foi utilizado para o preparo dos tratamentos e extração da fração de fibra do colmo.

Para a extração de fibra, a cana desintegrada foi colocada em sacos de tecido de algodão, lavada em água corrente e espremida até que a água de lavagem não apresentasse turbidez visível; a seguir os sacos foram colocados em vasilhames com água fervente, desligando-se a seguir o aquecimento e deixando por 1 hora com agitação a cada 10 minutos. Os sacos foram lavados novamente em água corrente, até que a água de lavagem não apresentasse turbidez visível. Em seguida foram colocados em estufa de secagem, a 100°C, até peso constante. Esta metodologia foi adaptada do método de determinação de fibra, segundo Clayton (1971).

A fração de folha verde foi desintegrada em moinho de martelos de laboratório, tipo H, fabricado pela MAUSA - Equipamentos Industriais S.A., e a seguir peneirada em malha 0,5mm para homogeneização da fração. A fração de folha seca e fibra do colmo teve tratamento idêntico, sendo peneirada para homogeneização também em malha 0,5mm.

O extrato obtido através de extração a frio, em digestor com agitação mecânica, revelou que apenas da folha verde foram extraídos componentes solúveis. A análise centesimal do extrato obtido com 100g de material e 1000ml de água destilada foi realizada também para a balsa da folha, apenas para caracterizar esse material. Os resultados são apresentados a seguir:

| <b>Componentes %</b> | <b>Extrato</b>     |               |
|----------------------|--------------------|---------------|
|                      | <b>Folha Verde</b> | <b>Bainha</b> |
| Água                 | 93,70              | 96,22         |
| Cinzas               | 1,60               | 1,30          |
| Lipídios             | 0,19               | 0,32          |
| Proteínas            | 0,88               | 0,27          |
| Fibra                | 0,00               | 0,00          |
| Carboidratos         | 3,63               | 1,89          |

### **3.3. Preparo dos Tratamentos**

Os tratamentos foram preparados, tendo como base quantidades padronizadas de fibra, com a adição de folha verde, folha seca ou fibra do colmo, à cana desintegrada. Os níveis de fibra adicionados através de cada uma das fontes, foram calculados para elevar o teor de fibra da cana desintegrada em termos absolutos de 0,25, 0,50 e 0,75%.

Em cada ensaio, com base na análise do teor de fibra de cada fonte, foi realizado o cálculo da quantidade equivalente a ser adicionada em folhas verdes, folha seca ou fibra da cana. Em média, para a composição dos tratamentos, foram adicionadas as quantidades apresentadas no quadro a seguir, em gramas por 100g da mistura:

|            | Folha Verde (FV) | Folha Seca (FS) | Fibra do Colmo <sup>1</sup> (FC) |
|------------|------------------|-----------------|----------------------------------|
| Testemunha | -                | -               | -                                |
| 0,25%      | 4,17             | 0,48            | 0,28                             |
| 0,50%      | 8,34             | 0,96            | 0,56                             |
| 0,75%      | 12,51            | 1,44            | 0,84                             |

Valores em gramas por 100g de mistura

<sup>1</sup> fibra do colmo: 3% de umidade

Segundo dados do quadro anterior, a presença de 1% de folha verde, folha seca e fibra do colmo correspondem, respectivamente, a acréscimos % fibra na cana de 0,060, 0,521 e 0,893.

A adição das fontes de fibra foi realizada na amostra de cana desintegrada e homogeneizada. Foram realizadas 3 repetições de cada tratamento.

O cálculo da quantidade de cada fonte de fibra (folha verde, folha seca e fibra do colmo) a ser adicionada à cana foi realizado através da seguinte equação, tomando como exemplo a folha verde:

$$(100 - QFV)F\%C + QFV(F\%FV) = 100 (F\%C + A)$$

100 = 100g material (cana + folha verde)

QFV = quantidade folha verde (g FV/100g material)

F%C = fibra % cana

F%FV = fibra % folha verde

A = acréscimo % fibra na cana

Para as demais frações (folha seca e fibra do colmo), os valores de FV na equação deverão ser substituídos por FS e FC para os respectivos cálculos do peso de folha seca e de fibra do colmo, que serão adicionadas para o preparo das amostras.

A extração do caldo dos tratamentos foi realizada utilizando-se uma prensa hidráulica automática, PINNET-EMIDCAU, fabricada pela CODISTIL - Construtora de Destilarias Dedini S.A., exercendo-se pressão de 250 kgf/cm<sup>2</sup>, durante o tempo de 1 minuto, conforme metodologia descrita por Tanimoto (1964).

### **3.4. Métodos Tecnológicos e Analíticos**

A avaliação dos tratamentos foi realizada através de parâmetros relacionados diretamente à qualidade da cana e do caldo extraído, e também em relação a parâmetros relacionados com a clarificação do caldo.

No caldo extraído (CE) foi determinado Brix, pol, açúcares redutores, cinzas; a pureza aparente foi calculada. Na cana foi determinada a fibra e a pol.

Considerando-se o Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose, foi calculado o ágio técnico.

A clarificação do caldo foi avaliada através da determinação da cor do caldo clarificado e do volume do lodo sedimentado.

#### **3.4.1. Determinações tecnológicas**

a) Brix do caldo: determinado por refratometria, a 20° C, segundo Scheneider, 1979.

b) Pol do caldo: dosada pelo método de Schimidt sem diluição, segundo Scheneider, 1979

c) Pureza aparente do caldo: calculada pela seguinte relação:

$$\text{Pureza aparente do caldo} = \frac{\text{Pol do caldo}}{\text{Brix do caldo}} \times 100$$

d) Açúcares redutores: dosado pela metodologia de Lane e Eynon, segundo Scheneider (1979);

e) Cinzas do caldo: determinadas por condutimetria, pelo refinômetro de Todt - Gollnow, segundo Browne & Zerban (1941);

f) Cor ou índice de absorbância: determinada em um expectrofotômetro Coleman Jr. III, com caldo clarificado, corrigindo-se o pH a 7,0 , a um comprimento de onda de 560 nm, após uma filtração com terra diatomácea, e calculada segundo a fórmula citada por Meade & Chen (1977), dada a seguir:

$$a_s = \frac{A_s}{b.c.} = \frac{-\log T_s}{b.c.} \quad \text{onde}$$

$A_s$  =  $-\log T_s$  = absorbância

$T_s$  = transmitância;

$b$  = espessura da camada líquida, em cm;

$c$  = concentração dos sólidos solúveis, em g/ml

A clarificação do caldo foi realizada pelo processo de defecação simples, utilizando-se um decantador de laboratório, constituído por provetas graduadas de 250ml, imersas em um banho de água, mantido em ebulição com aquecimento e homogeneização. A clarificação constou da adição de leite de cal 10° Bé (90 g CaO/litro), até o caldo atingir pH 7,5. Após o aquecimento até ebulição o caldo caado foi transferido para as provetas do decantador. Foram anotados os volumes de lodo decantado em cada proveta, após 1 hora.

**g) Fibra da Cana, Pol da Cana e Ágio Técnico:** o parâmetros para essas determinações foram obtidos de acordo com o Ato nº 32/89 de 28 de agosto de 1989, do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose, estabelecido pelo Instituto do Açúcar e do Alcool.

O PBU (Peso do Bolo Úmido), obtido a partir da pesagem do resíduo fibroso da prensagem de 500g de cada amostra, a 250 Kgf/cm<sup>2</sup> durante o tempo de um minuto, é utilizado para o cálculo da fibra da cana pela seguinte fórmula:

$$F = 0,152 (PBU) - 8,367$$

A Pol da cana é calculada através da seguinte expressão (artigos 3º e 4º do SPCTS; IAA, 1989):

$$\text{Pol da cana} = Pe_x \times (1 - 0,01 \times F) \times C, \text{ onde}$$

$Pe_x$  = Pol do caldo extraído

F = fibra % cana

C = fator de transformação da pol do caldo extraído em pol de caldo absoluto, e calculado pela expressão:

$$C = 1,0313 - 0,00575 \times F$$

O Ágio Técnico é calculado pela seguinte fórmula:

$$AgT = \left[ \frac{Pcf}{Pcp} \times f(r) - 1 \right] \times 100$$

Pcf = Pol da cana de fornecedor

Pcp = Pol da cana-de-açúcar padrão, de 12,257

f(r) = fator que expressa a relação entre a recuperação de Pol na seção de cozimento a ser obtida da cana de fornecedor, e a recuperação padrão, obtido pela seguinte fórmula:

$$f(r) = 1,9330 \left[ 1 - \frac{40}{PZA - 1} \right]$$

PZA = pureza do caldo extraído

O valor da tonelada de cana é obtido pela seguinte fórmula:

$$V = \frac{Pcf}{Pcp} \times f(r) \times Pb \quad \text{onde}$$

V = valor da tonelada de cana, e

Pb = preço básico de 1 tonelada de cana-de-açúcar

Pcf = pol da cana do fornecedor

Pcp = pol da cana-de-açúcar padrão, de 12,257

### 3.5. Análise Estatística

O delineamento estatístico utilizado foi condicionado a uma dependência entre os tratamentos, ou seja, as quantidades de fibra adicionadas foram em 3 níveis, caracterizados por uma correspondência funcional entre os valores dos tratamentos aos dados analisados. Assim, foi aplicada a regressão na análise da variância, conforme recomenda GOMES (1990). Foi realizada a análise da variância (teste F) e comparação de médias (teste Tukey), ao nível de 1% de significância. A cada fonte de fibra ou impureza foi aplicada a análise estatística individual.

A análise de regressão contemplou a regressão linear e quadrática, sendo avaliadas através da sua significância ao nível de 1% de probabilidade e através do coeficiente de determinação ( $r^2$ ). O desdobramento da regressão foi realizado sempre que a análise de variância foi significativa para tratamentos dentro de cada impureza (teste F).

Os experimentos com a adição das fontes de impurezas fibrosas constaram de 8 ensaios com 4 tratamentos e 3 repetições para cada um.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Brix do Caldo

As médias para o Brix do caldo e os resultados estatísticos são apresentados na Tabela 1. A Figura 1 mostra os resultados estatisticamente significativos.

#### Folha Verde

Os resultados mostraram que a presença de folha verde causa uma redução no Brix do caldo, e que há tendência desta redução ser proporcional ao aumento da quantidade da mesma.

A redução no Brix do caldo é atribuída à umidade da folha verde, de 72%. Assim, o extrato aquoso foliar retirado na prensagem, causa uma diluição do caldo, embora os sólidos solúveis extraídos causem uma certa elevação do Brix.

A redução no Brix em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,07 a -0,63 (FV 0,25%), -0,26 a -1,13 (FV 0,50%) e -0,33 a -1,43 (FV 0,75%), com reduções médias de -0,36, -0,62 e -0,95, respectivamente. Não se observou qualquer relação dessa redução com a evolução da maturação da cana.

A análise estatística mostrou que a redução do Brix do caldo com a adição de folha verde à cana, é representada por uma equação de 1º grau  $y = 8,827 - 1,247x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = -0,998$ , obtida com as médias gerais, que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de aumento no teor de fibra da cana, causada pela adição de folha verde, reduz o Brix do caldo em 0,125°; cada 1% de folha verde reduz o Brix em 0,075°.

## **Folha Seca**

A observação detalhada dos resultados estatísticos e médias (Tabela 1), mostra que a presença de folha seca não provocou alterações definidas sobre o Brix do caldo. A discussão da pol do caldo, no próximo item, permite apoiar essa observação com base em seus resultados. Os resultados mostraram que a variação do Brix em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,53 a +0,30 (FS 0,25%), -0,50 a +0,43 (FS 0,50%) e -0,50 a +0,47 (FS 0,75%), com variações médias de -0,04, +0,03 e +0,04, respectivamente. Em resumo, pode-se afirmar que, como era esperado, a adição de folha seca não provocou alteração no Brix do caldo.

## **Fibra do Colmo**

A observação detalhada dos resultados estatísticos e médias, mostra que a presença de fibra do colmo não provocou alterações definidas sobre o Brix do caldo.

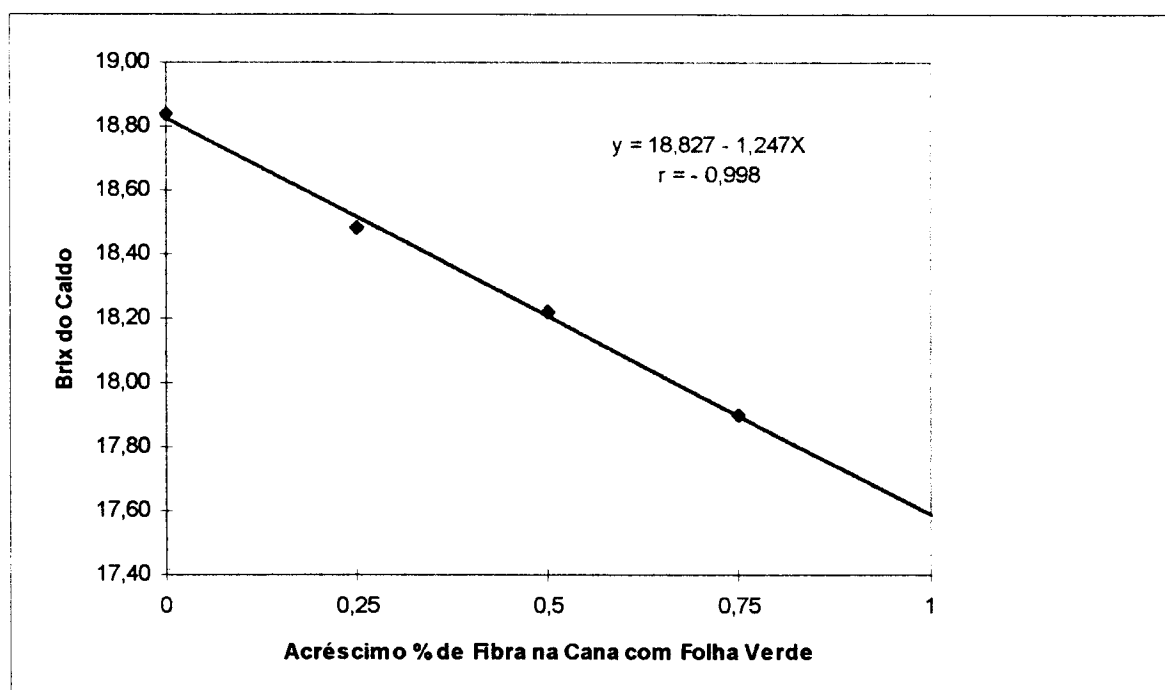
Os resultados mostram que, como era esperado, em termos gerais a presença de fibra do colmo não alterou o Brix do caldo. Em cinco ensaios ( 1, 3, 5, 7 e 8 ) o Brix não sofreu alteração; em dois ( 4 e 6 ) apresentou elevação estatisticamente significativa; e um (2) apresentou redução estatisticamente significativa. Os resultados mostraram que a variação do Brix em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,20 a +0,30 (FC 0,25%), -0,17 a +0,40 (FC 0,50%) e -0,20 a +0,37 (FC 0,75%), com variações médias de +0,03, +0,06 e +0,06, respectivamente.

Os resultados de fibra do colmo e de folha seca mostram que estes materiais têm comportamento bastante similar, indicando que não causaram alteração no Brix do caldo.

**Tabela 1 - Médias (3 repetições) dos resultados obtidos para Brix do caldo, de amostras de cana-de-açúcar com teor de fibra acrescido em 0,25, 0,50 e 0,75% com a adição de folha verde (FV), folha seca (FS) ou fibra do colmo (FC). Comparação de médias de cada ensaio pelo teste de Tukey (1% de probabilidade) e coeficientes de regressão significativos (teste F).**

| TRATAMENTOS          | ENSAIOS   |          |           |          |           |           |           |           | MÉDIA GERAL |           |
|----------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|
|                      | 1         | 2        | 3         | 4        | 5         | 6         | 7         | 8         |             |           |
| FV                   | 0,00      | 16,43 a  | 15,80 a   | 17,30 a  | 17,93 a   | 20,60 a   | 20,70 a   | 20,80 a   | 21,17 a     | 18,84 a   |
|                      | 0,25      | 15,90 b  | 15,37 b   | 17,20 a  | 17,70 b   | 19,97 b   | 20,63 a   | 20,50 b   | 20,63 b     | 18,48 b   |
|                      | 0,50      | 15,60 c  | 15,10 c   | 17,00 b  | 17,67 b   | 19,47 c   | 20,33 b   | 20,07 c   | 20,50 b     | 18,22 c   |
|                      | 0,75      | 15,13 d  | 14,73 d   | 16,83 c  | 17,60 b   | 19,17 d   | 20,00 c   | 19,70 d   | 20,00 c     | 17,89 d   |
| Coef. de variação    | 0,26      | 0,63     | 0,17      | 0,36     | 0,44      | 0,20      | 0,20      | 0,29      | 0,20        | 0,12      |
| regressão linear (r) | -0,995 ** | -0,996 * | -0,992 ** | -0,92 ** | -0,988 ** | -0,967 ** | -0,978 ** | -0,998 ** | -0,978 **   | -0,998 ** |
| FS                   | 0,00      | 16,43 a  | 15,80 a   | 17,30 b  | 17,93 a   | 20,60 a   | 20,70 b   | 20,80 a   | 21,17 a     | 18,84 ab  |
|                      | 0,25      | 16,40 a  | 15,73 a   | 17,37 b  | 17,97 a   | 20,07 b   | 21,00 a   | 20,80 a   | 21,03 a     | 18,80 b   |
|                      | 0,50      | 16,30 a  | 15,87 a   | 17,57 a  | 18,10 a   | 20,10 b   | 21,13 a   | 20,87 a   | 21,07 a     | 18,87 a   |
|                      | 0,75      | 16,30 a  | 15,80 a   | 17,60 a  | 18,00 a   | 20,10 b   | 21,17 a   | 20,97 a   | 21,13 a     | 18,88 a   |
| Coef. de variação    | 0,18      | 0,75     | 0,23      | 0,45     | 0,38      | 0,20      | 0,20      | 0,31      | 0,28        | 0,10      |
| FC                   | 0,00      | 16,43 a  | 15,80 a   | 17,30 a  | 17,93 b   | 20,60 a   | 20,70 b   | 20,80 a   | 21,17 a     | 18,84 a   |
|                      | 0,25      | 16,37 a  | 15,60 b   | 17,30 a  | 18,13 a   | 20,57 a   | 21,00 a   | 20,80 a   | 21,17 a     | 18,87 a   |
|                      | 0,50      | 16,33 a  | 15,63 b   | 17,40 a  | 18,07 ab  | 20,60 a   | 21,10 a   | 20,87 a   | 21,20 a     | 18,90 a   |
|                      | 0,75      | 16,40 a  | 15,60b    | 17,40 a  | 18,10 a   | 20,60 a   | 21,07 a   | 20,80 a   | 21,23 a     | 18,90 a   |
| Coef. de variação    | 0,30      | 0,18     | 0,02      | 0,48     | 0,14      | 0,37      | 0,28      | 0,28      | 0,14        | 0,09      |

Teste F: \*\* = significância ao nível de 1%; \* = significância a 5%



**Figura 1.** Redução do Brix do caldo em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde

## 4.2. Pol do Caldo

As médias para Pol do caldo e os resultados estatísticos são apresentados na Tabela 2. A Figura 2 mostra os resultados estatisticamente significativos.

### Folha Verde

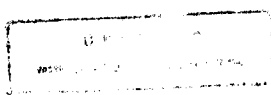
Os resultados da Pol do caldo apresentaram um comportamento semelhante aos do Brix do caldo, isto é, a presença de folha verde também causou uma redução na Pol do caldo, e houve também uma tendência desta redução ser proporcional ao aumento da quantidade adicionada da mesma.

A redução na Pol do caldo em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,10 a -0,83 (FV 0,25%), -0,61 a -2,20 (FV 0,50%) e -0,64 a -2,13 (FV 0,75%) com reduções médias de -0,50, -1,20 e -1,50, respectivamente. Não se observou qualquer relação dessa redução com a evolução da maturação da cana.

A análise estatística mostrou que a Pol do caldo foi reduzida com a adição de folha verde à cana, sendo representada por uma equação de 1º grau  $y = 16,510 - 2,080x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = -0,990$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FV adicionada à cana reduz a pol do caldo em 0,208; cada 1% de FV na cana reduz em 0,125 (Figura 2).

### Folha Seca

A observação detalhada dos resultados estatísticos e médias, mostra que a presença de folha seca não provocou alterações definidas sobre a Pol do caldo, permitindo concluir que não alterou a pol em relação à testemunha. A variação da Pol em relação à testemunha nos vários



ensaios individuais, foi de -0,31 a +0,94 (FS 0,25%), -0,47 a +0,12 (FS 0,50%) e de -0,31 a +0,26 (FS 0,75%), com variações médias de -0,01, -0,10 e -0,06, respectivamente.

### **Fibra do Colmo**

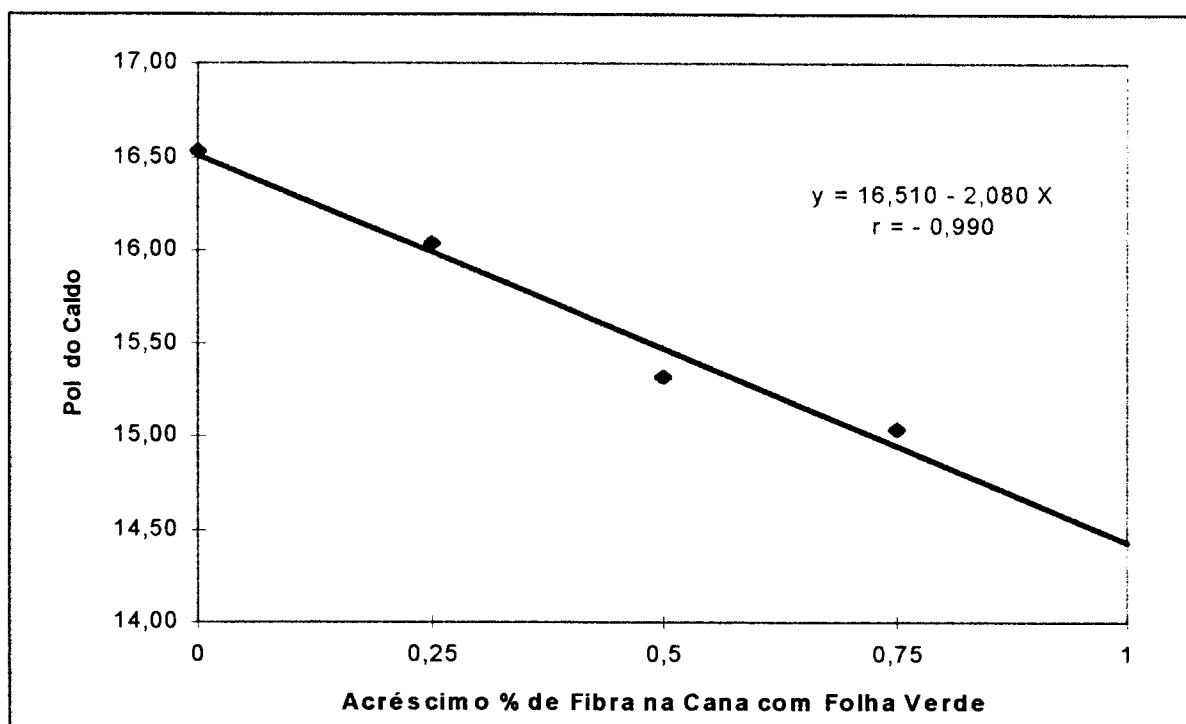
A observação detalhada dos resultados estatísticos e médias, mostra que como era esperado, a presença de fibra do colmo não provocou alterações definidas sobre a Pol do caldo, permitindo concluir que não alterou a Pol do caldo em relação à testemunha.

A variação da Pol do caldo em relação à testemunha nos vários ensaios individuais foi de -0,19 a +0,11 (FC 0,25%), de -0,21 a +0,18 (FC 0,50%) e de -0,29 a +0,13 (FC 0,75%) com variações médias de -0,06, -0,04 e -0,05, respectivamente.

**Tabela 2 - Médias (3 repetições) dos resultados obtidos para Pol do caldo, de amostras de cana-de-açúcar com teor de fibra acrescido em 0,25, 0,50 e 0,75% com a adição de folha verde (FV), folha seca (FS) ou fibra do colmo (FC). Comparação de médias de cada ensaio pelo teste de Tukey (1% de probabilidade) e coeficientes de regressão significativos (teste F).**

| TRATAMENTOS          | ENSAIOS   |           |           |           |           |           |           |           | MÉDIA GERAL |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|                      | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |             |
| FV                   | 0,00      | 13,04 a   | 15,20 a   | 14,86 a   | 18,43 a   | 19,16 a   | 18,77 a   | 19,47 a   | 16,53 a     |
|                      | 0,25      | 12,68 b   | 14,60 b   | 14,76 a   | 17,94 b   | 18,75 b   | 18,33 b   | 18,64 b   | 16,03 b     |
|                      | 0,50      | 12,16 c   | 11,79 c   | 14,25 b   | 17,23 c   | 18,18 c   | 17,82 c   | 18,18 c   | 15,33 c     |
|                      | 0,75      | 11,65 d   | 11,56 c   | 14,22 b   | 16,56 d   | 17,78 d   | 17,23 d   | 17,34 d   | 15,03 d     |
| Coef. de variação    | 0,82      | 1,84      | 0,67      | 1,32      | 1,15      | 0,54      | 0,25      | 0,20      | 0,32        |
| regressão linear (r) | -0,999 ** | -0,983 ** | -0,756 ** | -0,937 ** | -0,997 ** | -0,997 ** | -0,998 ** | -0,999 ** | -0,990 **   |
| FS                   | 0,00      | 13,04 a   | 15,20 a   | 14,86 a   | 18,43 a   | 19,16 a   | 18,77 a   | 19,47 a   | 16,53 a     |
|                      | 0,25      | 13,33 a   | 12,94 ab  | 15,03 a   | 14,57 a   | 18,37 a   | 18,81 a   | 19,16 a   | 16,43 a     |
|                      | 0,50      | 13,14 a   | 12,57 b   | 15,16 a   | 14,98 a   | 18,39 a   | 18,79 a   | 19,18 a   | 16,43 a     |
|                      | 0,75      | 13,02 a   | 12,73 ab  | 15,46 a   | 14,92 a   | 18,42 a   | 18,84 a   | 19,20 a   | 16,47 a     |
| Coef. de variação    | 1,16      | 2,50      | 1,71      | 0,98      | 0,20      | 0,14      | 0,15      | 0,14      | 0,31        |
| FC                   | 0,00      | 13,29 a   | 15,20 a   | 14,86 a   | 18,43 a   | 19,16 a   | 18,77 a   | 19,47 a   | 16,53 a     |
|                      | 0,25      | 13,12 a   | 15,07 a   | 14,97 a   | 18,36 a   | 19,15 a   | 18,78 a   | 19,43 a   | 16,47 a     |
|                      | 0,50      | 13,16 a   | 14,99 a   | 15,04 a   | 18,37 a   | 19,14 a   | 18,81 a   | 19,49 a   | 16,49 a     |
|                      | 0,75      | 13,15 a   | 14,91 a   | 14,99 a   | 18,38 a   | 19,18 a   | 18,83 a   | 19,51 a   | 16,48 a     |
| Coef. de variação    | 0,70      | 1,24      | 1,55      | 0,29      | 0,14      | 0,19      | 0,18      | 0,19      | 0,31        |

Teste F: \*\* = significância ao nível de 1%.



**Figura 2.** Redução da Pol do caldo em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde.



### **4.3. Pureza do Caldo**

As médias para pureza do caldo e os resultados estatísticos são apresentados na Tabela 3. A Figura 3 mostra os resultados estatisticamente significativos.

#### **Folha Verde**

Os resultados mostraram que a presença de folha verde causa uma redução na pureza do caldo, e que há uma tendência desta redução ser proporcional ao aumento da quantidade da mesma. A variação da pureza do caldo em relação à testemunha nos diversos ensaios individuais, foi de -2,96 a +0,55 (FV 0,25%), de -0,95 a -11,39 (FV 0,50%) e de -2,04 a -5,38 (FV 0,75%), com reduções médias de -1,05, -3,74 e -3,57, respectivamente.

A queda na pureza é atribuída ao fato que da folha verde são extraídos sólidos solúveis não-sacarose; assim, embora a umidade da folha verde cause redução no Brix, os sólidos extraídos da folha verde concorrem para sua elevação. Ou seja, a redução no Brix do caldo é proporcionalmente menor do que na Pol do caldo.

A análise estatística mostrou que a pureza do caldo foi reduzida com a adição de folha verde à cana, sendo representada por uma equação de 1º grau  $y = 87,222 - 5,364x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = -0,931$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FV adicionada à cana reduz a pureza do caldo em 0,536; cada 1% de FV na cana reduz em 0,322 (Figura 3).

#### **Folha Seca**

A observação detalhada dos resultados estatísticos e médias, mostra que a presença de

folha seca não provocou alterações definidas sobre a pureza do caldo, permitindo concluir que a sua presença não alterou a pureza em relação à testemunha. A variação da pureza do caldo em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -1,72 a +0,26 (FS 0,25%), de -3,24 a +2,00 (FS 0,50%) e de -1,96 a +2,18 (FS 0,75%), com variações médias de -0,34, -0,73 e -0,53, respectivamente.

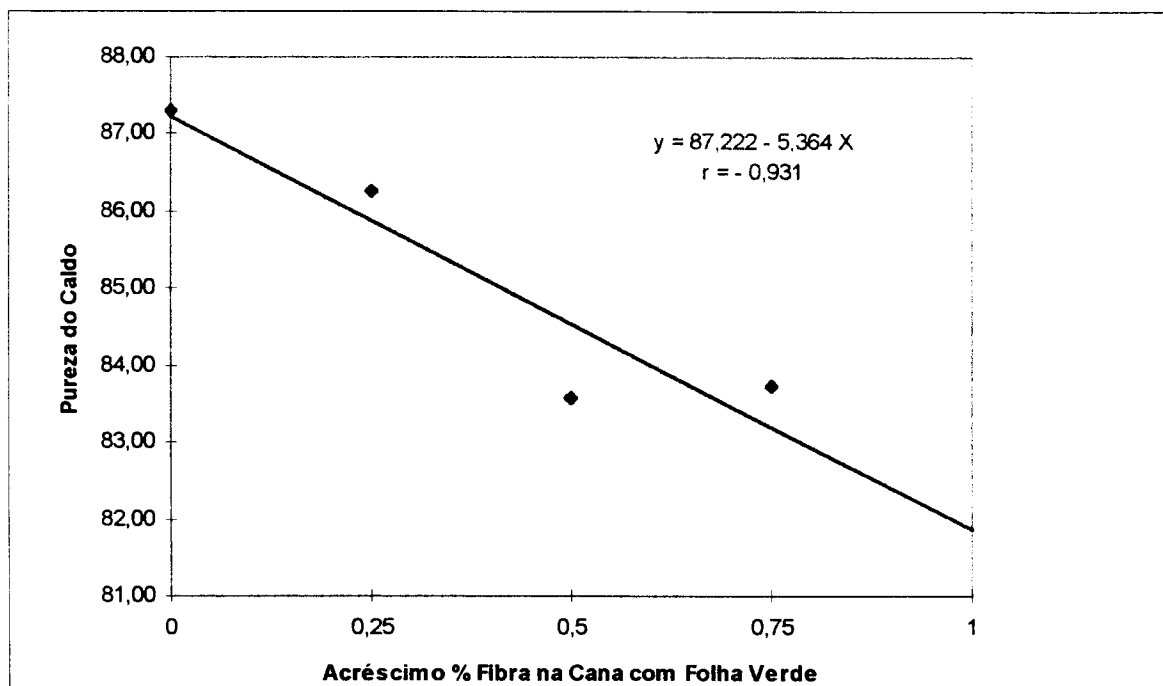
### **Fibra do Colmo**

A observação detalhada dos resultados estatísticos e médias, mostra que como era esperado, a presença de fibra do colmo não provocou alterações definidas sobre a pureza do caldo, permitindo concluir que não alterou a pureza em relação à testemunha. A variação da pureza do caldo em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de +0,07 a -1,37 (FC 0,25%), -1,85 a +0,41 (FC 0,50%) e -2,15 a +0,29 (FC 0,75%), com variações médias de -0,46, -0,47 e -0,57, respectivamente.

**Tabela 3 - Médias (3 repetições) dos resultados obtidos para pureza do caldo, de amostras de cana-de-açúcar com teor de fibra acrescido em 0,25, 0,50 e 0,75% com a adição de folha verde (FV), folha seca (FS) ou fibra do colmo (FC). Comparação de médias de cada ensaio pelo teste de Tukey (1% de probabilidade) e coeficientes de regressão significativos (teste F).**

| TRATAMENTOS          | ENSAIOS   |           |           |          |           |           |           |           | MÉDIA GERAL |           |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|
|                      | 1         | 2         | 3         | 4        | 5         | 6         | 7         | 8         |             |           |
| FV                   | 0,00      | 80,89 a   | 82,51 a   | 87,86 a  | 82,84 ab  | 89,48 a   | 92,58 a   | 90,24 a   | 91,99 a     | 87,30 a   |
|                      | 0,25      | 79,75 ab  | 81,54 a   | 84,90 b  | 83,39 a   | 89,84 a   | 90,89 ab  | 89,40 ab  | 90,32 ab    | 86,25 a   |
|                      | 0,50      | 77,93 bc  | 78,07 b   | 76,47 d  | 80,66 b   | 88,53 ab  | 89,39 b   | 88,81 ab  | 88,66 b     | 83,56 b   |
|                      | 0,75      | 76,96 c   | 78,44 b   | 82,48 c  | 80,80 b   | 86,43 b   | 88,90 b   | 87,45 b   | 88,35 b     | 83,73 b   |
| Coef. de variação    | 0,90      | 2,07      | 0,72      | 1,35     | 1,35      | 1,35      | 0,50      | 0,35      | 0,26        | 0,38      |
| regressão linear (r) | -0,993 ** | -0,926 ** | -0,657 ** | -0,820 * | -0,883 ** | -0,986 ** | -0,976 ** | -0,967 ** |             | -0,931 ** |
| FS                   | 0,00      | 80,89 a   | 82,51 a   | 87,86 a  | 82,84 a   | 89,48 a   | 92,58 a   | 90,24 a   | 91,99 a     | 87,30 a   |
|                      | 0,25      | 81,26 a   | 82,25 a   | 86,55 a  | 81,12 a   | 91,54 a   | 91,41 a   | 90,45 a   | 91,12 a     | 86,96 a   |
|                      | 0,50      | 80,59 a   | 79,27 b   | 86,32 a  | 82,74 a   | 91,48 a   | 91,02 a   | 90,05 a   | 91,06 a     | 86,57 a   |
|                      | 0,75      | 79,88 a   | 80,55 ab  | 87,84 a  | 82,89 a   | 91,66 a   | 90,68 a   | 89,84 a   | 90,85 a     | 86,77 a   |
| Coef. de variação    | 1,20      | 2,84      | 1,71      | 1,10     | 0,53      | 0,53      | 0,18      | 0,35      | 0,27        | 0,47      |
| FC                   | 0,00      | 80,89 a   | 82,51 a   | 87,86 a  | 82,84 a   | 89,48 a   | 92,58 a   | 90,24 a   | 91,99 a     | 87,30 a   |
|                      | 0,25      | 80,14 a   | 82,37 a   | 87,11 a  | 82,56 a   | 89,25 a   | 91,21 a   | 90,31 a   | 91,79 a     | 86,84 a   |
|                      | 0,50      | 80,55 a   | 82,77 a   | 86,13 a  | 83,25 a   | 89,17 a   | 90,73 a   | 90,14 a   | 91,92 a     | 86,83 a   |
|                      | 0,75      | 80,18 a   | 82,50 a   | 85,71 a  | 82,80 a   | 89,24 a   | 91,04 a   | 90,53 a   | 91,87 a     | 86,73 a   |
| Coef. de variação    | 0,81      | 1,24      | 1,56      | 0,41     | 0,09      | 0,09      | 0,28      | 0,29      | 0,18        | 0,32      |

Teste F: \*\* = significância ao nível de 1%, \* = significância a 5%



**Figura 3.** Redução da Pureza do caldo em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde.

#### **4.4 ) Açúcares Redutores do Caldo**

As médias para açúcares redutores e os resultados estatísticos são apresentados na Tabela 4. A Figura 4 mostra os resultados estatisticamente significativos.

##### **Folha Verde**

Os resultados mostraram que a presença de folha verde causa um aumento no teor de açúcares redutores do caldo. Esse aumento é atribuído às substâncias contidas na folha verde e extraídas na prensagem da cana.

O aumento do teor de açúcares redutores em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, variou de +0,01 a +0,04 (FV 0,25%), de +0,04 a +0,07 (FV 0,50%) e de +0,06 a +0,11 (FV 0,75%), com aumentos médios de +0,02, + 0,06 e +0,09, respectivamente. Não foi observada qualquer relação desse aumento com a evolução da maturação da cana.

A análise estatística mostrou que o teor de açúcares redutores no caldo foi elevado com a adição de folha verde à cana, sendo representado por uma equação de 1º grau  $y = 0,555 + 0,128x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = +0,992$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% da fibra de FV adicionada à cana eleva a % AR em 0,013; cada 1% de FV na cana eleva em 0,008 (Figura 4).

##### **Folha Seca**

A observação detalhada dos resultados estatísticos e médias, mostra que não houve alterações reconhecidas e definidas em função da adição de folha seca. Os resultados de açúcares redutores em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, variaram de zero a +0,06 (FS 0,25%), + 0,01 a +0,05 (FS 0,50%) e zero a +0,07 (FS 0,75%), com variações médias

+0,02, +0,02 e +0,03, respectivamente.

### **Fibra do Colmo**

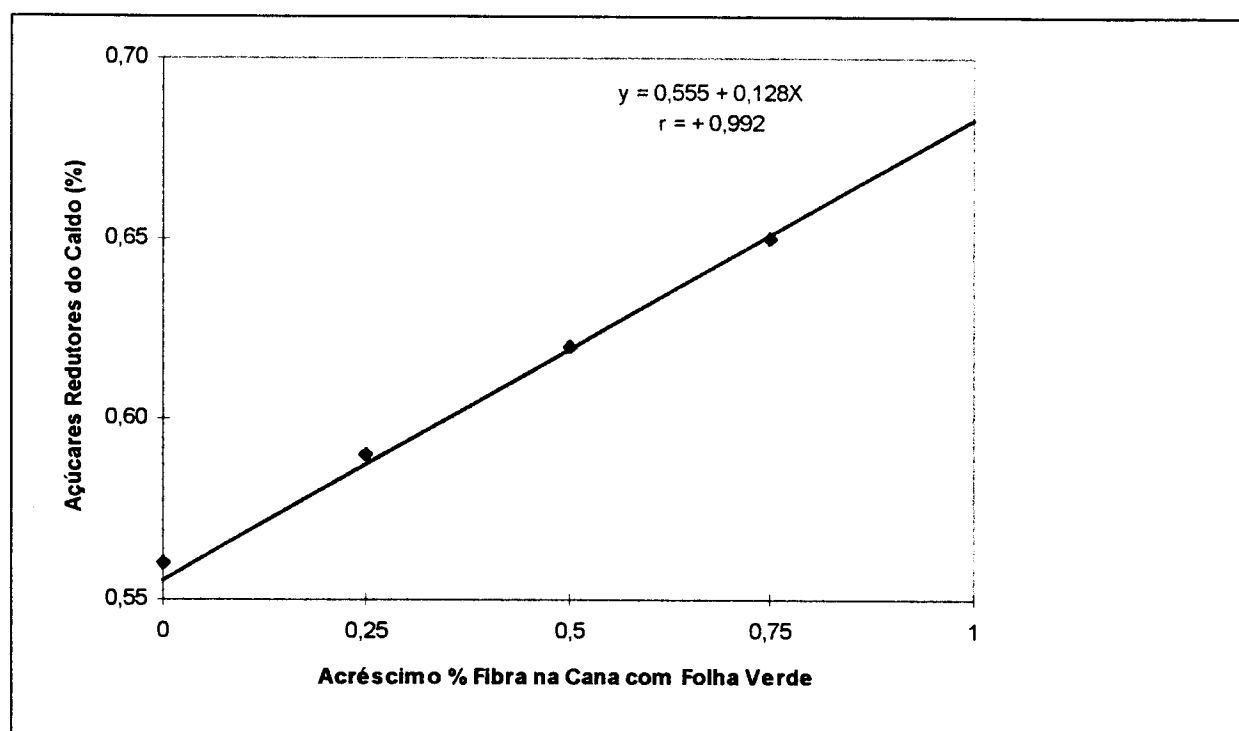
A observação detalhada dos resultados estatísticos e médias, mostra que como era esperado, não houve alterações reconhecidas e definidas em função da adição de fibra do colmo. A variação do teor de AR em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,01 a +0,06 (FC 0,25%), de zero a +0,05 (FC 0,50%) e de zero a +0,07 (FC 0,75%), com variações médias de +0,02, + 0,03 e +0,03, respectivamente.

**Tabela 4 - Médias (3 repetições) dos resultados obtidos para açúcares redutores do caldo, de amostras de cana-de-açúcar com teor de fibra acrescido em 0,25, 0,50 e 0,75% com a adição de folha verde (FV), folha seca (FS) ou fibra do colmo (FC). Comparação de médias de cada ensaio pelo teste de Tukey (1% de probabilidade) e coeficientes de regressão significativos (teste F).**

| TRATAMENTOS          | ENSAIOS |   |   |   |           |           |           |           | MÉDIA GERAL           |
|----------------------|---------|---|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|                      | 1       | 2 | 3 | 4 | 5         | 6         | 7         | 8         |                       |
|                      | (1)     |   |   |   |           |           |           |           |                       |
| FV                   | 0,00    | - | - | - | 0,48 b    | 0,58 d    | 0,55 d    | 0,63 c    | 0,56 c                |
|                      | 0,25    | - | - | - | 0,50 b    | 0,62 c    | 0,58 c    | 0,64 c    | 0,58 bc               |
|                      | 0,50    | - | - | - | 0,54 a    | 0,65 b    | 0,61 b    | 0,67 b    | 0,62 ab               |
|                      | 0,75    | - | - | - | 0,54 a    | 0,69 a    | 0,64 a    | 0,72 a    | 0,65 a                |
| Coef. de variação    |         |   |   |   | 2,37      | 0,64      | 0,69      | 1,06      | 1,91                  |
| regressão linear (r) |         |   |   |   | +0,941 ** | +0,996 ** | +0,998 ** | +0,969 ** | +0,992 **             |
| FS                   | 0,00    | - | - | - | 0,48 a    | 0,58 c    | 0,55 b    | 0,63 b    | 0,56 a                |
|                      | 0,25    | - | - | - | 0,49 a    | 0,64b ab  | 0,57 ab   | 0,63 ab   | 0,58 a                |
|                      | 0,50    | - | - | - | 0,49 a    | 0,63 b    | 0,57 a    | 0,64 a    | 0,58 a                |
|                      | 0,75    | - | - | - | 0,49 a    | 0,65 a    | 0,57 a    | 0,63 ab   | 0,59 a                |
| Coef. de variação    |         |   |   |   | 0,49      | 0,65      | 0,88      | 0,91      | 1,58                  |
| FC                   | 0,00    | - | - | - | 0,48 b    | 0,58 c    | 0,55 b    | 0,63 a    | 0,56 b <sup>(2)</sup> |
|                      | 0,25    | - | - | - | 0,49 a    | 0,64 ab   | 0,56 b    | 0,62 a    | 0,58 ab               |
|                      | 0,50    | - | - | - | 0,50 a    | 0,63 b    | 0,58 a    | 0,63 a    | 0,59 a                |
|                      | 0,75    | - | - | - | 0,49 a    | 0,65 a    | 0,58 a    | 0,63 a    | 0,59 a                |
| Coef. de variação    |         |   |   |   | 1,02      | 0,46      | 0,72      | 0,65      | 1,72                  |

Teste F: \*\* = significância ao nível de 1%

(1) Não determinado; (2) Significância a 5%



**Figura 4.** Aumento dos Açúcares Redutores do caldo em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde.



#### **4.5. Cinzas do Caldo**

As médias para cinzas do caldo e os resultados estatísticos são apresentados na Tabela 5. A Figura 5 mostra os resultados estatisticamente significativos.

##### **Folha Verde**

Os resultados mostraram que a presença de folha verde causa um aumento no teor de cinzas do caldo. O aumento das cinzas no caldo em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de +0,02 a +0,08 (FV 0,25%), +0,05 a +0,16 (FV 0,50%) e +0,04 a +0,25 (FV 0,75%), com aumentos médios de +0,05, +0,11 e +0,15, respectivamente.

A análise estatística mostrou que as cinzas no caldo foram aumentadas com a adição de folha verde à cana, segundo uma equação de 1º grau  $y = 0,402 + 0,201x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = +0,999$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FV adicionada à cana aumenta as cinzas do caldo em 0,020; cada 1% de FV na cana aumenta em 0,012 (Figura 5).

As cinzas contidas no extrato de folha verde, extraído na prensagem da cana, são os responsáveis pelo aumento do teor de cinzas no caldo.

##### **Folha Seca**

A observação dos resultados estatísticos mostra que a adição de folha seca não altera o teor de cinzas no caldo. Os resultados de cinzas do caldo em relação à testemunha, nos vários ensaios individuais, variaram de -0,06 a +0,03 (FV 0,25%), -0,06 a +0,05 (FV 0,50%) e -0,05 a +0,06 (FV 0,75%), com variações médias de zero, +0,01 e +0,01, respectivamente.

## Fibra do Colmo

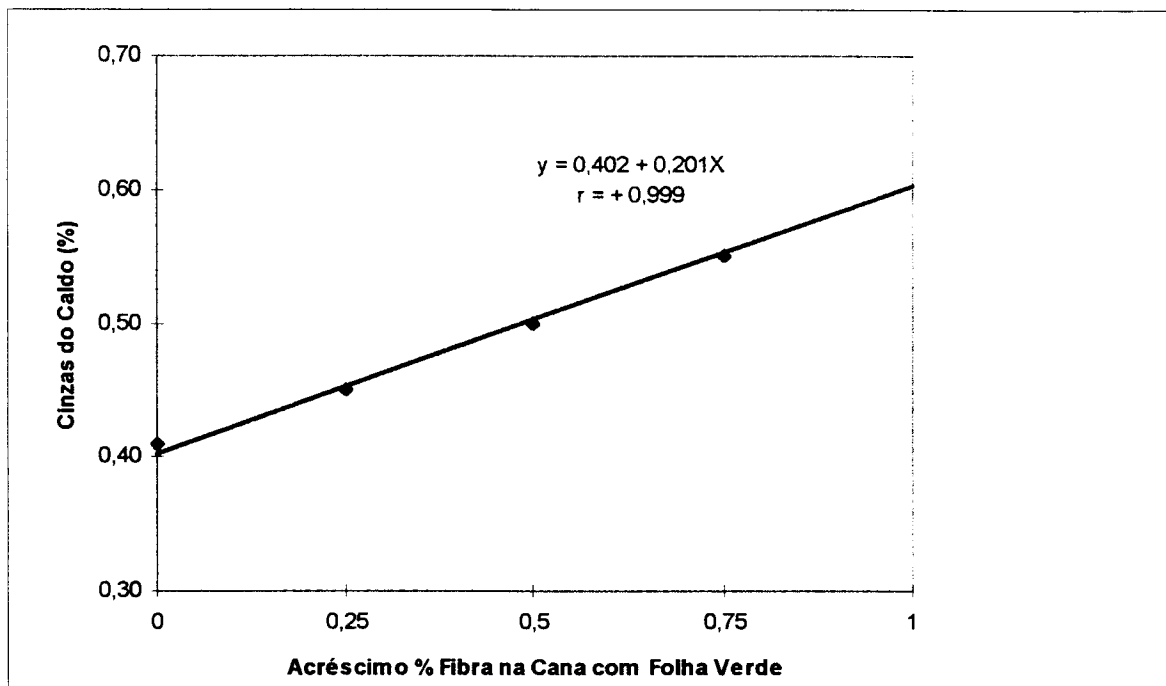
A observação detalhada dos resultados estatísticos e médias, mostra que não houve alterações reconhecidas e definidas em função da adição de fibra do colmo. A variação nas cinzas do caldo em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de: -0,21 a +0,02 (FC 0,25%), de -0,21 a +0,04 (FC 0,50%) e -0,22 a +0,04 (FC 0,75%), com variações médias nulas para todos os tratamentos.

Os resultados mostraram que em termos gerais a presença de fibra do colmo não alterou o teor de cinzas do caldo. Em cinco ensaios (4, 5, 6, 7 e 8) o teor de cinzas não sofreu alteração; em dois ensaios (1 e 2) a testemunha foi estatisticamente superior aos tratamentos; em um ensaio a testemunha foi estatisticamente inferior. As médias dos ensaios apresentaram a testemunha estatisticamente superior aos demais tratamentos, o que é atribuído ao elevado valor de cinzas das testemunhas dos ensaios 1 e 2 referidos anteriormente; assim, este resultado estatístico das médias foi desconsiderado.

**Tabela 5 - Médias (3 repetições) dos resultados obtidos para cinzas do caldo, de amostras de cana-de-açúcar com teor de fibra acrescido em 0,25, 0,50 e 0,75% com a adição de folha verde (FV), folha seca (FS) ou fibra do colmo (FC). Comparação de médias de cada ensaio pelo teste de Tukey (1% de probabilidade) e coeficientes de regressão significativos (teste F).**

| TRATAMENTOS       | ENSAIOS              |           |           |           |           |         |           |           | MÉDIA GERAL |           |
|-------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-------------|-----------|
|                   | 1                    | 2         | 3         | 4         | 5         | 6       | 7         | 8         |             |           |
| FV                | 0,00                 | 0,53 c    | 0,52 c    | 0,33 d    | 0,32 d    | 0,49 b  | 0,33 c    | 0,36 b    | 0,36 c      | 0,40 d    |
|                   | 0,25                 | 0,59 b    | 0,58 b    | 0,40 c    | 0,40 c    | 0,51 ab | 0,35 c    | 0,40 b    | 0,40 bc     | 0,45 c    |
|                   | 0,50                 | 0,64 a    | 0,64 a    | 0,47 b    | 0,48 b    | 0,55 a  | 0,41 b    | 0,41 ab   | 0,45 ab     | 0,51 b    |
|                   | 0,75                 | 0,69 a    | 0,66 a    | 0,53 a    | 0,57 a    | 0,53 ab | 0,47 a    | 0,46 a    | 0,47 a      | 0,55 a    |
| Coef. de variação |                      |           |           |           |           |         |           |           |             |           |
| FS                | regressão linear (r) | 1,94      | 2,16      | 5,38      | 3,40      | 8,79    | 5,03      | 1,74      | 1,18        | 2,00      |
|                   | 0,00                 | +0,999 ** | +0,977 ** | +1,000 ** | +0,999 ** | ns      | +0,984 ** | +0,966 ** | +0,987 **   | +0,999 ** |
|                   | 0,25                 | 0,53 a    | 0,52 a    | 0,33 a    | 0,32 b    | 0,49 a  | 0,33 a    | 0,36 a    | 0,36 a      | 0,40 a    |
|                   | 0,50                 | 0,47 b    | 0,54 a    | 0,32 a    | 0,35 ab   | 0,47 a  | 0,35 a    | 0,37 a    | 0,33 a      | 0,40 a    |
| FC                | 0,75                 | 0,47 b    | 0,54 a    | 0,36 a    | 0,37 a    | 0,48 a  | 0,35 a    | 0,35 a    | 0,35 a      | 0,41 a    |
|                   | Coef. de variação    | 0,48 b    | 0,56 a    | 0,35 a    | 0,38 a    | 0,45 a  | 0,36 a    | 0,35 a    | 0,35 a      | 0,41 a    |
|                   | 0,00                 | 2,52      | 0,93      | 5,34      | 2,45      | 7,85    | 3,90      | 1,62      | 2,19        | 2,14      |
|                   | 0,25                 | 0,53 a    | 0,52 a    | 0,33 b    | 0,32 b    | 0,49 a  | 0,33 a    | 0,36 a    | 0,36 a      | 0,40 a    |
| FC                | 0,50                 | 0,42 b    | 0,54 a    | 0,35 ab   | 0,34 ab   | 0,46 a  | 0,33 a    | 0,37 a    | 0,36 a      | 0,40 a    |
|                   | 0,75                 | 0,42 b    | 0,55 a    | 0,37 a    | 0,35 a    | 0,46 a  | 0,31 a    | 0,37 a    | 0,34 a      | 0,40 a    |
|                   | Coef. de variação    | 0,41 b    | 0,57 a    | 0,38 a    | 0,35 a    | 0,47 a  | 0,30 a    | 0,37 a    | 0,35 a      | 0,40 a    |
|                   |                      | 2,88      | 2,17      | 4,15      | 4,13      | 4,21    | 4,81      | 0,78      | 2,17        | 2,07      |

Teste F: \*\* = significância ao nível de 1%; ns = não significativo;



**Figura 5.** Aumento das Cinzas do caldo em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde.

#### **4.6. Cor do Caldo Clarificado**

As médias para cor do caldo e os resultados estatísticos são apresentados na Tabela 6. As Figuras 6 e 7 mostram os resultados estatisticamente significativos.

##### **Folha Verde**

Os resultados estatísticos mostram que a cor do caldo clarificado teve valores aumentados em função da adição de folha verde. A variação da cor do caldo clarificado em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,80 a +1,65 (FV 0,25%), -0,95 a +2,39 (FV 0,50%) e -0,83 a +2,41 (FV 0,75%), com variações médias de +0,43 + 1,07 e +1,24, respectivamente.

A análise estatística mostra que o aumento da cor do caldo clarificado com a adição de folha verde seguiu uma equação de 1º grau  $y = 14,262 + 1,741x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = +0,979$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FV adicionada à cana aumenta a cor do caldo em 0,174; para cada 1% de FV na cana o aumento é de 0,104 (Figura 6).

##### **Folha Seca**

Os resultados estatísticos mostram que a cor do caldo clarificado teve valores aumentados em função da adição de folha seca. A variação da cor do caldo clarificado em relação à testemunha, nos vários ensaios individuais, foi de -0,50 a +0,76 (FS 0,25%), -1,15 a +1,07 (FS 0,50%) e -0,55 a +2,07 (FS 0,75%), com variações médias de +0,02, -0,06 e +0,46, respectivamente.

A análise estatística mostra que o aumento da cor do caldo clarificado com a adição de

folha seca seguiu uma equação linear  $y = 14,142 + 0,516x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha seca), com coeficiente de regressão  $r = +0,487$ , obtida com as médias gerais com regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FS adicionada à cana aumenta a cor em 0,079; cada 1% de FS na cana reduz em 0,052 (Figura 7).

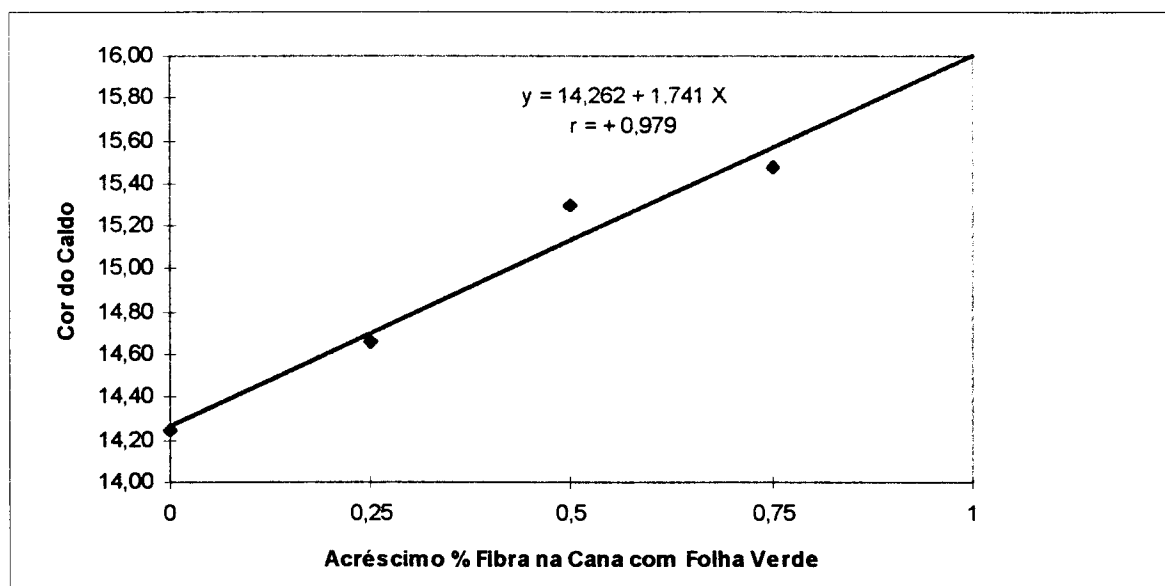
### **Fibra do Colmo**

A análise estatística mostra que como era esperado, a cor do caldo clarificado não foi alterada com a adição de fibra do colmo. A variação da cor do caldo em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,30 a +0,20 (FC 0,25%), -0,43 a +0,29 (FC 0,50%) e -0,42 a +0,19 (FC 0,75%), com variações médias de +0,01, +0,01 e -0,02, respectivamente.

**Tabela 6 - Médias (3 repetições) dos resultados obtidos para cor do caldo clarificado, de amostras de cana-de-açúcar com teor de fibra acrescido em 0,25, 0,50 e 0,75% com a adição de folha verde (FV), folha seca (FS) ou fibra do colmo (FC). Comparação de médias de cada ensaio pelo teste de Tukey (1% de probabilidade) e coeficientes de regressão significativos (teste F).**

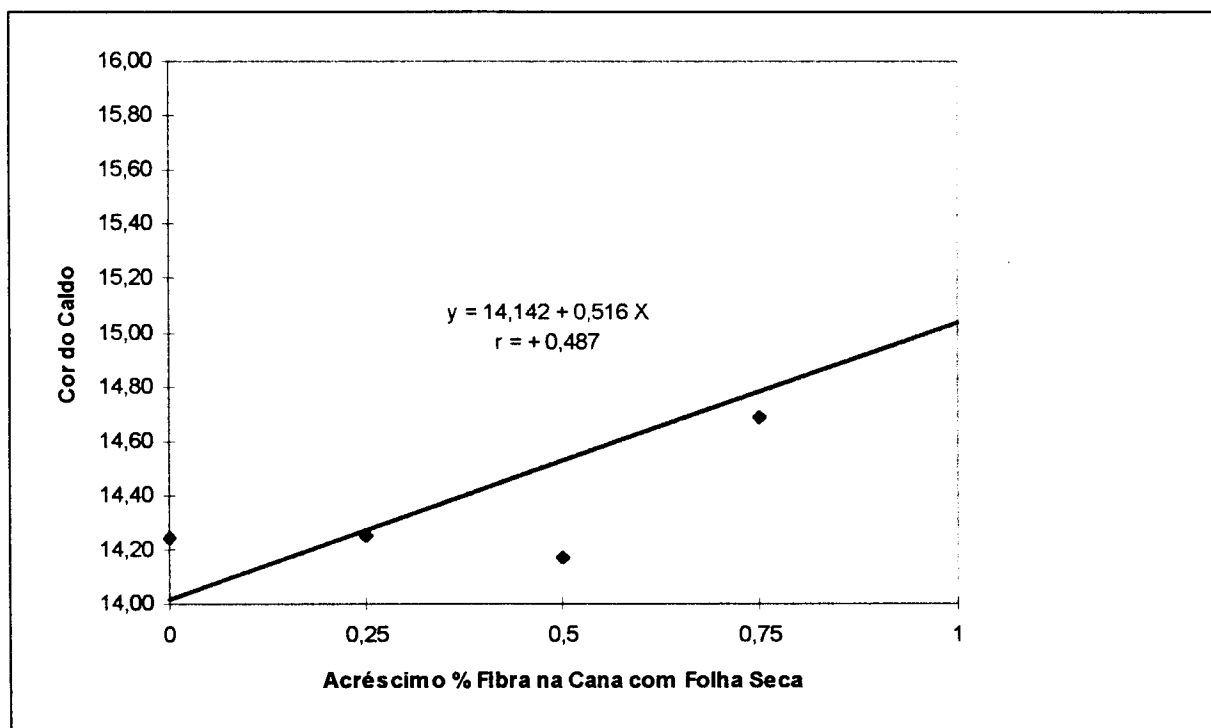
| TRATAMENTOS          | ENSAIOS   |          |           |           |          |           |          |           | MÉDIA GERAL |           |
|----------------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-------------|-----------|
|                      | 1         | 2        | 3         | 4         | 5        | 6         | 7        | 8         |             |           |
| FV                   | 0,00      | 12,50 c  | 13,84 b   | 14,82 b   | 14,68 c  | 14,77 a   | 14,27 b  | 14,40 a   | 14,61 b     | 14,23 c   |
|                      | 0,25      | 14,15 b  | 13,92 b   | 15,61 a   | 15,41 bc | 13,97 b   | 14,87 b  | 14,73 a   | 14,61 b     | 14,66 b   |
|                      | 0,50      | 14,89 ab | 15,15 a   | 15,67 a   | 15,78 b  | 13,82 b   | 15,87 a  | 15,60 b   | 15,61 a     | 15,30 a   |
|                      | 0,75      | 14,91 a  | 14,83 a   | 15,89 a   | 16,77 a  | 13,94 b   | 15,83 a  | 15,83 b   | 15,78 a     | 15,47 a   |
| Coef. de variação    | 1,72      | 4,56     | 0,94      | 0,39      | 1,93     | 1,47      | 0,27     | 0,23      | 0,75        |           |
| regressão linear (r) | +0,909 ** | ns       | +0,905 ** | +0,986 ** | ns       | +0,942 ** | ns       | +0,922 ** | +0,979 **   |           |
| FS                   | 0,00      | 12,50 c  | 13,84 b   | 14,82 b   | 14,68 a  | 14,77 ab  | 14,27 b  | 14,40 a   | 14,61 ab    | 14,23 b   |
|                      | 0,25      | 13,26 b  | 13,57 b   | 14,32 c   | 14,90 a  | 14,51 b   | 14,67 a  | 14,37 ab  | 14,41 b     | 14,25 b   |
|                      | 0,50      | 13,57 b  | 13,90 b   | 14,89 b   | 14,80 a  | 14,68 ab  | 13,12 d  | 13,93 c   | 14,50 ab    | 14,17 c   |
|                      | 0,75      | 14,57 a  | 14,84 a   | 15,83 a   | 14,84 a  | 14,92 a   | 13,72 c  | 14,02 bc  | 14,79 a     | 14,69 a   |
| Coef. de variação    | 0,81      | 0,85     | 0,72      | 0,24      | 1,07     | 2,08      | 0,77     | 0,22      | 0,12        |           |
| regressão linear (r) | +0,918 ** | +0,775** | +0,737 ** | +0,539 ** | ns       | ns        | ns       | ns        | +0,491**    | +0,487 ** |
| FC                   | 0,00      | 12,50 a  | 13,84 a   | 14,82 a   | 14,68 a  | 14,77 a   | 14,27 a  | 14,40 a   | 14,61 b     | 14,23 a   |
|                      | 0,25      | 12,60 a  | 13,92 a   | 14,82 a   | 14,70 a  | 14,81 a   | 14,03 ab | 14,10 b   | 14,81 ab    | 14,24 a   |
|                      | 0,50      | 12,60 a  | 13,97 a   | 14,80 a   | 14,70 a  | 14,90 a   | 14,00 ab | 13,97 b   | 14,90 a     | 14,24 a   |
|                      | 0,75      | 12,60 a  | 13,97 a   | 14,80 a   | 14,72 a  | 14,80 a   | 13,97 b  | 13,98 b   | 14,80 ab    | 14,21 a   |
| Coef. de variação    | 0,87      | 0,54     | 0,16      | 0,10      | 0,93     | 1,51      | 0,65     | 0,23      | 0,11        |           |

Teste F: \*\* = significância ao nível de 1%; ns = não significativo;



**Figura 6.** Aumento da Cor do caldo em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde.





**Figura 7.** Aumento da Cor do caldo em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha seca.

#### **4.7. Volume de Lodo Decantado**

As médias para volume % de lodo decantado e os resultados estatísticos são apresentados na Tabela 7. As Figuras 8 e 9 mostram os resultados estatisticamente significativos.

##### **Folha Verde**

Os resultados mostraram que a presença de folha verde causa um aumento na quantidade de lodo decantado num tempo de 60 minutos. Seu aumento em relação à testemunha, nos vários ensaios individuais, variou de +0,13 a +2,80 (FV 0,25%), de +0,8 a +7,06 (FV 0,50%) e de +1,87 a +6,53 (FV 0,75%), com aumentos médios de +1,08, +2,9 e +3,55, respectivamente.

A análise estatística mostra que o aumento do volume de lodo decantado com a adição de folha verde seguiu uma equação de 1º grau  $y = 8,180 + 4,990x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = +0,986$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FV adicionada à cana aumenta o volume de lodo em 0,500 para cada 1% de FV na cana o aumento é de 0,300 (Figura 8).

##### **Folha Seca**

Os resultados estatísticos permitem dizer que a presença de folha seca, aumenta o volume de lodo decantado. O aumento do volume de lodo decantado em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, variou de -0,93 a +1,60 (FS 0,25%), de -2,00 a +2,26 (FS 0,50%) e de -1,07 a +2,80 (0,75% FS), com variações médias de +0,19, +0,33 e +1,10, respectivamente.

A análise estatística mostra que o aumento do volume de lodo decantado com a adição de folha seca seguiu uma equação de 1º grau  $y = 8,059 + 1,376x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = +0,920$ , obtida com as médias gerais que

apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FS adicionada à cana aumenta o volume do lodo decantado em 0,138; cada 1% de FS na cana aumenta em 0,082 (Figura 9).

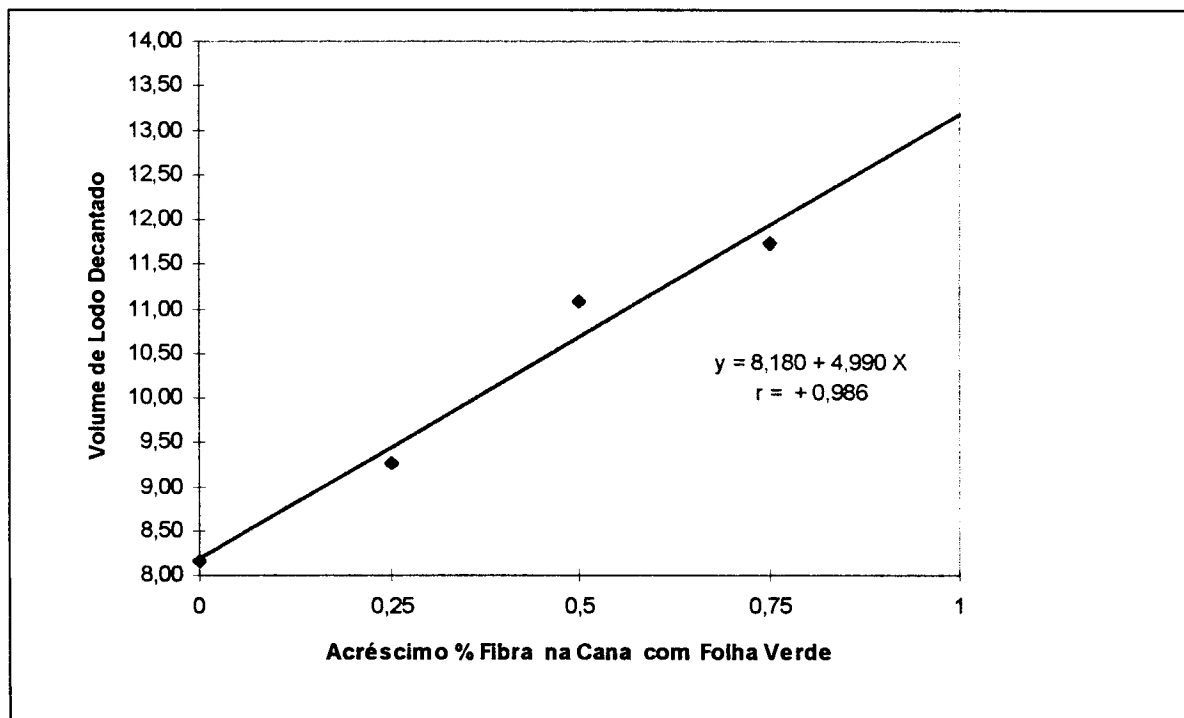
### **Fibra do Colmo**

Os resultados estatísticos permitem dizer que a adição de FC não causou alteração no volume de lodo decantado. A variação em relação à testemunha nos diversos ensaios individuais foi de -0,67 a +2,18 (FC 0,25%), de -0,54 a +0,90 (FC 0,50%) e de -0,54 a zero (FC 0,75%), com variações médias de +0,15, +0,06 e -0,11, respectivamente.

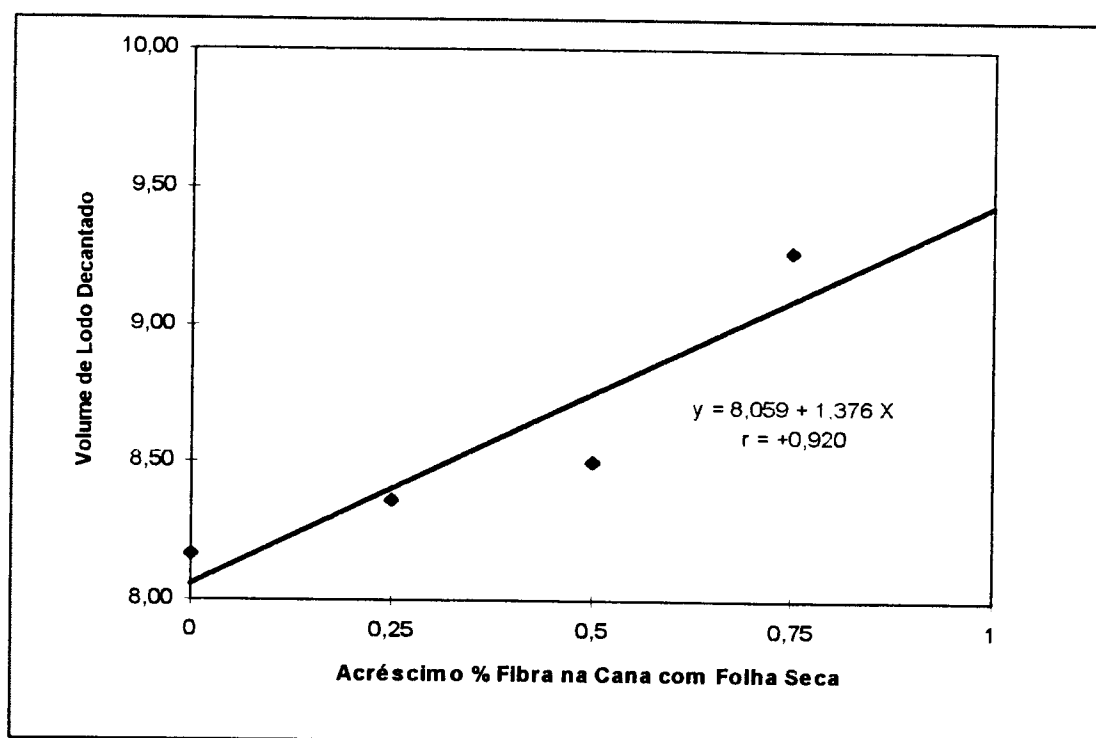
**Tabela 7 - Médias (3 repetições) dos resultados obtidos para volume de lodo decantado, de amostras de cana-de-açúcar com teor de fibra acrescido em 0,25, 0,50 e 0,75% com a adição de folha verde (FV), folha seca (FS) ou fibra do colmo (FC). Comparação de médias de cada ensaio pelo teste de Tukey (1% de probabilidade) e coeficientes de regressão significativos (teste F).**

| TRATAMENTOS          | ENSAIOS   |           |           |           |           |           |           |           | MÉDIA GERAL |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|                      | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |             |
| FV                   | 0,00      | 8,67b     | 9,20c     | 7,47c     | 8,00d     | 8,00c     | 8,00c     | 8,00c     | 8,17        |
|                      | 0,25      | 8,80b     | 10,80b    | 10,27b    | 9,33c     | 8,13c     | 8,13c     | 8,40bc    | 9,25        |
|                      | 0,50      | 15,73a    | 12,00a    | 13,20a    | 10,40b    | 8,80b     | 9,07b     | 8,93b     | 11,07       |
|                      | 0,75      | 15,20a    | 12,40a    | 13,60a    | 11,89a    | 10,00a    | 10,13a    | 9,87a     | 11,72       |
| Coef. de variação    | 1,50      | 2,47      | 2,22      | 2,80      | 6,05      | 3,83      | 2,80      | 3,26      | 0,97        |
| regressão linear (r) | +0,880 ** | +0,970 ** | +0,963 ** | +0,998 ** | +0,876 ** | +0,897 ** | +0,705 ** | +0,715 ** | +0,986 **   |
| FS                   | 0,00      | 8,67b     | 9,20c     | 7,47c     | 8,00d     | 8,00c     | 8,00c     | 8,00c     | 8,17        |
|                      | 0,25      | 10,27b    | 9,60a     | 7,87a     | 8,93a     | 7,33c     | 7,07c     | 8,40c     | 8,36        |
|                      | 0,50      | 10,93a    | 7,20c     | 7,47a     | 8,40ab    | 8,13b     | 7,87b     | 9,20b     | 8,50        |
|                      | 0,75      | 11,47a    | 8,27d     | 7,33a     | 8,53ab    | 9,60a     | 9,60a     | 10,00a    | 9,27        |
| Coef. de variação    | 3,12      | 1,71      | 2,67      | 3,96      | 5,46      | 2,50      | 2,39      | 2,38      | 0,75        |
| regressão linear (r) | +0,964 ** | ns        | ns        | ns        | +0,816 ** | +0,757 ** | +0,681 ** | +0,654 ** | +0,921 **   |
| FC                   | 0,00      | 8,67b     | 9,20c     | 7,47c     | 8,00d     | 8,00c     | 8,00c     | 8,00c     | 8,17        |
|                      | 0,25      | 8,00a     | 9,20a     | 6,80b     | 8,40a     | 8,00a     | 8,00a     | 8,00a     | 8,32        |
|                      | 0,50      | 8,01b     | 9,07a     | 7,20a     | 8,40a     | 8,13a     | 8,00a     | 8,12a     | 8,23        |
|                      | 0,75      | 8,13b     | 9,20a     | 7,20a     | 8,00b     | 7,99a     | 7,96a     | 8,00a     | 8,06        |
| Coef. de variação    | 1,50      | 2,47      | 2,22      | 2,80      | 6,05      | 3,83      | 2,80      | 3,26      | 0,97        |
| regressão linear (r) | +0,880 ** | +0,97 **  | +0,963 ** | +0,998 ** | +0,876 ** | +0,897 ** | +0,705 ** | +0,715 ** | +0,986 **   |

Teste F: \*\* = significância ao nível de 1%; ns = não significativo;



**Figura 8.** Aumento do Volume de Lodo Decantado em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde.



**Figura 9.** Aumento do Volume de Lodo Decantado em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha seca.

#### 4.8. Fibra da cana

As médias para fibra da cana e os resultados estatísticos são apresentados na Tabela 8. As Figuras 10, 11 e 12 mostram os resultados estatisticamente significativos.

##### Folha Verde

Os resultados mostraram que a adição de folha verde à cana, em quantidades programadas para incrementar a fibra % cana em 0,25 , 0,50 e 0,75%, provocou aumentos médios mais elevados, de +1,30, +1,52 e +2,34, respectivamente. O aumento da fibra % cana em relação à testemunha nos vários ensaios individuais variou de +0,37 a +2,31 (FV 0,25%), +0,62 a +2,83 (FV 0,50%) e +1,73 a +4,37 (FV 0,75%).

Esse incremento acima do programado é atribuído à maior umidade das partículas da folha verde após a extração do caldo na prensa, em relação à fibra do colmo. Pode ser considerado que não se pode extrapolar este resultado, no caso de extração em um tandem de moagem; neste caso, o cisalhamento a que são submetidas as partículas pode resultar em partículas de folhas verdes com menor umidade e assim não ocorrer um suposto aumento de fibra % cana devido à umidade das mesmas.

A análise estatística mostrou que a fibra da cana foi aumentada com a adição de folha verde à cana, seguindo uma equação de 1º grau  $y = 10,207 + 3,072x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = +0,965$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FV adicionada à cana aumenta a fibra da cana em 0,307; cada 1% de FV na cana aumenta em 1,84 (Figura 10).

## Folha Seca

Os resultados mostraram que a adição de folha seca à cana, em quantidades programadas para incrementar a fibra % cana em 0,25 , 0,50 e 0,75%, provocou aumentos médios mais elevados, de +1,26, +1,31 e +1,63, respectivamente. O aumento da fibra % cana em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,41 a +2,37 (FS 0,25%), -0,65 a +2,28 (FS 0,50%) e +0,19 a +3,34 (FS 0,75%).

A análise estatística mostrou que a fibra da cana foi aumentada com a adição de folha seca à cana, seguindo uma equação de 1º grau  $y = 10,341 + 1,972x$  ( $x$  = acréscimo % fibra na cana com adição de folha seca) com coeficiente de regressão  $r = +0,887$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FS adicionada à cana aumenta a fibra da cana em 0,197; cada 1% de FS na cana aumenta em 0,118 (Figura 11).

## Fibra do Colmo

Considerando a variabilidade dos resultados, o resultado estatístico das médias dos ensaios permite verificar que a tendência geral é de que a adição de fibra da cana pode ser detectada através de um aumento no teor médio de fibra da cana. A variação na fibra da cana em relação à testemunha, nos vários ensaios individuais, foi de -0,09 a +1,97 (FC 0,25%) , -0,08 a +2,91 (FC 0,50%) e -0,25 a +2,91 (FC 0,75%), com aumentos médios de +0,43, +0,75 e +0,61, respectivamente.

Os incrementos na fibra % cana com a adição de fibra de cana, também foram superiores àqueles programados, tal como ocorreu na adição de folhas verdes e de folhas secas. Os incrementos foram menos elevados em relação àqueles programados, do que na adição de folhas verdes ou secas, mostrando um comportamento diferenciado para fibra do colmo, o que é atribuído ao tipo de fibra ou partícula desses dois materiais.

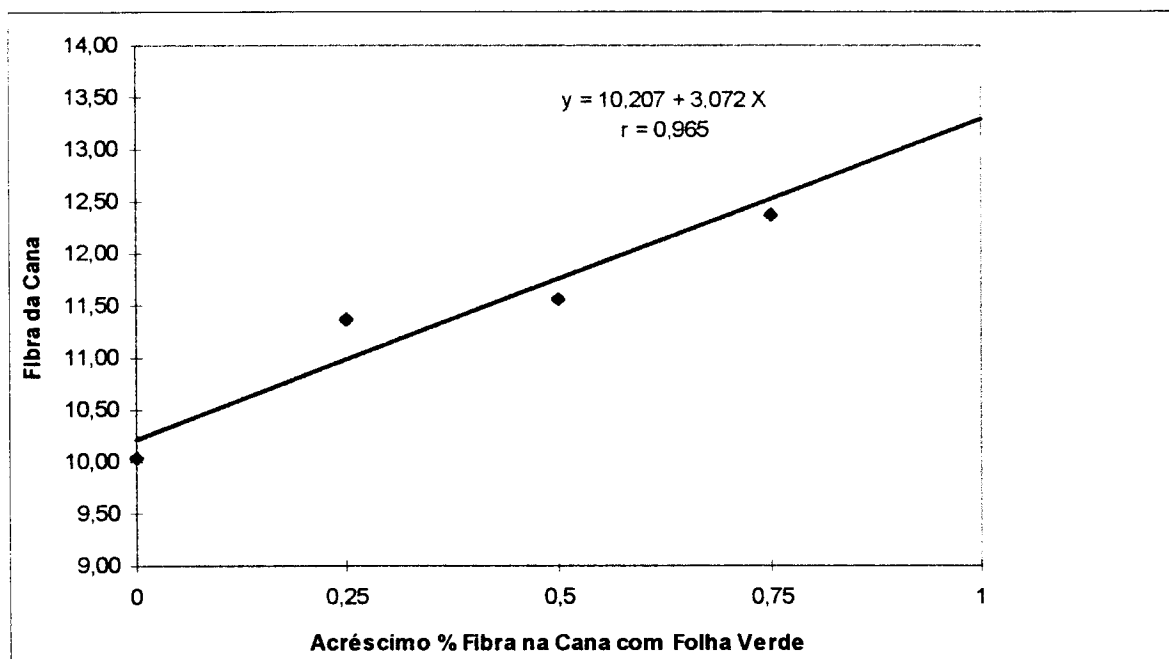


A análise estatística mostrou que a fibra da cana foi aumentada com a adição de fibra do colmo à cana, seguindo uma equação de 1º grau  $y = 10,141 + 0,933x$  ( $x$  = acréscimo % fibra na cana com adição de fibra do colmo) com coeficiente de regressão  $r = +0,873$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FC adicionada à cana aumenta a fibra da cana em 0,093; cada 1% de FC na cana aumenta em 0,056 (Figura 12).

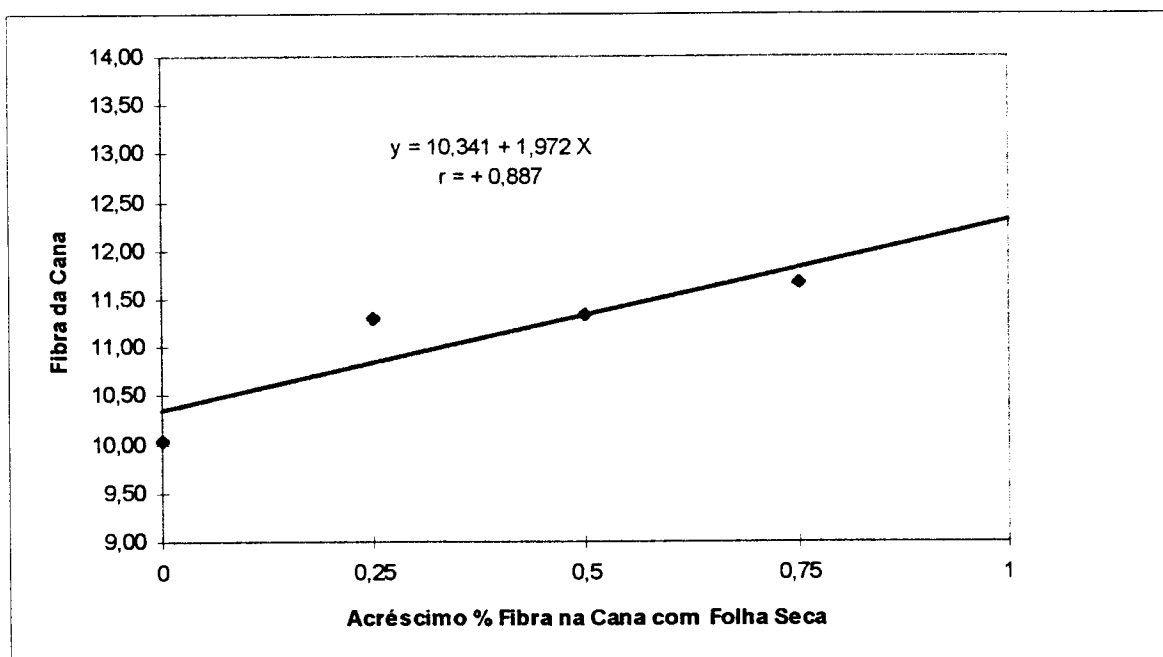
**Tabela 8 - Médias (3 repetições) dos resultados obtidos para fibra % cana, de amostras de cana-de-açúcar com teor de fibra acrescido em 0,25, 0,50 e 0,75% com a adição de folha verde (FV), folha seca (FS) ou fibra do colmo (FC). Comparação de médias de cada ensaio pelo teste de Tukey (1% de probabilidade) e coeficientes de regressão significativos (teste F).**

| TRATAMENTOS          | ENSAIOS   |           |           |           |           |           |           |           | MÉDIA GERAL |           |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|
|                      | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |             |           |
| FV                   | 0,00      | 8,44 d    | 9,74 b    | 10,54 c   | 10,52 b   | 10,06 b   | 10,33 b   | 10,42 b   | 10,22 c     | 10,03 c   |
|                      | 0,25      | 9,68 c    | 10,42 b   | 11,09 bc  | 10,89 b   | 11,87 a   | 12,64 a   | 12,29 a   | 11,76 ab    | 11,33 b   |
|                      | 0,50      | 11,27 b   | 12,14 a   | 11,73 ab  | 11,14 b   | 11,14 a   | 12,14 a   | 11,73 a   | 11,15 bc    | 11,55 b   |
|                      | 0,75      | 12,81 a   | 11,88 a   | 12,56 a   | 12,25 a   | 11,88 a   | 12,40 a   | 12,75 a   | 12,40 a     | 12,37 a   |
| Coef. de variação    | 3,00      | 4,52      | 1,09      | 5,18      | 4,43      | 2,86      | 2,34      | 3,07      | 0,97        |           |
| regressão linear (r) | +0,999 ** | +0,911 ** | +0,996 ** | +0,943 ** | +0,711 ** | +0,670 ** | +0,824 ** | +0,824 ** | +0,824 **   | +0,965 ** |
| FS                   | 0,00      | 8,44 c    | 9,74 a    | 10,54 b   | 10,52 a   | 10,06 b   | 10,33 b   | 10,42 b   | 10,22 c     | 10,03 c   |
|                      | 0,25      | 10,06 b   | 9,83 a    | 11,02 ab  | 10,11 a   | 11,28 a   | 12,65 a   | 12,75 a   | 12,59 a     | 11,29 b   |
|                      | 0,50      | 10,18 b   | 10,36 a   | 11,65 ab  | 9,87 a    | 11,76 a   | 12,61 a   | 12,62 a   | 11,64 ab    | 11,34 b   |
|                      | 0,75      | 11,78 a   | 10,52 a   | 11,83 a   | 10,71 a   | 11,68 a   | 12,68 a   | 12,78 a   | 11,32 bc    | 11,66 a   |
| Coef. de variação    | 4,17      | 3,77      | 3,28      | 5,89      | 2,54      | 1,88      | 1,13      | 6,98      | 0,39        |           |
| regressão linear (r) | +0,959 ** | +0,962 *  | +0,980 ** | ns        | +0,878 ** | +0,780 ** | +0,780 ** | ns        | ns          | +0,887 ** |
| FC                   | 0,00      | 8,44 c    | 9,74 b    | 10,54 a   | 10,52 b   | 10,06 a   | 10,33 a   | 10,42 a   | 10,22 a     | 10,03 b   |
|                      | 0,25      | 10,41 b   | 10,13 ab  | 10,80 a   | 10,70 ab  | 10,48 a   | 10,29 a   | 10,33 a   | 10,58 a     | 10,46 ab  |
|                      | 0,50      | 11,35 a   | 10,88 a   | 11,15 a   | 11,49 a   | 10,28 a   | 10,31 a   | 10,34 a   | 10,47 a     | 10,78 a   |
|                      | 0,75      | 11,35 a   | 10,85 a   | 10,77 a   | 10,27 b   | 10,16 a   | 10,29 a   | 10,51 a   | 10,89 a     | 10,64 a   |
| Coef. de variação    | 2,31      | 2,87      | 3,83      | 3,97      | 5,05      | 0,94      | 1,29      | 4,35      | 1,23        |           |
| regressão linear (r) | +0,910 ** | +0,941 ** | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns          | +0,873 ** |

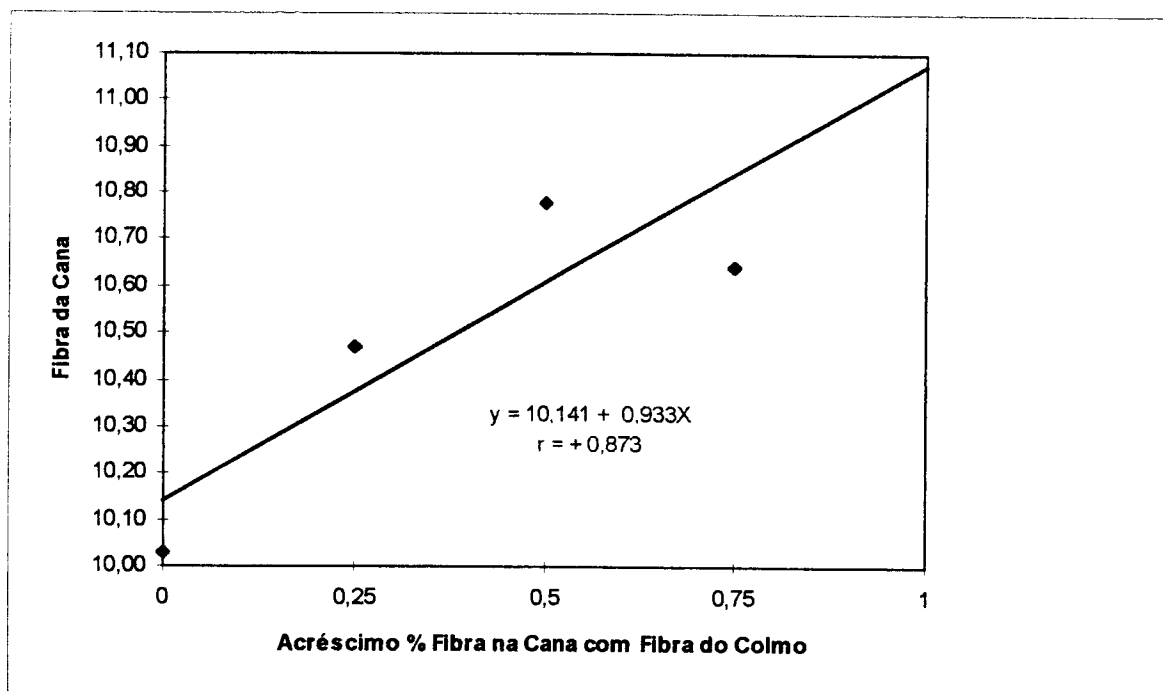
Teste F: \*\* = significância ao nível de 1%; \* = significância a 5%; ns = não significativo;



**Figura 10.** Aumento da Fibra % Cana em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde.



**Figura 11.** Aumento da Fibra % Cana em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha seca.



**Figura 12.** Aumento da Fibra % Cana em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de fibra do colmo.

#### **4.9. Pol da Cana**

As médias para Pol da cana e os resultados estatísticos são apresentados na Tabela 9. As Figuras 13, 14 e 15 mostram os resultados estatisticamente significativos.

##### **Folha Verde**

Os resultados mostraram que a adição de folha verde causa uma redução na Pol % cana. A redução da pol da cana em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,17 a -1,15 (FV 0,25%), -0,66 a -2,14 (FV 0,50%) e -0,92 a -2,24 (FV 0,75%), com reduções médias de -0,76, -1,38 e -1,78, respectivamente.

A análise estatística mostrou que a Pol da Cana foi reduzida com a adição de folha verde à cana, seguindo uma equação de 1º grau  $y = 14,378 - 2,389x$  ( $x$  = acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = -0,991$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FV adicionada à cana reduz a Pol da cana em 0,239; cada 1% de FV na cana reduz em 0,144 (Figura 13).

##### **Folha Seca**

Os resultados mostram que a presença de folha seca causa uma redução na pol da cana em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, com uma variação de -0,10 a -0,94 (FS 0,25%), -0,65 a +0,25 (FS 0,50%) e -0,89 a +0,01 (FS 0,75%), com reduções médias de -0,42, -0,42 e -0,49, respectivamente.

Deve ser considerado que a adição de folha seca não alterou a Pol do caldo extraído nem a sua pureza, e portanto a redução da Pol da Cana pode ser atribuída ao aumento do teor de fibra.

A análise estatística mostrou que a Pol da cana foi reduzida com a adição de folha seca à cana, seguindo uma equação de 1º grau  $y = 14,352 - 0,593x$  ( $x$  = acréscimo % fibra na cana com adição de folha seca) com coeficiente de regressão  $r = -0,850$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FS adicionada à cana reduz a Pol da cana em 0,059; cada 1% de FV na cana reduz em 0,036 (Figura 14).

### **Fibra do Colmo**

Os resultados mostraram que a presença de fibra do colmo causou pequena redução na pol % cana.

O resultado estatístico das médias dos ensaios permite verificar que a tendência geral é de que a adição de fibra da cana pode ser detectada através de uma redução na Pol % Cana.

A variação da pol da cana, em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,55 a +0,06 (FC 0,25%), de -0,69 a +0,06 (FC 0,50%) e de -0,70 a +0,16 (FC 0,75%), com variações médias de -0,14, -0,18 e -0,17, respectivamente (Figura 15).

A análise estatística mostrou que a Pol da cana foi reduzida com a adição de fibra do colmo à cana, seguindo uma equação de 1º grau  $y = 14,421 - 0,224 x$  ( $x$  = acréscimo % fibra na cana com adição de folha seca) com coeficiente de regressão  $r = -0,840$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra do colmo adicionada à cana reduz a Pol da cana em 0,022; cada 1% de fibra do colmo reduz a pol da cana em 0,013.

Todavia, a adição de folha verde ou de folha seca causam uma redução mais acentuada na Pol da Cana do que a adição de fibra do colmo. Este efeito diferenciado mostra que as folhas verdes ou secas apresentam uma influência que não é devida ao seu teor real em fibra, mas às suas

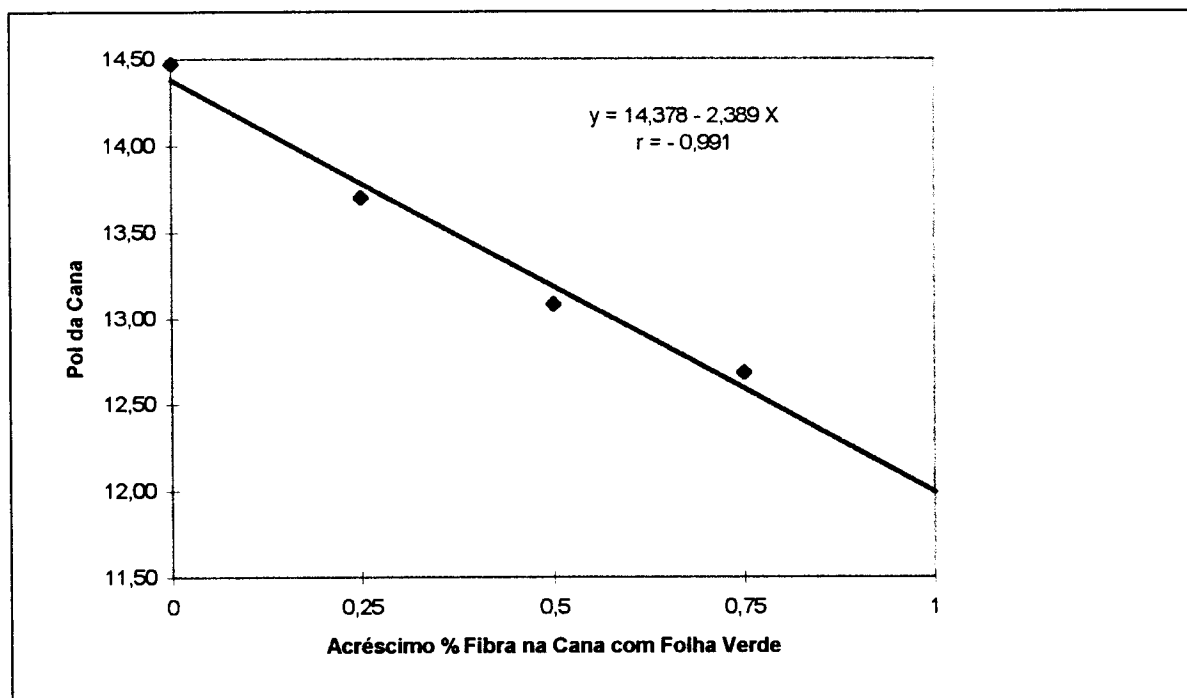
características físicas e químicas que acarretam a determinação de valores de fibra % cana superiores aos reais com a metodologia do peso do bolo úmido através de prensa hidráulica.



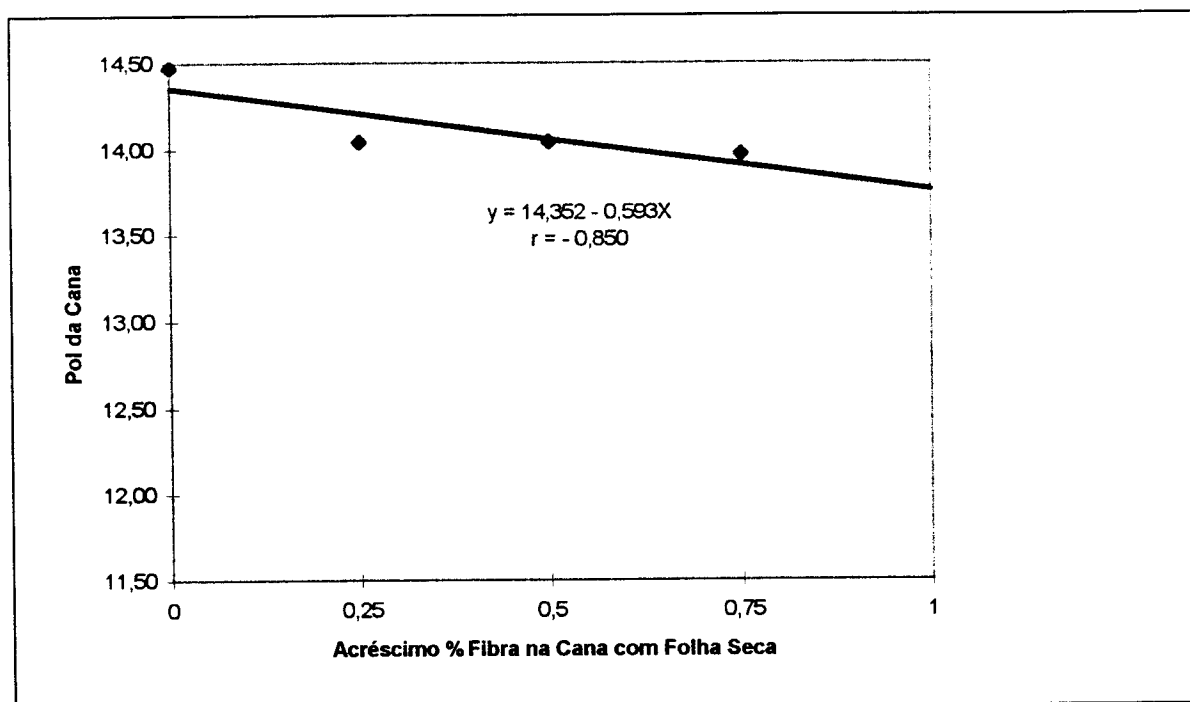
**Tabela 9 - Médias (3 repetições) dos resultados obtidos para Pol % Cana, de amostras de cana-de-açúcar com teor de fibra acrescido em 0,25, 0,50 e 0,75% com a adição de folha verde (FV), folha seca (FS) ou fibra do colmo (FC). Comparação de médias de cada ensaio pelo teste de Tukey (1% de probabilidade) e coeficientes de regressão significativos (teste F).**

| TRATAMENTOS          | ENSAIOS   |           |           |           |           |           |           |           | MÉDIA GERAL |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|                      | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |             |
| FV                   | 0,00      | 11,96 a   | 13,20 a   | 12,91 a   | 16,14 a   | 16,70 a   | 16,33 a   | 17,00 a   | 14,46 a     |
|                      | 0,25      | 11,17 b   | 12,56 b   | 12,74 a   | 15,22 b   | 15,70 b   | 15,51 b   | 15,85 b   | 13,70 b     |
|                      | 0,50      | 10,43 c   | 11,06 d   | 12,25 b   | 14,81 c   | 15,35 b   | 15,16 b   | 15,62 b   | 13,08 c     |
|                      | 0,75      | 9,72 d    | 11,64 c   | 11,99 b   | 14,06 d   | 14,95 c   | 14,40 c   | 14,86 c   | 12,68 d     |
| Coef. de variação    | 0,87      | 1,58      | 0,79      | 1,65      | 1,50      | 0,31      | 0,44      | 0,54      | 0,25        |
| regressão linear (r) | -1,000 *  | -0,970 ** | -0,838 ** | -0,984 ** | -0,991 ** | -0,966 ** | -0,989 ** | -0,969 ** | -0,991 **   |
| FS                   | 0,00      | 11,96 a   | 13,20 a   | 12,91 a   | 16,14 a   | 16,70 a   | 16,33 a   | 17,00 a   | 14,46 a     |
|                      | 0,25      | 11,67 ab  | 12,95 a   | 12,75 a   | 15,75 ab  | 16,07 b   | 15,72 b   | 16,06 b   | 14,04 b     |
|                      | 0,50      | 11,48 bc  | 12,92 a   | 13,16 a   | 15,63 b   | 16,12 b   | 15,74 b   | 16,35 b   | 14,04 b     |
|                      | 0,75      | 11,07 c   | 12,80 a   | 12,92 a   | 15,69 ab  | 16,07 b   | 15,74 b   | 16,45 b   | 13,97 b     |
| Coef. de variação    | 1,51      | 2,66      | 1,14      | 1,14      | 0,49      | 0,32      | 0,30      | 1,45      | 0,29        |
| regressão linear (r) | -0,989 ** | ns        | ns        | ns        | -0,828 ** | -0,778 ** | -0,760 ** | ns        | -0,850 **   |
| FC                   | 0,00      | 11,96 a   | 13,20 a   | 12,91 a   | 16,14 a   | 16,70 a   | 16,33 a   | 17,00 a   | 14,46 a     |
|                      | 0,25      | 11,41 b   | 13,03 a   | 12,97 a   | 15,96 a   | 16,70 a   | 16,37 a   | 16,86 a   | 14,32 a     |
|                      | 0,50      | 11,27 b   | 12,88 a   | 12,85 a   | 16,02 a   | 16,69 a   | 16,39 a   | 16,94 a   | 14,28 a     |
|                      | 0,75      | 11,26 b   | 12,90 a   | 13,07 a   | 16,07 a   | 16,73 a   | 16,36 a   | 16,84 a   | 14,29 a     |
| Coef. de variação    | 0,80      | 1,09      | 2,00      | 1,12      | 0,81      | 0,12      | 0,35      | 0,94      | 0,37        |
| regressão linear (r) | -0,874 ** | -0,935 ** | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | -0,840 **   |

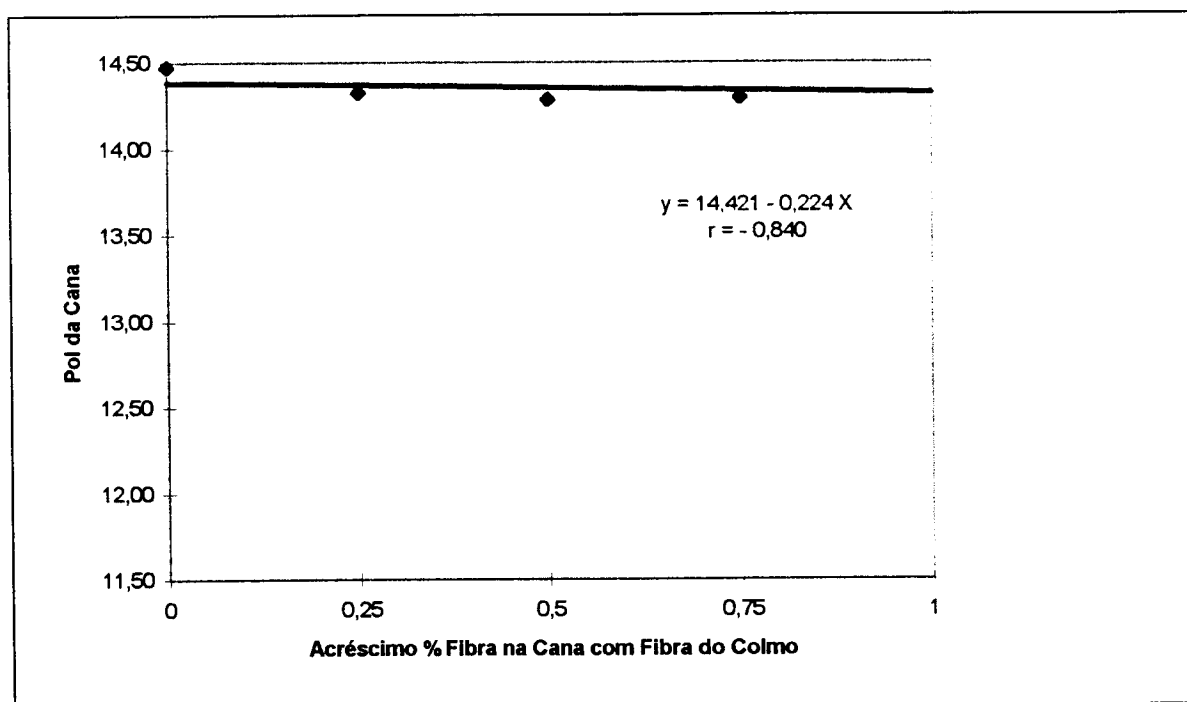
Teste F: \*\* = significância ao nível de 1%; \* = significância a 5%; ns = não significativo



**Figura 13.** Redução da Pol % Cana em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde.



**Figura 14.** Redução da Pol %Cana em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha seca.



**Figura 15.** Redução da Pol %Cana em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de fibra do colmo.

#### **4.10. Ágio técnico**

As médias para ágio técnico e os resultados estatísticos são apresentados na Tabela 10. As Figuras 16, 17 e 18 mostram os resultados estatisticamente significativos.

##### **Folha Verde**

Os resultados mostraram que a adição de FV causa uma redução no valor do ágio técnico da cana-de-açúcar. A redução do valor do ágio técnico em relação à testemunha nos vários ensaios individuais, foi de -0,69 a -12,24 (FV 0,25%), de -7,9 a -30,33 (FV 0,50%) e de -9,78 a -23,15 (FV 0,75%), com reduções médias de -7,83, -15,84 e -19,04, respectivamente.

O Ágio Técnico refere-se tanto à valorização como a desvalorização sobre o preço básico da tonelada de cana-de-açúcar. Este parâmetro depende da qualidade da cana entregue na usina ou destilaria. Esta qualidade refere-se a uma maior pureza da cana, no sentido de possuir mais ou menos matérias estranhas aderidas ao colmo. Existe uma relação direta da maturação da cana com o Ágio Técnico.

A análise estatística mostrou que o ágio técnico foi reduzido com a adição de folha verde à cana, seguindo uma equação de 1º grau  $y = 21,995 - 26,052x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha verde) com coeficiente de regressão  $r = -0,985$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FV adicionada à cana reduz o ágio técnico em 2,605; cada 1% de FV na cana reduz em 1,563.

##### **Folha Seca**

O resultado estatístico das médias dos ensaios permite verificar que a tendência geral é de que a adição de folha seca pode ser detectada através de uma redução no ágio técnico. A variação

no ágio técnico em relação à testemunha, nos vários ensaios individuais, foi de -0,79 a +9,36 (FS 0,25%), -7,72 a +1,87 (FS 0,50%) e -8,17 a +0,15 (FS 0,75%), com reduções médias de -4,02, -4,42 e -4,41, respectivamente.

A análise estatística mostrou que o ágio técnico foi reduzido com a adição de folha seca à cana, seguindo uma equação de 1º grau  $y = 21,691 - 5,451x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de folha seca), com coeficiente de regressão  $r = -0,818$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra de FV adicionada à cana reduz o ágio técnico em 0,545; cada 1% de FV na cana reduz em 0,327.

### **Fibra do Colmo**

O resultado estatístico das médias dos ensaios permite verificar que a adição de fibra do colmo pode ser detectada através de uma redução no ágio técnico. A redução do ágio técnico, em relação à testemunha, nos vários ensaios individuais foi de -5,17 a +0,39 (FC 0,25%), -5,86 a +1,01 (FC 0,50%) e -6,32 a +1,29 (FC 0,75%), com reduções médias de -1,75, -1,97 e -2,05, respectivamente.

A análise estatística mostrou que o ágio técnico foi reduzido com a adição de fibra do colmo à cana, seguindo uma equação de 1º grau  $y = 22,371 - 2,548x$  ( $x$  = acréscimo % fibra com adição de fibra do colmo) com coeficiente de regressão  $r = -0,847$ , obtida com as médias gerais que apresentaram regressão linear estatisticamente significativa a 1% de probabilidade. Segundo essa equação, em média, cada 0,1% de fibra do colmo adicionada à cana reduz o ágio técnico em 0,255; cada 1% de fibra do colmo reduz em 0,153 (Figura 18).

Todavia, a adição de folha verde ou de folha seca causam uma redução mais acentuada no Ágio Técnico do que a adição de fibra do colmo. Este efeito diferenciado mostra que as folhas verdes ou secas apresentam uma influência que não é devida ao seu teor real em fibra, mas às suas

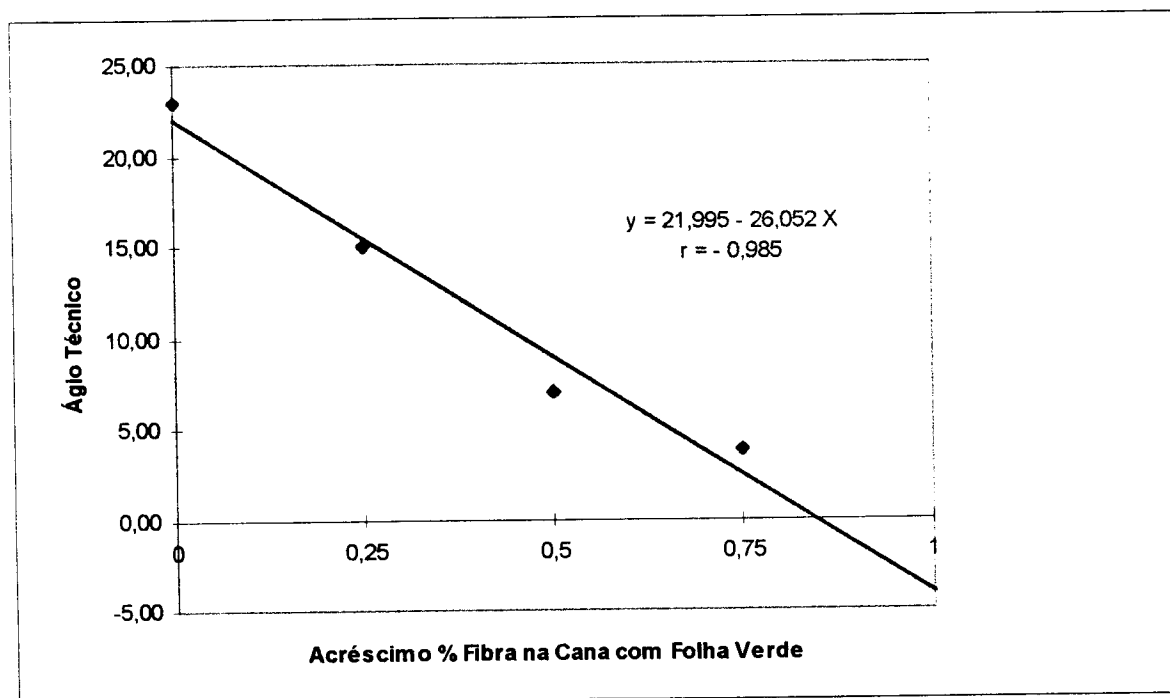
características físicas e químicas que acarretam a determinação de valores de fibra % cana superiores aos reais com a metodologia do peso do bolo úmido através de prensa hidráulica.

**Tabela 10 - Médias (3 repetições) dos resultados obtidos para ágio técnico para pagamento da cana, de amostras de cana-de-açúcar com teor de fibra acrescido em 0,25, 0,50 e 0,75% com a adição de folha verde (FV), folha seca (FS) ou fibra do colmo (FC). Comparação de médias de cada ensaio pelo teste de Tukey (1% de probabilidade) e coeficientes de regressão significativos (teste F).**

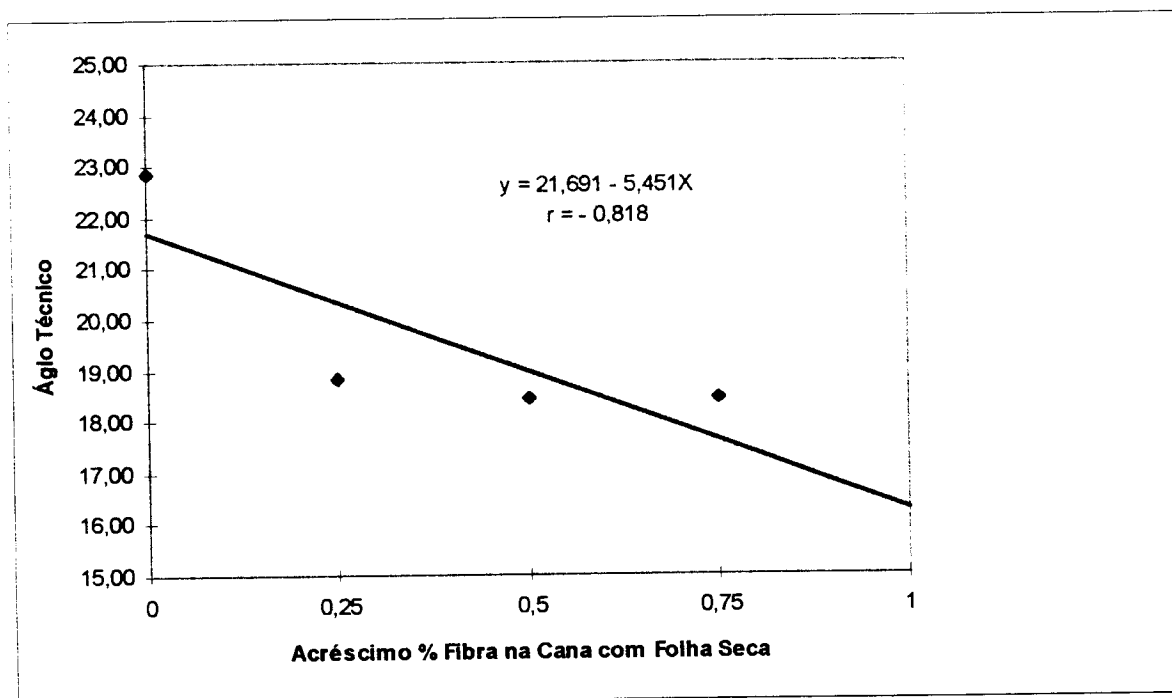
| TRATAMENTOS          | ENSAIOS   |           |            |           |           |           |           |           | MÉDIA GERAL |
|----------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|                      | 1         | 2         | 3          | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |             |
| FV                   | 0,00      | -5,80 a   | -7,84 a    | 12,31 a   | 4,07 a    | 39,46 a   | 48,34 a   | 42,13 a   | 22,86 a     |
|                      | 0,25      | -13,29 b  | -13,82 b   | 3,67 b    | 3,38 a    | 31,98 b   | 37,45 b   | 32,88 b   | 15,03 b     |
|                      | 0,50      | -21,08 c  | -24,47 c   | -18,02 d  | -3,83 b   | 26,86 b   | 32,57 bc  | 30,17 b   | 7,02 c      |
|                      | 0,75      | -27,40 d  | -25,25 c   | -6,53 c   | -5,71 b   | 17,90 c   | 28,50 c   | 21,98 c   | 3,82 d      |
| Coef. de variação    | 8,95      | 16,44     | 66,04      | 5,38      | 11,25     | 1,92      | 1,76      | 2,57      | 5,16        |
| regressão linear (r) | -0,999 ** | -0,959 ** | -0,771 **  | -0,949 ** | -0,995 ** | -0,970 ** | -0,976 ** | -0,982 ** | -0,985 **   |
| FS                   | 0,00      | -5,80 a   | -7,84 a    | 12,31 a   | 4,07 a    | 39,46 a   | 48,34 a   | 42,13 ab  | 22,86 a     |
|                      | 0,25      | -7,69 ab  | -8,94 ab   | 8,70 ab   | 0,65 ab   | 38,67 a   | 41,34bcd  | 37,10 abc | 18,84 b     |
|                      | 0,50      | -9,94 abc | -15,56 c   | 8,21 ab   | 5,94 a    | 37,56 ab  | 41,25bcd  | 36,74 bc  | 18,46 b     |
|                      | 0,75      | -13,97 c  | -13,33 abc | 11,70 a   | 4,22 a    | 38,25 ab  | 40,34 cd  | 36,44 bc  | 18,45 b     |
| Coef. de variação    | 25,77     | 18,27     | 36,63      | 56,91     | 2,81      | 1,09      | 1,67      | 23,67     | 4,70        |
| regressão linear (r) | -0,983 ** | -0,819 ** | ns         | ns        | ns        | -0,839 ** | -0,834 ** | ns        | -0,818 **   |
| FC                   | 0,00      | -5,80 a   | -7,84 a    | 12,31 a   | 4,07 a    | 39,46 a   | 48,34 a   | 42,13 a   | 22,86 a     |
|                      | 0,25      | -10,97 b  | -9,89 a    | 10,04 ab  | 4,18 a    | 37,60 a   | 46,61 a   | 42,52 a   | 21,11 b     |
|                      | 0,50      | -11,66 b  | -10,00 a   | 7,67 b    | 5,08 a    | 38,05 a   | 45,86 a   | 42,50 a   | 20,89 b     |
|                      | 0,75      | -12,12 b  | -10,73 a   | 7,40 b    | 5,36 a    | 38,54 a   | 46,61 a   | 42,74 a   | 20,81 b     |
| Coef. de variação    | 13,82     | 21,16     | 11,17      | 27,59     | 2,85      | 0,91      | 1,40      | 2,79      | 2,15        |
| regressão linear (r) | -0,866 ** | ns        | -0,969 **  | ns        | ns        | -0,728 ** | ns        | ns        | -0,847 **   |

Teste F: \*\* = significância ao nível de 1%; ns = não significativo;

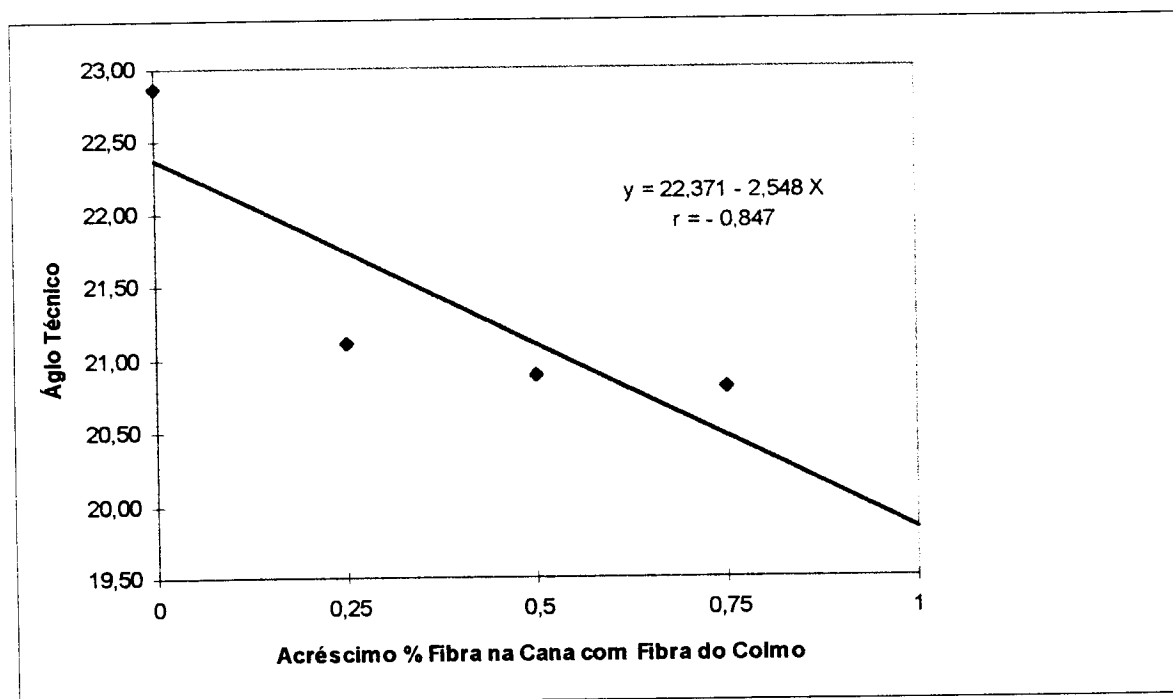




**Figura 16.** Redução do Ágio Técnico em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha verde.



**Figura 17.** Redução do Ágio Técnico em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de folha seca.



**Figura 18.** Redução do Ágio Técnico em relação ao tratamento testemunha, em função do acréscimo % fibra na cana com adição de fibra do colmo.

## 5. CONCLUSÕES

Dentro das condições do estudo de adição de folha verde, folha seca e fibra do colmo em quantidades equivalentes a acréscimos absolutos de 0,25, 0,50 e 0,75 pontos percentuais na fibra da cana, foram obtidas as conclusões a seguir:

Carregamentos de cana-de-açúcar contendo folhas verdes provocam uma redução da Pol da Cana e do Ágio Técnico, sendo atribuída a dois fatores: ao maior teor em fibra da folha verde, e ao efeito de diluição do extrato foliar que reduz o Brix, Pol e Pureza do caldo. Ou seja, em relação a materiais fibrosos secos, a folha verde causa uma maior redução naqueles fatores da cana, considerando a mesma base em fibra adicionada;

A água e compostos extraídos das folhas verdes que acompanham a cana-de-açúcar, causam redução no Brix, Pol e Pureza do caldo; aumento no teor de açúcares redutores e cinzas do caldo; a cor do caldo clarificado é aumentada, bem como o volume de lodo decantado. Assim, por consequência e analogia, é recomendável a completa remoção de bainhas aderidas a colmos amostrados para análise;

A determinação do teor de fibra através do peso do bolo úmido, segundo a metodologia da sistemática de pagamento de cana pelo teor de sacarose, na presença de partículas de folha verde conduziu a resultados mais elevados de fibra que aqueles programados, o que é atribuído ao maior teor de umidade retida por aquelas partículas em relação àquelas da fibra do colmo. Este fato somado à redução da Pol e Pureza do Caldo, penalizam o Ágio Técnico acima do efeito devido unicamente ao aumento super-estimado na fibra % cana;

Partículas de folha seca também provocaram efeito similar na determinação da fibra, o que foi atribuído à quantidade de outros componentes que acompanham a folha seca e que embora solúveis não são extraídos na prensagem para retirada do caldo da amostra;

A adição de fibra do colmo se refletiu nos valores de fibra % cana determinados, em valores bastante próximos daqueles programados, ou seja, não houve desvio nos teores de fibra determinados;

O extrato foliar das folhas verdes processadas com os colmos de cana-de-açúcar, causa redução no Brix e Pol do Caldo devido a um efeito de diluição; redução na Pureza do caldo, que mostra a presença de compostos não-sacarose; o aumento dos Açúcares Redutores que pode refletir a presença desses próprios açúcares ou simplesmente de compostos redutores no extrato e, o aumento das cinzas do caldo mostram a grande concentração desses elementos no extrato foliar, suficientes para compensar o efeito de diluição do mesmo junto ao caldo de cana;

O extrato foliar das folhas verdes processadas com os colmos de cana-de-açúcar contém compostos que interferem na clarificação, aumentando a cor do caldo clarificado e o volume de lodo decantado;

As folhas verdes adicionadas aos colmos desintegrados de cana-de-açúcar, causaram redução média de cerca de 0,075° Brix no caldo para cada 1% de folha verde; redução média de cerca de 0,125 e 0,322 pontos percentuais sobre a Pol e Pureza do caldo; aumento médio de cerca de 0,008 e 0,012 pontos percentuais sobre o teor de açúcares redutores e cinzas % no caldo; aumento médio de cerca de 0,104 unidades e 0,751 pontos percentuais sobre a cor do caldo clarificado e volume % de lodo decantado; aumento médio de cerca de 0,184 pontos percentuais sobre a fibra % cana; redução média de cerca de 0,144 e 1,563 pontos percentuais sobre a Pol % Cana e Ágio Técnico sobre o valor da tonelada de cana;

As folhas secas adicionadas aos colmos desintegrados de cana-de-açúcar causaram, para cada 1% de folhas secas, aumento médio de 0,052 unidades sobre a cor do caldo clarificado e 0,206 pontos percentuais sobre o volume % de lodo decantado; aumento médio de cerca de 0,118 pontos percentuais sobre a fibra % cana; redução média de cerca de 0,036 e 0,327 pontos percentuais sobre a Pol % Cana e Ágio Técnico sobre o valor da tonelada de cana, e

A própria fibra do colmo adicionada aos colmos desintegrados de cana-de-açúcar causou, para cada 1% de fibra do colmo, aumento médio de 0,056 pontos percentuais na fibra % cana; redução média de cerca de 0,013 e 0,153 pontos percentuais sobre a Pol % Cana e Ágio Técnico sobre o valor da tonelada de cana.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCENEUX, G. & DAVIDSON, L. G. Some effects of trash in cane on milling results. **Sugar Journal**, New Orleans, v.35, n.10, p. 33-41, 1973.
- AYALA, H.G.; LIMPIAS, D.B. & DELFINI, A. Influência de dos sistemas de cosecha de caña de azúcar sobre las pérdidas de sacarosa em fábrica. **Industria Azucarera**, v. 85, n. 981, p. 341-343, 1978.
- BALCH, R.T. & BROEG, C.B. The sugar cane trash problem from a chemical standpoint. **Sugar**, v. 43, p. 31-35, 1948.
- BARRETO, L. Efecto de varias porcentajes y tipos de “trash” em rendimiento de azúcar. **International Sugar Journal**, v.93, n.1113, p. 191-194, 1991.
- BELODI, C.O. Processamento de cana sem despolte. Experiência da Açucareira Quatá. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 6, n. 4/5, p. 41-48, 1988.
- BIRKETT, L.S. The influence of tops and trash on the economics of sugar production. ISSCT, 12, San Juan, 1965. **Proceedings**, Amsterdam, Elsevier, 1967. p. 1637-1642.
- BLISS, L.R. Los jugos refractarios desde el punto de vista agrícola. In: **XXIII Mem. As. Tec. Azuc. Cuba**, pg 35-57, 1949.
- BROWNE, C.A. & ZERBAN, F.W. Physical and chemical methods of sugar analysis. 3 ed. New York: Wiley & Sons, 1941. 1353 pg.
- CLAYTON, J.L. System of cane sugar factory control. 3 ed. Brisbane: ISSCT, 1971.
- DEGASPARI, N. Processamento de cana integral. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 4, n. 4, p. 53-55, 1986.
- FOGLIATA, F.A.; AYALA, H.G. & GARGIULO, C.A. Incidencia de distintas cantidades de “Trash” seco en la calidad de la caña de azúcar. **La Industria Azucarera**, v. 85, n. 981, p. 315-320, 1978.
- FURLANI NETO, V.L.; FERNANDES, J. & MIALHE, L.G. Avaliações nas cargas de cana-de-açúcar colhidas mecanicamente. **Brasil Açucareiro**, v. 96, n. 3, p. 25-30, 1980.

- GIL, W.B.; BARRON, E.V.; GIRALDO, M.G. & AVILA, M.L. Las materias extrañas y el contenido de no azúcares inorgánicos en los jugos de caña. **Revista Centro Azúcar**, v. 16, n. 2, p. 24-27, 1969.
- GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. Livraria Nobel. São Paulo. 1990. 463p.
- GONÇALVES, L.A. de C. Influência da fibra e da pol da cana e da pureza do caldo no processo de fabricação de açúcar e álcool. **Brasil. Açucareiro**, v. 105, n. 1, p. 49-64, 1987.
- HARTT, C.E. Some effects of potassium upon the amounts of protein and amino forms of nitrogen, sugars and enzyme activity of sugar cane. **Plant Physiology**, v. 9, n. 3, p. 453-490, 1934.
- HEMAIDA, S.E.N.A.; SAYED, G.E.K. & EL-BADAWI, A.A. Effect of green and dry trash on cane and milling qualities. In: International Society Sugar Cane Technologists; 16, São Paulo, 1977. **Proceedings**. São Paulo: ISSCT, 1979. p. 2485-2492.
- IAA - Instituto do Açúcar e do Alcool. Ato 32/89. Diário Oficial da União de 28/08/1989.
- IVIN, P.C. & DOYLE, C.D. Some measurements of the effect of tops and trash on cane quality. In: Australian Society of Sugar Cane Technologists. 11, Brisbane, 1989. **Proceedings**. Brisbane: Watson Ferguson, 1989. p. 1-7.
- LEGENDRE, B.L. & IRVINE, J.E. Some effects of cane trash on milling quality of sugar cane. In: **Proc. S. African Sugar Tech. Assoc.**, pg 167-173, 1975.
- MEADE, G.P. & CHEN, J.C.P. Cane Sugar Handbook. Wiley, 1977. 947 pg.
- MONGA, P.K.; SUKHIJA, P.S.; MANN, A.P.S. & BHATIA, I.S. Polar lipid composition of sugar cane (*Saccharum officinarum*) leaves. **International Sugar Journal**, v. 82, n. 983, p. 169-170, 1980.
- OLIVEIRA, D.T. & BULLIO, M.T. Aspectos técnico-econômicos do corte e moagem da cana com ponta. **STAB. Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v. 7, n. 1, p. 39-42, 1988.
- PARAZI, C.; VALSECHI, O.A. & OLIVEIRA, E.R. de Correlação entre a fibra % cana e o peso úmido do bagaço resultante da prensa hidráulica. **STAB. Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v. 4, n. 4, p. 47-49, 1986.



- RIPOLI, T.C.; MOLINA Jr., W.F.; STUPIELLO, J.P.; NOGUEIRA, M.C. & SACOMANO, J.B. Potencial energético de resíduos de cosecha de la caña verde. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 10, n. 1, p. 22-28, 1991.
- ROZEFF, N. Basura: maldicion o bendicion. Primera Parte. **Sugar Journal**, New Orleans, v. 58, n. 3, p. 9. 1995.
- SCHENEIDER, F. ed. Sugar Analysis Methods, Peterborough, ICUMSA, 1979, p. 256
- SCOTT, R.P. The limitations imposed on crushing rate by tops and trash. In: South African Sugar Technologists Association, 51, Durban, 1977. **Proceedings**. Mount Edgecombe: South African Sugar Technologists Association, 1977. p. 164-166.
- SILVA Jr., J.F. Sugar cane payment system in Brazil. In: International Sugar Cane Technologists. 20, São Paulo, 1989. **Proceedings**. São Paulo: ISSCT, 1989, p. 12-21.
- SILVA Jr., J.F. & SILVA, G.M. de A. The value of sugar cane from the total energy standpoint. In: International Sugar Cane Technologists. 17, Manila, 1980. **Proceedings**. Makati: ISSCT, 1980, p. 287-295.
- STUPIELLO, J.P. Influência de impurezas na análise de cana pela prensa. Piracicaba: ESALQ/Depto. de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, 1983. (Palestra)
- STUPIELLO, J.P. & FERNANDES, A.C. Qualidade da matéria-prima proveniente das colhedoras de cana picada e seus efeitos na fabricação de álcool e açúcar. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 2, n. 4, p. 45-49, 1984.
- TAMBOSCO, N.; TEIXEIRA, J.P.B.; GHERALDI FILHO, L.; USTULIN, E.J.; HENRIQUE, J.L. de P.; ALONSO, O.; CORREA, W.J.; FRANCESCHI, L.R.; GERALDI, R.N.; SALATA, J.C. & SERRA, G.E. Trash in mechanical and manual harvesting of sugar cane. In: International Sugar Cane Technologists, 16, São Paulo, 1977. **Proceedings**. São Paulo: ISSCT, 1979. v 2, p. 1975-1979.
- TANIMOTO, T. The press method of cane analysis **Hawarian. Planthers Record**, Honolulu, 51(2): 133-150, 1964.
- ZARPELON, F. Processamento industrial de cana não despontada: experiência da Usina Ester. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 6, n. 6, p. 37-42, jul/ago, 1988.