INFLUÊNCIA DA PERDA DO TEOR DE UMIDADE NO PREPARO DA AMOSTRA SOBRE A SISTEMÁTICA DE PAGAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR PELO TEOR DE SACAROSE

CRISTIANO MACHADO SEIDINGER
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ PAULO STUPIELLO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1995

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Seidinger, Cristiano Machado
Influência da perda do teor de umidade no preparo da amostra sobre a sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose. Piracicaba, 1995.
77p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar - Pagamento 2. Cana-de-açúcar - Tecnologia 3. Cana-de-açúcar - Umidade - Teor 4. Sacarose - Teor I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 664.122

INFLUÊNCIA DA PERDA DO TEOR DE UMIDADE NO PREPARO DA AMOSTRA SOBRE A SISTEMÁTICA DE PAGAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR PELO TEOR DE SACAROSE

CRISTIANO MACHADO SEIDINGER

Aprovada em: 17.11.1995

Comissão julgadora:

Prof. Dr. José Paulo Stupiello	ESALQ/USP
Prof. Dr. Marco Antonio Azeredo Cesar	ESALQ/USP
Profa. Dra. Márcia Justino Rossini Mutton	FCAVJ/UNESP

Prof. Dr. JOSÉ PAULO STUPIELLO
Orientador

Em memória da minha avó Antonia, minha segunda mãe,

aos meus pais e irmãs **DEDICO**

À minha namorada Adriana, pelo nosso amor **OFEREÇO**

Ao grande mestre José Paulo Stupiello, pela constante aprendizagem, orientação e sobretudo pela amizade, minha eterna gratidão

A G R A D E C I M E N T O S

- A CAPES pelo auxílio financeiro concedido através da bolsa;

- Aos Professores do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - Setor de Açúcar e Álcool pela contribuição à minha formação e pelo convívio nestes anos;

- Aos técnicos e funcionários do Setor de Açúcar e Álcool do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial pelas colaborações nas análises realizadas: Gil, José Emílio, Regina, Rosemary, Rubens, Sylvino e Wilson;

- A Profa. Dra. Maria Cristina Stolf Nogueira e a amiga Ana Maria Fioravante pelo auxílio nas análises estatísticas;

- A bibliotecária Beatriz H. Giongo, pela revisão das "Referências Bibliográficas";

- A amigo Marcelo Afonso Vallim, pela revisão do "Summary" e a Luiz Carlos Rodrigues pela confecção do desenho;

- Aos colegas da Pós-Graduação pelo companheirismo e amizade destes anos juntos.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS.....iv

LISTA DE TABELAS.....vi

RESUMO.....vii

SUMMARY.....ix

1. INTRODUÇÃO.....1

2. REVISÃO DE LITERATURA.....4

2.1 Benefícios da adoção de um sistema de pagamento de cana-de-açúcar pela qualidade.....4

2.2 Características da sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose implantada no Brasil.....7

2.3 Evolução do sistema - equipamentos utilizados.....10

2.4 Fatores que afetam a sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose.....13

2.4.1 Efeitos de impurezas sobre a sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose.....14

2.4.2 Efeito do desponte do colmo da cana-de-açúcar sobre a sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose.....15

2.5 Coeficiente de transformação "C" na metodologia de cálculo da Pol da Cana pela sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose.....17

3. MATERIAL E MÉTODOS.....19

3.1 Delineamento experimental e tratamentos.....19

3.2 Caracterização do material estudado.....21

3.3 Procedimento experimental.....21
3.3.1 Experimento 1 (Sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose - normal X sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose - real).....22
3.3.2 Experimento 2 (Sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose - normal X sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose -modificado).....23
3.4 Determinações e cálculos tecnológicos.....25
3.4.1 Determinações tecnológicas.....25
3.4.2 Cálculos tecnológicos.....25
3.5 Determinação da Umidade relativa do ar.....30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....31
4.1 Experimento 1.....32
4.1.1 Umidade % Cana.....37
4.1.2 Fibra % Cana.....39
4.1.3 Brix do caldo extraído.....41
4.1.4 Pol do caldo extraído.....42
4.1.5 Coeficientes de transformação.....44
4.1.5.1 Coeficiente B.....44
4.1.5.2 Coeficiente S.....45
4.1.6 Brix da Cana.....47
4.1.7 Pol da Cana.....48
4.1.8 Ágio técnico.....50
4.2 Experimento 2.....52
4.2.1 Umidade % Cana.....56

4.2.2 Fibra % Cana.....57
4.2.3 Brix do caldo extraído.....58
4.2.4 Pol do caldo extraído.....59
4.2.5 Pureza do caldo extraído.....60
4.2.6 Coeficientes de transformação.....62
4.2.6.1 Coeficiente B.....62
4.2.6.2 Coeficiente S.....63
4.2.7 Brix da Cana.....64
4.2.8 Pol da Cana.....65
4.2.9 Pureza da Cana.....66
4.2.10 Fator de recuperação.....67
4.2.11 Ágio técnico.....68
5. CONCLUSÕES.....71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....72

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1: Representação esquemática do acoplamento desintegrador-betoneira.....24

Figura 2: Regressão polinomial para a Umidade % Cana em função dos períodos.....38

Figura 3: Regressão polinomial para a Fibra % Cana em função dos períodos.....40

Figura 4: Regressão polinomial para o Brix do caldo extraído em função dos períodos..... 42

Figura 5: Regressão polinomial para a Pol do caldo extraído em função dos períodos..... 43

Figura 6: Regressão polinomial para o Coeficiente B em função dos períodos..... 45

Figura 7: Regressão polinomial para o Coeficiente S em função dos períodos.....46

Figura 8: Regressão polinomial para o Brix da Cana em função dos períodos..... 48

Figura 9: Regressão polinomial para a Pol da Cana em função dos períodos..... 49

Figura 10: Regressão polinomial para o Ágio técnico em função dos períodos.....51

Figura 11: Regressão polinomial para a Umidade % Cana em função dos períodos.....56

Figura 12: Regressão polinomial para em a Fibra % Cana função dos períodos.....57

Figura 13: Regressão polinomial para o Brix do caldo extraído em função dos períodos..... 58

Figura 14: Regressão polinomial para a Pol do caldo extraído em função dos períodos.....60

Figura 15: Regressão polinomial para a Pureza do caldo extraído em função dos períodos. 61

Figura 16: Regressão polinomial para o Coeficiente B em função dos períodos..... 62

Figura 17: Regressão polinomial para o Coeficiente S em função dos períodos.....63

Figura 18: Regressão polinomial para o Brix da Cana em função dos períodos..... 64

Figura 19: Regressão polinomial para a Pol da Cana em função dos períodos..... 65

Figura 20: Regressão polinomial para a Pureza da Cana em função dos períodos.....66

Figura 21: Regressão polinomial para o Fator de recuperação em função dos períodos.....68
Figura 22: Regressão polinomial para o Ágio técnico em função dos períodos.....69

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1: Dados médios obtidos ao longo dos períodos de amostragem para o Tratamento 1 33

Tabela 2: Dados médios obtidos ao longo dos períodos de amostragem para o Tratamento 2 34

Tabela 3: Valores de F observados para os parâmetros tecnológicos que apresentaram interação significativa no Experimento 1 35

Tabela 4: Valores de F observados para os parâmetros tecnológicos que apresentaram interação significativa no Experimento 1 36

Tabela 5: Valores de F observados para os parâmetros tecnológicos que não apresentaram interação significativa no Experimento1 37

Tabela 6: Dados médios obtidos ao longo dos períodos de amostragem para o Tratamento 1 53

Tabela 7: Dados médios obtidos ao longo dos períodos de amostragem para o Tratamento 2 54

Tabela 8: Valores de F observados para os parâmetros tecnológicos do Experimento 2 55

INFLUÊNCIA DA PERDA DO TEOR DE UMIDADE NO PREPARO DA AMOSTRA SOBRE A SISTEMÁTICA DO PAGAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR PELO TEOR DE SACAROSE

Autor: CRISTIANO MACHADO SEIDINGER

Orientador: PROF. DR. JOSÉ PAULO STUPIELLO

RESUMO

Atualmente, na grande maioria de países produtores de açúcar, a cana-de-açúcar é paga ao produtor pela indústria de acordo com o seu conteúdo de sacarose e não mais pelo peso total do carregamento. Para tal avaliação são adotados métodos particulares de amostragem e análise, podendo variar entre países ou até por regiões em um mesmo país.

Neste trabalho, procurou-se avaliar o efeito da redução do teor de umidade pela cana-de-açúcar durante a operação de preparo da amostra para análise, sobre os parâmetros tecnológicos que integram as normas atuais da sistemática de pagamento de cana pelo teor de sacarose (SPCTS), no Estado de São Paulo.

Com este objetivo foi semanalmente avaliada uma variedade durante 23 períodos, dentro de 2 ensaios, com 2 tratamentos cada, onde para cada tratamento realizou-se 5 repetições, totalizando 115 repetições.

No primeiro experimento procurou-se verificar qual seria a influência da perda do teor de umidade sobre a Fibra % Cana, Brix e Pol do caldo extraído,

Coeficiente B, Coeficiente S, Brix e Pol da Cana e Ágio técnico. No segundo estudou-se uma medida capaz de minimizar tais perdas e avaliou-se, além dos parâmetros acima citados, a Pureza do caldo extraído, Pureza da Cana e Fator de recuperação.

A interpretação e análise dos resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- os colmos de cana-de-açúcar perdem teor de umidade no preparo da amostra e estas perdas são variáveis de acordo com a umidade relativa do ar neste momento;

- a redução do teor de umidade eleva os teores de Fibra % Cana, Brix e Pol do caldo extraído, Brix e Pol da Cana e Ágio técnico, provocando uma valorização irreal da matéria-prima pela SPCTS;

- a tentativa de se reduzir tais perdas e seus efeitos sobre a análise da matéria-prima apresentou resultados satisfatórios; porém estatisticamente favoráveis apenas para Fibra % Cana, Coeficiente B e Brix da Cana.

INFLUENCE OF HUMIDITY LOSS ON PREPARATION OF SAMPLE OVER SUGAR CONTENT IN THE SUGARCANE PAYMENT SYSTEM

Author: CRISTIANO MACHADO SEIDINGER

Adviser: PROF. DR. JOSÉ PAULO STUPIELLO

SUMMARY

In the majority of sugarcane producing countries, the sugarcane producers are paid by the industries based on the sucrose content, not considering the weight of load. Variations concerning the methods employed to estimate the sugar content are verified among countries or within different areas in the same state.

The aim of this work was to evaluate the influence of sugarcane humidity loss during sample preparation under technological parameters of the sugar content payment system at S.Paulo State, Brazil. Concerning this objective, one variety was estimate once a week, during 23 periods in 2 trials. For each trial, two treatments were made with 5 repetitions totalizing 115 repetitions.

In the first trial, the influence of humidity loss over the Fibre % Cane, Brix and Pol of extracted juice, Brix and Pol of Cane, Transformers coefficients and the Profit in the price were evaluated. In the second trial, besides the parameters mentioned before, means to minimize the loss and estimated Purity of extracted juice, Purity of Cane and Recovery factor were studied.

The following conclusions were obtained:

- sugarcane humidity lost occurs during the preparation of sample and this depends on the relative air moisture;

- loss of humidity has increased the Fibre % Cane, Brix and Pol of extracted juice, Brix and Pol % Cane and profit in the price causing a unreal valorization of the raw material;

- experiment in reducing this loss and the its effects on the raw material showed good results, but favorew only to Fibre % Cane, Brix coefficient and Brix % Cane.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação da sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pela qualidade no Brasil representou um avanço tecnológico na agroindústria sucroalcooleira em relação ao pagamento da matéria-prima pela tonelagem, uma vez que passou-se a valorizar a composição total da matéria-prima e não somente sua massa.

Apesar disso a metodologia de análise e o cálculo do ágio foram alvo de muitas críticas, na maioria das vezes ligadas à remuneração ao produtor de cana.

O método, contudo, ao longo destes onze anos, desde que foi introduzido no Estado de São Paulo, sofreu algumas mudanças através de intervenções do Instituto do Açúcar e do Álcool (extinto IAA), ou seja, houve uma preocupação com sua evolução e atualização para que continuasse sendo justo para ambas as partes, fornecedor e indústria. Porém em 1990, com a paralisação das atividades desta instituição, cessaram-se também as investigações acerca deste tema, sendo o último Ato o de nº 32 de 1989.

Dentre os vários estudos realizados até esta época, a amostragem e preparo da amostra foi um tema que mereceu destaque; entretanto, por ser o ponto de partida de toda a sistemática, deve ainda receber maior atenção, tendo em vista o aperfeiçoamento do sistema.

Na difusão desta tecnologia, desde o início, houve uma maior preocupação quanto a equipamentos como o sacarímetro e a prensa hidráulica, tanto em sua utilização, quanto na precisão apresentada pelas análises realizadas, porém não foi dada a devida atenção aos equipamentos mais simples de preparo da amostra, como o

desintegrador tipo forrageira e a betoneira homogeneizadora (usada mais recentemente), e aos efeitos que estes poderiam apresentar sobre a análise total e direta da matéria-prima, pelo método da prensa hidráulica.

A amostragem, fator crucial para a representatividade do carregamento, deve ser rápida e precisa, contudo a simples perda do teor de umidade pela cana no ato da desintegração pode afetar a sistemática, alterando os teores de Fibra % Cana, Brix e Pol do caldo extraído da amostra, e conseqüentemente Brix, Pol da Cana, podendo assim supervalorizar a matéria-prima entregue à indústria.

Esse efeito, por sua vez, poderá ser potencializado nos meses mais secos do ano (julho-setembro), quando a umidade relativa do ar está normalmente mais baixa na região Sudeste e o déficit entre esta e a umidade original da cana aumenta. Isso favorece as perdas do teor de umidade por parte da cana, além de coincidir com o pico do ágio na safra.

Hoje sabe-se de vários fatores externos, como impurezas minerais e vegetais, altura de desponte, capazes de diminuir o valor da matéria-prima, mas que são detectáveis até certo ponto na sistemática de pagamento. Contudo, a redução do teor de umidade no preparo da amostra constitui uma valorização irreal e torna-se mais grave uma vez que é estabelecida pela própria metodologia de análise e não por fatores externos. Mais uma vez, então, põe-se em questionamento a validade e a eficiência da sistemática de pagamento atualmente vigente no Brasil.

Dada a amplitude que esta perda do teor de umidade, ocorrida na metodologia de análise, pode representar no ágio técnico e no valor da tonelada de cana paga ao produtor, a confirmação desta hipótese e a identificação de medidas alternativas a este processo revestem-se de grande importância num país cuja produção de açúcar e álcool a partir da cana-de-açúcar é a maior do mundo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da redução do teor de umidade da cana-de-açúcar no ato da desintegração para preparo da amostra, na sistemática de pagamento de cana pelo teor de sacarose (SPCTS).

Para tanto foram comparados os parâmetros tecnológicos determinados para cana não desintegrada e desintegrada, relacionados respectivamente a seus teores de Umidade.

As perdas do teor de umidade no preparo da amostra, que oscilaram de acordo com a umidade relativa do ar durante o período de safra, refletiram diretamente sobre estes parâmetros e, conseqüentemente, sobre o ágio/deságio, uma vez que estes parâmetros são as bases para o seu cálculo.

Outro objetivo foi o de estudar uma medida auxiliar capaz de minimizar tais perdas, sem contudo alterar a metodologia atual da SPCTS.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Benefícios da adoção de uma sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pela qualidade

As dificuldades em se estabelecer um sistema de pagamento da cana-de-açúcar pela qualidade, existiram e existem em todos os países produtores de açúcar e são um desafio permanente à inventiva dos técnicos e também à boa vontade das duas categorias que realizam o processo produtivo. Segundo MAIA (1968), pode-se considerar que a introdução de uma sistemática única no Brasil o alinhou ao lado de todos os demais países açucareiros, que há muito consagraram um critério científico para o pagamento da matéria-prima ao produtor.

Das formas de pagamento de cana-de-açúcar, BRIEGER (1968) lembra que o processo mais simples é a compra da cana levando-se em conta apenas sua tonelagem; os preços são fixados geralmente pelo governo em função do valor do açúcar produzido, não se dando atenção à quantidade de açúcar existente na matéria-prima e à sua qualidade. Processo deste tipo é encontrado nas economias mais simples.

De acordo com o artigo ESTUDO...(1978), a produção e industrialização da cana-de-açúcar atingiram um elevado grau de complexidade em que o fator primordial é a busca contínua do aprimoramento tecnológico, que assegure a este importante setor da atividade econômica a sua consistência e poder de competitividade.

Dentro desta filosofia a sistemática de pagamento de cana pelo teor de sacarose, implantada no Brasil em 1978 e especificamente em São Paulo em 1983, representou a grande modificação dos últimos anos no setor sucroalcooleiro. Acima de tudo essa tecnologia foi a responsável pela evolução da forma de pagamento, baseada exclusivamente no peso.

Nesta época, segundo o artigo REMUNERAÇÃO...(1981), preocupado com a produtividade dos canaviais, técnicos e pesquisadores do setor advertiram que, caso o sistema de pagamento não fosse substituído, as metas do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL) estariam comprometidas.

Segundo GEMENTE ε STURION (1981), o sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose, na verdade, poderia constituir elemento catalisador ou indutor de todo o arsenal de mudanças tecnológicas, consubstanciadas em novas práticas capazes de revolucionar a produção de cana-de-açúcar no país, pelo seu impacto nos índices de produtividade.

A SPCTS veio também afetar de modo positivo a evolução e manejo varietal dos canaviais dentro do setor agrícola. Desse modo, NUNES Jr. (1987) lembra que o conceito de variedade lucrativa deixou de ser o mesmo, abandonando-se a idéia de que a tonelagem é que importa, passando-se a considerar o açúcar contido na tonelada de cana, cortada, carregada e transportada. A aplicação do pagamento de cana pelo teor de sacarose trouxe uma maior preocupação com o manejo de variedades, tanto em termos de distribuição pela grande lavoura, como também em melhor e mais adequado controle da matéria-prima durante a safra. ORTOLAN (1983) ressalta ainda que deve-se planejar todo o plantio, visando-se obter todos os ganhos que o sistema oferece, e indica uma gama de fatores que interferem neste planejamento: dimensionamento de talhões, época de plantio, nutrição mineral e principalmente escolha das variedades.

Na época dos primeiros estudos para a mudança da forma de pagamento da cana-de-açúcar, STURION (1977) afirmou que a adoção da sistemática deveria acarretar no sistema, de imediato, uma elevação no rendimento industrial das usinas de açúcar e das destilarias de álcool, devido a uma melhoria na qualidade da matéria-prima pelo cultivo de variedades mais ricas, redundando em uma maior produção de açúcar por hectare.

Assim, segundo o artigo BENEFÍCIOS...(1984), apenas a implantação do sistema poderia gerar, de imediato, um aumento de eficiência da ordem de 5% na indústria e cerca de 15 a 20% a médio e longo prazos. Este mesmo artigo reforça ainda que este aumento de rendimento na indústria ocorre porque o pagamento por peso não incentiva o usineiro a otimizar o processo industrial de obtenção de açúcar e do álcool, já que a baixa remuneração dada pela cana fornecida esconde os prejuízos gerados pelo inadequado desempenho na industrialização da matéria-prima.

Para o trabalho SOBRE...(1974), a remuneração do fornecedor pela riqueza da cana entregue à industrialização promoveu um aumento ainda maior na preocupação das indústrias em obter uma recuperação máxima da sacarose recebida.

MIOCQUE (1983) resume a função do pagamento de cana pela qualidade em um duplo objetivo: remunerar uma matéria-prima de melhor qualidade e aumentar a produtividade industrial. A filosofia dos objetivos tem um ideal muito construtivo porque atende igualmente às duas partes interessadas: ao fornecedor que vende sua produção e ao industrial, que pode operar com mais eficiência (MIOCQUE, 1983; ALMEIDA, 1975).

O princípio do pagamento da cana-de-açúcar pela sua qualidade tecnológica, sintetizado por FERNANDES (1982), é a distribuição proporcional e relativa dos lucros e perdas resultantes do processamento da matéria-prima aos

agricultores que produzem o açúcar e aos industriais que extraem e refinam o produto. Os lucros são distribuídos proporcionalmente entre os fornecedores, considerando-se sua capacidade de "produzir açúcar no campo", e os industriais, em função dos custos de processamento industrial.

Segundo NOLTING (1980), uma condição primária que todo sistema de pagamento deve preencher é a distribuição correta da remuneração para as partes relacionadas. Isto significa que nenhuma parte dos procedimentos relacionados deveria ter erros sistemáticos desnecessários, ou limitações no sistema.

Este ideal de igualdade para ambas as partes (fornecedor e indústria) ficaram de certo modo mais no campo teórico, pois desde a implantação da SPCTS o assunto se mostrou polêmico e um tanto controvertido.

Tecnicamente, FERNANDES (1982) lembra que um sistema de pagamento de cana-de-açúcar pela qualidade deve conter algumas regras básicas como, por exemplo, ser neutro e independente dos setores interessados e flexível o bastante para permitir alterações e melhorias ao longo do tempo.

2.2 Características da sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose implantada no Brasil

Na fase de estudos para implantação do sistema, o trabalho ESTUDO...(1978) ressaltou que em um país como o Brasil, em que se verificam sensíveis diferenças nos valores tecnológicos de canas colhidas em uma mesma época, era necessário que o modelo de pagamento de cana levasse em consideração todas as variáveis tecnológicas que determinam o seu valor industrial. Modelos que não têm em conta todas estas variáveis, como os do Havaí, Argentina, Austrália e África do Sul,

levariam no caso brasileiro a uma remuneração inadequada da cana, superestimando em alguns casos a sua qualidade e subestimando-a em outros.

De acordo com SARANIN (1975), os dois critérios básicos para se julgar a qualidade da cana-de-açúcar são (1) a porcentagem de açúcar presente na cana e (2) a facilidade com que este açúcar pode ser extraído e recuperado como açúcar de qualidade aceitável.

Para STUPIELLO (1987), a qualidade da cana-de-açúcar para a indústria não pode ser avaliada simplesmente pelo seu teor de sacarose, ainda que seja o parâmetro mais importante, mas por uma série de outras variáveis responsáveis pelo êxito da indústria, sendo algumas de difícil determinação na prática.

Basicamente STURION & FERNANDES (1975) mostram que todos os sistemas de pagamento podem ser agrupados dentro de duas linhas básicas: remuneração da matéria-prima baseada apenas na qualidade tecnológica em relação a uma cana-padrão ou através de fórmulas alicerçadas em dados relativos à eficiência e perdas de uma usina ou região considerada.

Após vários estudos e pesquisas sobre os diversos sistemas de pagamento de cana pela qualidade implantados no mundo é que se decidiu qual seria o mais adequado às condições brasileiras. Segundo o trabalho SOBRE...(1978), chegou-se então à conclusão de que a amostragem mecânica diretamente nos veículos de transporte, com o emprego de amostradores mecânicos horizontais ou inclinados, tal como Havaí e de Reunião, aliada à análise direta da cana pelo método da prensa hidráulica, como em Reunião, seria o sistema que melhor se adaptaria às usinas brasileiras. Além de não depender da moagem, a tomada de amostras diretamente feita nos veículos de transporte, imediatamente após a pesagem da carga, permitiria uma boa avaliação da fibra industrial (fibra da cana + impurezas).

De acordo com STURION ε FERNANDES (1975), o método da prensa apresenta como vantagens: maior rapidez, principalmente quando se utiliza a equação do peso de bagaço residual úmido para se conhecer o teor de fibra, as análises de Pol e Brix realizadas no caldo sem diluição e menor variação de resultados nas repetições.

A análise de cana-de-açúcar por este método, até então, já havia sido estudada extensivamente por vários autores, entre estes, Tanimoto no Havaí, Jamois em Guadalupe e Cazal e Boyer de la Giroday em Reunião (HOARAU, 1969).

No início, a implantação da sistemática no Estado de Alagoas nas safras 1978/79, regulamentada pela resolução 06/78 do IAA, gerou controvérsias no que diz respeito às normas vigentes. Isso por terem sido estabelecidas praticamente com base em parâmetros e relações técnicas aceitas na época pelas partes envolvidas através de consenso, porém sem comprovação experimental (GEMENTE ε STURION, 1981).

Em 1983, na primeira modalidade da SPCTS implantada em São Paulo, OLIVEIRA et al. (1983) afirmavam que o que determinava o preço da tonelada de cana era, na verdade, o custo de produção e o rendimento agrícola, além do custo de produção dos produtos finais, já que o rendimento industrial era mantido constante.

A SPCTS vigente atualmente apresenta características peculiares, algumas citadas por PINTO (1992): foi estabelecida para o Estado de São Paulo uma média de açúcar contido na cana; quem produzir cana com percentual acima da média tem direito a um ágio, se produzir abaixo dessa média sofre deságio; dentro da fórmula de análise para pagamento, deve haver uma penalização para impurezas, mas este efeito é mínimo; não há correlações com tempo de queima. Está estabelecido um prazo de validade da fórmula de pagamento; o fornecedor deve avisar a usina ou destilaria caso o prazo seja superado, havendo então deságio.

O pagamento de cana implantado no Estado de São Paulo está hoje regulamentado pelo Ato nº 32/89 e pelas normas operacionais definidas pela Comissão de Pagamento de Cana. Embora o seu funcionamento esteja adequado, algumas modificações devem ser estudadas para introduzir correções e avanços visando manter o sistema em dia com a evolução do setor (BOVI, 1991).

De acordo com SILVA Jr. (1991), desde 1987 representantes do setor industrial vêm apresentando propostas à Comissão para que se estude a inclusão de mudanças no Ato regulamentador, tais como efeito das impurezas no valor da tonelada e pagamento por padrão móvel.

2.3 Evolução do sistema - equipamentos utilizados

Da constituição morfológica da cana-de-açúcar -- rizomas, raízes, colmos, folhas e flores -- segundo STUPIELLO (1987), apenas o colmo, sob o ponto de vista industrial, apresenta valor econômico. Para o tecnologista, a cana-de-açúcar é constituída de fibra e caldo, sendo este último, a rigor, considerado a matéria-prima para a indústria do açúcar, da aguardente e do álcool.

Do ponto de vista tecnológico, para STURION & FERNANDES (1975), a cana-de-açúcar é um material heterogêneo em função de diversos fatores, tais como: grau de maturação, sanidade da cultura, sistema de carregamento e teor de impurezas, ainda que se considere uma mesma variedade, plantada na mesma época e no mesmo local, o que dificulta sobremaneira uma amostragem representativa. Por isso a amostragem é um ponto crucial dentro da SPCTS. CORTEZ (1982) afirma que a etapa em que são identificadas as maiores irregularidades é aquela em que é feita a tomada de

amostra, responsável básica pela maioria das distorções de resultados e pouca confiabilidade que os fornecedores dispensam ao sistema.

Diversos métodos de amostragem de cana-de-açúcar para efeito de pagamento encontram-se atualmente em aplicação em vários países produtores de açúcar de cana. Basicamente FERNANDES (1982) cita três sistemas: caldo do esmagador (ou de primeira pressão), cana preparada (amostragem da cana preparada pelas facas e desfibradores antes da moagem) e amostragem direta do veículo. Este último representa uma evolução em relação aos sistemas anteriores, e somente foi possível com o desenvolvimento de equipamentos específicos para a coleta mecânica da cana-de-açúcar.

A amostragem direta do veículo ainda pode ser feita através do garfo hidráulico, sonda inclinada e sonda horizontal, sendo esta uma variação da inclinada. O tubo amostrador tem movimento horizontal e vertical, atingindo qualquer parte da carga e penetrando até o seu meio (FERNANDES, 1982). Este tubo, com um diâmetro de 20 a 30 centrímetros, deve penetrar no carregamento em rotação para cortar os colmos, até a profundidade de um metro (SARANIN, 1975).

Para GLÓRIA et al. (1978), para as condições brasileiras, o sistema de amostragem direta nos veículos de carregamento pela sonda horizontal (Core Sampler) é o que melhor se adapta por várias razões. Esse sistema possibilita a amostragem individual dos carregamentos no momento em que se chega à usina, não importando se a cana permanecerá ou não armazenada, permite a total independência entre as operações de pagamento e o trabalho normal da usina e utiliza equipamento pouco sofisticado em comparação com o complexo aparelhamento que acompanha a cana nas amostragens em esteira e amostragens de caldo nas moendas.

A etapa seguinte, a análise, está intrinsecamente relacionada com o método de amostragem; assim, este deve se orientar pelos mesmos princípios gerais do

sistema como um todo. Dentre os métodos de análise tem-se o da moenda de laboratório, o do digestor a frio e o da prensa hidráulica.

No início temia-se implantar uma aparelhagem para análise que por suas características de construção e de processo pudesse levantar qualquer tipo de dúvida por parte do fornecedor, pondo em dúvida a honorabilidade do usineiro. Conforme DAQUINO (1983), o equipamento fabricado para análises não pode sofrer nenhum tipo de manipulação por parte do operador e é essa exigência a condição imposta e reclamada pelos fornecedores. Do mesmo modo o trabalho SOBRE...(1978) aponta que o modelo digital de balança, o sacarímetro automático e o refratômetro com leitura digital reduzem a interferência do analista.

NOLTING (1980) cita que, na automatização do processo de análise de cana-de-açúcar para efeito de pagamento, deve-se incluir não somente instrumentos seguros e precisos, mas deve-se ter também um alto grau de segurança de funcionamento, protegendo ao mesmo tempo os aparelhos contra influências externas, sejam as do ambiente industrial ou manipulações dos operadores.

Mais recentemente tornou-se comum, no preparo da amostra para análise, o uso da betoneira conjugada com a forrageira, permitindo a homogeneização do material simultaneamente à desintegração. O homogeneizador mecânico constitui-se de uma betoneira de concreto, adaptada com três aletas duplas e um raspador de fundo. O equipamento é acionado por motor elétrico de 1 HP, trabalhando em 1750 rpm, que com auxílio de polias reduz a rotação para 32 voltas por minuto na caçamba. Neste caso, a grande vantagem do homogeneizador mecânico é não apresentar as imperfeições do elemento humano, que não mantém a mesma constância durante a periodicidade do trabalho, alternando o ritmo operacional (BOVI ε CESAR, 1993).

De acordo com o trabalho SOBRE...(1978), o desintegrador da matéria-prima é acionado por um motor de 10 HP a 3200 rpm, e deve apresentar um bom desempenho e um preparo razoável do material. No caso da homogeneização manual tal operação deve ser rápida, para evitar perdas por evaporação. Além disso, no preparo das amostras não deve haver extração do caldo nem aquecimento do material desintegrado e a retenção interna de material deve ser mínima (STURION ε FERNANDES, 1975).

STUPIELLO (1976) ressalta ainda que a boa desintegração da amostra tem particular importância na extração do caldo pela prensa, além de facilitar a uniformização da amostra.

2.4 Fatores que afetam a sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose

Além da perda do teor de umidade no preparo da amostra, cuja análise constitui o objetivo deste trabalho, muitos outros fatores podem afetar em menor ou maior escala a sistemática de pagamento. A amostragem já lembrada anteriormente é um dos fatores, e conjugada a ela está a homogeneização da cana após a desintegração, e a do caldo extraído pela prensagem antes da leitura do Brix e da Pol.

Dar-se-á, no entanto, maior ênfase aos fatores mais estudados, como a influência do desponte e do "trash" (impurezas minerais e vegetais) sobre a SPCTS.

2.4.1 Efeito de impurezas sobre a sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose

O sistema de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose permite a avaliação do efeito da matéria estranha na determinação da Pol da cana; no entanto, um grande teor de matéria estranha pode ocasionar outros problemas como redução da extração e acentuado desgaste dos equipamentos que, evidentemente, não podem ser medidos de forma tão simples (GLÓRIA et al., 1978).

Apesar disso, para LUCAS & SILVA Jr. (1984), o valor da cana como determinado pela fórmula de pagamento vigente em 1984 já não contabilizava os efeitos das impurezas minerais e nem o maior custo de processamento da matéria-prima em função dos efeitos negativos causados na indústria.

No trabalho PAGAMENTO...(1991), comparativo entre cana normal (terra, mato e palmito) contendo impurezas e cana limpa, foi notado que uma diminuição de 2,26 pontos no valor da Fibra e um aumento da Pol de 1,17 pontos, ambos da cana normal para limpa, se traduziram em um aumento de 10% para o preço básico da tonelada de cana.

GLÓRIA et al. (1978), avaliando a influência da matéria estranha sobre parâmetros tecnológicos calculados, encontraram que, em uma amostra que passou de 15 para 25% de Fibra por efeito do trash, a Pol da cana de 17 passou para 15, com uma diminuição de 20 kg de Pol por tonelada de cana.

MUTTON (1990), avaliando o efeito de diferentes níveis de impureza mineral e vegetal sobre a desvalorização da matéria-prima, observou que a cada 1% de impureza adicionada ocorrem aumentos médios da ordem de 0,15 a 1,00 ponto na Fibra,

respectivamente para impureza vegetal verde e seca. Para a Pol da cana a maior influência sentida foi a da impureza mineral, sendo que o solo arenoso causou uma redução de 0,07% e o argiloso 0,17% por unidade de impureza mineral adicionada. Os resultados deste trabalho permitiram ao autor concluir que qualquer tipo de impureza, principalmente a partir de 4%, promove depreciação sobre a valorização da qualidade da matéria-prima a ser processada, assim como sobre a sua valorização final, sendo que esta interferência não foi coerente com o aumento de impurezas. A redução no ágio ocorreu numa faixa de 2,61 a 0,39% por unidade de impureza adicionada, para os tratamentos que apresentaram maior (vegetal / solo argiloso) e menor efeito (mineral / solo arenoso), respectivamente.

Para LUCAS ε SILVA Jr. (1984), as impurezas minerais influem diretamente no teor de fibra industrial, sendo mais evidente o efeito quando se determina a fibra através da umidade do bagaço prensa.

2.4.2 Efeito do desponte da cana-de-açúcar sobre a sistemática de pagamento pelo teor de sacarose

FERRARI et al. (1986), estudando o efeito do não desponte dos colmos de cana dentro da SPCTS, observaram que esta prática acarreta redução na qualidade da matéria-prima, através da redução da Pol da cana e Pureza do caldo.

Valsechi et al.[1] citados por PARAZZI (1988), estudando diferentes níveis de desponte para a variedade Co 421 e sem desponte, concluíram que, com

---

1. VALSECHI, O.; GOMES, F.P.; OLIVEIRA, E.R.; ABREU, C.P. Influência do desponte sobre a composição do colmo e do caldo de cana-de-açúcar. I var. Co 421 (1). *Anais da ESALQ*, Piracicaba, **18**: 5-34,1961.

exceção do peso dos colmos, as demais determinações foram favoráveis aos colmos bem despontados. Assim, os diferentes níveis de desponte, bem como as canas não despontadas, não influíram significativamente nos valores de Fibra % cana, Brix do caldo, Açúcares redutores e Cinzas do caldo, assim como no Coeficiente glucósico.

Em outro trabalho desenvolvido por Oliveira et al.[2] citados por PARAZZI (1988), agora com a variedade CB 41-76, foi observado também que diferentes níveis de desponte não influíram significativamente nos resultados da Pol da cana e Fibra % cana e também nos de Brix, Pol, Açúcares redutores e Cinzas do caldo.

Alguns outros trabalhos feitos nesta mesma linha, mostram resultados contraditórios; cabe lembrar que tem-se de considerá-los relativos uma vez que a variedade, fase de maturação e critério para altura do desponte realizada pelos vários autores diferem entre si.

Conforme PARAZZI (1988), a influência do desponte sobre a Pol da cana (SPCTS) é mais acentuada quando as variedades ainda não atingiram índices satisfatórios de maturação, ou seja, nas primeiras épocas de amostragem (início da safra). Ainda, segundo o autor, os valores de ágio / deságio sobre o preço básico da cana-de-açúcar seguem a mesma variação que para a Pol da cana, uma vez que a maior contribuição no cálculo desses valores (ágio/deságio) é dado pela Pol da cana.

---

2. OLIVEIRA, E.R.; VALSECHI,O.; GOMES, F.P.; ABREU, C.P. Influência do desponte sobre a composição do colmo e do caldo da cana-de-açúcar. III var.CB 41-76. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, **21**: 11-32, 1964.

2.5 Coeficiente de transformação "C" na metodologia de cálculo da Pol da cana pela sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose

Todas as determinações analíticas realizadas na SPCTS, com exceção da Fibra % cana, são efetuadas no caldo, o que conduz à necessidade de sua extração. Assim a primeira etapa na análise da cana-de-açúcar consiste na separação do caldo da fibra.

Naturalmente, nem todo o caldo pode ser extraído, sendo a análise executada em termos porcentuais no caldo extraído, o qual apresenta composição dependente do trabalho de extração executado, principalmente pressão e tempo de prensagem (FERNANDES, 1984).

A utilização de coeficientes de correlação para Pol e Brix é necessária, porque esses valores obtidos no caldo extraído não são iguais aos obtidos no caldo absoluto. A Pureza do caldo extraído não é a mesma do caldo residual, sendo indispensável um coeficiente de correção para o cálculo da Pol da cana (STURION ε FERNANDES, 1975).

De acordo com HOARAU (1969), algumas fórmulas foram propostas para a determinação da Pol da cana. Entretanto, as condições para a correta aplicação destas fórmulas não foram completamente esclarecidas; por outro lado, todas elas são calculadas utilizando um valor arbitrário do coeficiente relacionando Pol do caldo absoluto com Pol do caldo extraído.

O valor destes coeficientes depende de certos fatores, como os citados por FERNANDES (1984): teor e tipo de fibra da cana, grau e homogeneidade da trituração da cana, pressão e tempo de prensagem utilizados, tipo de equipamento empregado, da cana-de-açúcar, se esta é inteira ou em toletes, etc.

Segundo STURION ε GEMENTE (1981), os cálculos da Pol da cana foram baseados na fixação do coeficiente C igual a 0,95. Entretanto, trabalhos posteriores demonstraram que o valor de C varia inversamente ao teor de fibra da amostra, isto é, quanto maior o teor de fibra da cana, menor o valor de C, e vice-versa.

GLÓRIA et al. (1978), estudando a influência da Fibra industrial e do coeficiente C sobre a Pol da cana corrigida, concluíram que para um teor de 10, 15 ou 20% de Pol no caldo absoluto, a variação máxima relacionada com o acréscimo de duas unidades no teor de Fibra será de apenas 0,4 unidade na Pol da cana.

Já para STURION ε PARAZZI (1985), o uso de um coeficiente C médio fixo, determinado ao longo da safra para determinada variedade, não compromete os valores de Pol da cana, apesar das variações registradas particularmente para o início e o final da safra.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este ensaio foi conduzido no Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - Setor de Açúcar e Álcool da ESALQ/USP, na cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo, durante os meses de maio a outubro, compreendidos na safra 94/95.

3.1 Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Foram realizados dois experimentos, com dois tratamentos cada, avaliados em 23 períodos, cada um com duração de uma semana. Em cada período foram executadas cinco repetições de cada tratamento, que são descritos a seguir:

Experimento 1

Neste experimento buscou-se comparar os parâmetros tecnológicos referentes aos tratamentos:

a. Tratamento 1 (Sistemática do pagamento de cana pelo teor de sacarose - normal: SPCTS - normal): desintegração da amostra, análise direta do caldo extraído pela prensa e cálculos relativos, seguindo as normas da SPCTS, de acordo com o Ato nº 32 do IAA(1989).

b. Tratamento 2 (Sistemática do pagamento de cana pelo teor de sacarose - real : SPCTS - real): determinação da umidade da cana não desintegrada e parâmetros tecnológicos obtidos por cálculo proporcional, a ser descrito no ítem Cálculos Tecnológicos.

Experimento 2

Dentro deste experimento, procurou-se comparar os parâmetros tecnológicos relativos aos tratamentos:

a. Tratamento 1 (SPCTS - normal): desintegração da amostra, análise direta do caldo extraído pela prensa e cálculos relativos segundo as normas da SPCTS do Ato nº 32 (IAA,1989).

b. Tratamento 2 (SPCTS - modificado): desintegração da amostra com o desintegrador acoplado à betoneira, por meio de um túnel de borracha flexível, seguindo-se a análise direta do caldo extraído pela prensa e cálculos relativos segundo as normas estabelecidas pela SPCTS do Ato nº 32 (IAA,1989).

Portanto, no primeiro experimento procurou-se determinar as perdas no teor de umidade no processamento da amostra e seus efeitos sobre a análise total da matéria-prima, e no segundo tentou-se minimizar tais efeitos e quantificá-los através da análise das variáveis estudadas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando se obteve significância para o efeito de período, foi realizado um estudo de regressão polinomial para tal efeito. Para os tratamentos, não foi necessário aplicar testes de comparação de médias quando seu efeito foi significativo por tratar-se de um fator associado a um grau

de liberdade apenas, ou seja, neste caso a comparação é feita pelo teste F da análise de variância.

3.2 Caracterização do material estudado

O material utilizado na condução deste experimento constou de colmos de cana-de-açúcar da variedade (IAC 67-112). Segundo ZIMBACK[1], esta variedade é considerada rica em sacarose, possui teor baixo de fibra, uma maturação média dentro do período de safra e um período útil de industrialização (PUI) longo.

As amostras foram colhidas aleatoriamente dentro da linha do talhão, na fazenda da Usina Fernando Costa, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - Setor de Açúcar e Álcool, ESALQ/USP.

Os colmos de cana crua eram despalhados, cortados, despontados, enfeixados e carregados manualmente e, em seguida, encaminhados ao laboratório de análise de cana-de-açúcar do Departamento acima citado, para execução das análises.

3.3 Procedimento experimental

Dividiu-se o trabalho em dois ensaios, de dois tratamentos cada um, devido à impossibilidade de se comparar em uma mesma amostra uma testemunha e mais os três tratamentos.

---

1. ZIMBACK, L. (Instituto Agronômico. Estação Experimental do IAC, Piracicaba) Comunicação Pessoal, 1994.

3.3.1 Experimento 1 (Sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose - normal X sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose - real)

Os feixes de cana recebidos do campo eram desfeitos, e os colmos seccionados longitudinalmente e cuidadosamente um a um, em uma serra circular de mesa dotada de um guia tensionado por molas, de modo a se ter duas metades aproximadamente iguais, em composição tecnológica total, desde a base até a ponta.

Desdobrava-se então colmo a colmo, estes eram separados em duas subamostras até atingir cada uma o peso aproximado de 10 kg. A partir daí, cada subamostra caracterizava um tratamento.

Uma subamostra era submetida a desintegração em desintegrador tipo forrageira e simultaneamente homogeneizada em betoneira comum, a 22 rpm. Desta amostra desintegrada retirou-se a quantia de 100 g para a determinação da Umidade % Cana (desintegrada), colocando-a em cesto de aço inox previamente tarado, levando-a posteriormente para uma estufa de circulação forçada de ar a 100-105°C até peso constante. Foram retirados também mais 500 g que sofreram a prensagem na prensa hidráulica modelo Pinette-Emidecau, por 60 segundos à pressão de 250 kg/cm^2, de acordo com TANIMOTO (1964), Ato nº 32 IAA (1989). Desta prensagem resultava, então, o caldo extraído e o bagaço prensa (bolo úmido) que foram utilizados depois nas determinações e cálculos tecnológicos (Tratamento 1: SPCTS - normal).

Da outra subamostra, os colmos seccionados longitudinalmente foram reduzidos a toletes com cerca de 20 cm e transferidos para cestos de aço inox previamente tarados, quando foram pesados e depois transferidos para a mesma estufa (100-105°C) com circulação forçada de ar, até que se obtivesse peso constante, cerca de

96 horas. Após esse tempo eles eram pesados e determinada por diferença de massa a umidade original da cana, que representava, por média de todos os cestos, a umidade original da amostra de colmos (Tratamento 2: SPCTS - real). Deste tratamento o único parâmetro de análise de que se dispunha era a Umidade % Cana (em toletes), uma vez que esta amostra não sofreu prensagem; os demais foram determinados indiretamente por cálculos.

3.3.2 Experimento 2 (Sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose - normal X sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose normal - modificada)

O procedimento adotado para a composição das subamostras foi o mesmo que o descrito para o Experimento 1. Uma subamostra foi desintegrada normalmente seguindo o mesmo procedimento do Tratamento 1 do Experimento 1, obtendo-se assim o caldo extraído, o resíduo prensa e a Umidade % Cana (desintegrada) determinada em estufa (Tratamento 1: SPCTS - normal).

A outra subamostra foi também desintegrada normalmente, segundo as normas da SPCTS , de acordo com o Ato nº 32 (IAA, 1989), do mesmo modo que para o Tratamento 1, com apenas uma modificação: foi introduzido um acoplamento flexível da saída do desintegrador para a entrada da betoneira, permitindo a descarga da amostra após esta ser desintegrada (Figura 1). Do mesmo modo foi obtido o caldo extraído pela prensagem, o bagaço prensa e a Umidade % Cana (desintegrada com acoplamento) determinada em estufa (Tratamento 2: SPCTS - modificado).

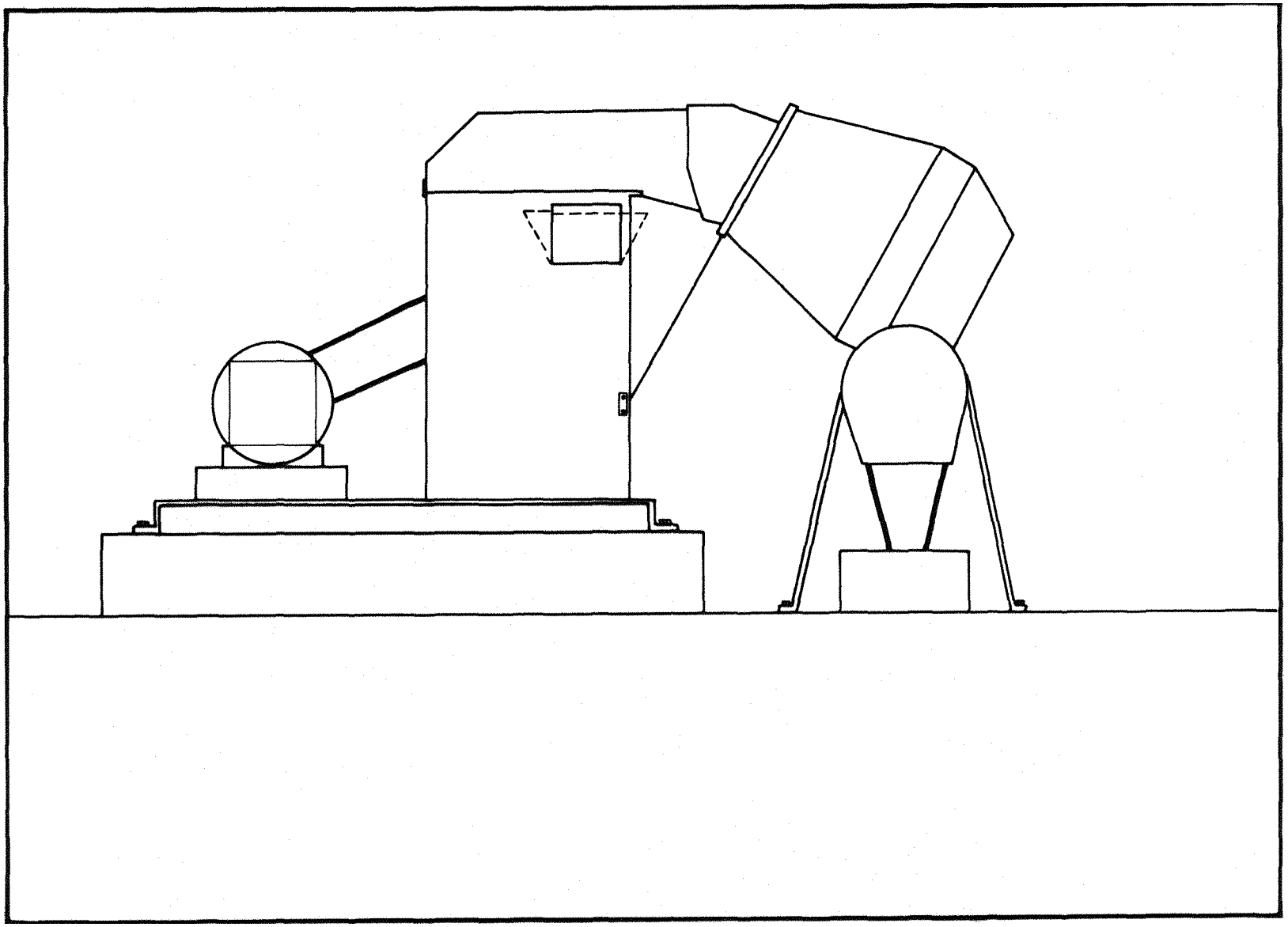

Figura 1: Representação esquemática do acoplamento desintegrador-betoneira

3.4 Determinações e cálculos tecnológicos

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas as seguintes determinações tecnológicas e cálculos:

3.4.1 Determinações tecnológicas

- Brix do caldo extraído (BCE): determinado por refratometria a 20°C (SCHNEIDER, 1979), em refratômetro com leitura digital, com compensação para a temperatura de 20°C.

- Peso do bolo úmido (PBU): obtido através da pesagem do resíduo fibroso, resultante da prensagem, seguindo orientação do IAA (1989), em balança de precisão, com leitura digital.

- Pol do caldo extraído (PCE): dosada pelo método de Schmitz, sem diluição segundo SCHNEIDER (1979), em sacarímetro digital.

- Umidade % Cana: obtida pela diferença entre massa úmida (100 g) e seca, até peso constante de uma amostra de cana desintegrada.

3.4.2 Cálculos tecnológicos

Após a obtenção dos valores do Brix do caldo extraído, Peso do bolo úmido, Pol do caldo extraído e Umidade % Cana e seguindo a orientação do Ato nº 32 (IAA, 1989), foram calculados os valores de Fibra % Cana, Coeficiente B (Cb), Brix da Cana, Coeficiente S (Cs), Pol da Cana, Pureza aparente do caldo extraído, Pureza da Cana , Fator R (FR) e o Ágio ou Deságio, de acordo com as fórmulas a seguir:

- Pureza aparente do caldo extraído (PZCE) = $\frac{\text{Pol do caldo}}{\text{Brix do caldo}} \times 100$

- Fibra % Cana (Artigo 3º, § 7º) = 0,152 . (PBU) - 8,367, onde:

  PBU = peso do bagaço úmido da prensagem da amostra.

- Pol da Cana (Artigo 4º) (PCA) = PCE (1- 0,01. F). Cs, onde:

  PCE = Pol do caldo extraído,

  F = Fibra % Cana calculada (Artigo 3º, § 7º),

  Cs = fator de transformação da pol do caldo extraído em Pol do caldo absoluto, obtido pela expressão:

  Cs = 1,0313 - 0,00575 . F, onde:

  F = Fibra % Cana calculada (Artigo 3º, § 7º)

- Brix da Cana (BCA), apesar de não fazer parte integral das normas da SPCTS, foi calculado pela equação:

  BCA = BCE (1 - 0,01. F).Cb, onde:

  BCE = Brix do caldo extraído

  F = Fibra % Cana calculada (Artigo 3º, § 7º)

  Cb = fator de transformação do Brix do caldo extraído em Brix do caldo absoluto, obtido pela expressão, segundo STURION ε FERNANDES (1979):

  $Cb = \frac{8319{,}4 - 118{,}666 . F}{8230{,}752 - 100{,}0956 . F}$ onde:

  F = Fibra % Cana calculada (Artigo 3º, § 7º)

- Pureza da Cana = $\frac{PCA}{BCA} . 100$

- FR = fator que expressa a relação entre a recuperação da Pol na seção de cozimento a ser obtida da cana do fornecedor e a recuperação padrão, calculada pela seguinte expressão:

$$FR = 1{,}9330 . (1 - \frac{40}{PZCE - 1})$$

sendo PZCE = pureza média quinzenal do caldo extraído.

- Ágio ou Deságio (A/D) calculado pela seguinte equação:

$$A/D = (\frac{PCA . FR}{12{,}257} - 1) \times 100$$

O procedimento de cálculo descrito, foi utilizado para os Tratamentos 1 (Experimento 1) e Tratamentos 1 e 2 (Experimento 2). Para a obtenção dos parâmetros tecnológicos do Tratamento 2 do Experimento 1, dispôs-se de cálculos indiretos baseados na diferença de umidade entre a cana inteira e a desintegrada no Tratamento 1, distribuindo-se proporcionalmente esta diferença para o Brix da Cana e para a Fibra % Cana que foi desintegrada, como no exemplo a seguir.

Baseando-se no raciocínio de que:

Cana = Umidade % Cana + Brix da Cana + Fibra % Cana

e sendo esta composição total teórica igual a 100, determinou-se que uma subamostra de cana desintegrada no Tratamento 1 continha 70% de Umidade, 20% de Brix e 10%

de Fibra. Da outra subamostra (não desintegrada) determinou-se somente a Umidade % Cana e chegou-se a 72%. Assim, para o Tratamento 1 tem-se:

(20+10)----------> 100 (20+10)-------->100

20----------> 66,66 10---------->33,33

Logo, considerando-se as duas subamostras iguais, para o Tratamento 2, a subamostra não desintegrada terá por distribuição proporcional:

(100 - 72)--------> 100 (100 - 72)------>100

X <---------- 66,66 Y <----------33,33

onde X= 18,66 (Brix da Cana) e Y = 9,33 (Fibra % Cana). Portanto a subamostra não desintegrada tem como composição tecnológica 72% de Umidade, 18,66 % de Brix e 9,33 de Fibra .

Apesar de a redução do teor de umidade afetar a concentração de sólidos solúveis e a porcentagem de Fibra da Cana desintegrada, assumiu-se que a Pureza da subamostra de colmos (PZA) e do caldo extraído desta, de ambas subamostras, permaneceria constante. A partir disso foi possível calcular indiretamente a Pol da Cana da subamostra não desintegrada pelas relações abaixo, de acordo com o seguinte raciocínio:

$$\text{PZA da Cana}_{\text{desintegrada}} = \text{Pureza da cana}_{\text{não desintegrada}} \quad (1)$$

$$\text{PZA da Cana}_{\text{desintegrada}} = \frac{\text{Pol da Cana desintegrada}}{\text{Brix da Cana desintegrada}} \cdot 100 \quad (2)$$

$$\text{PZA da Cana}_{\text{não desintegrada}} = \frac{\text{PCA não desintegrada}}{\text{BCA não desintegrada}} \cdot 100 \quad (3)$$

Substituindo-se (2) e (3) em (1) tem-se:

$$\text{PZA da Cana}_{\text{desintegrada}} = \frac{\text{PCA não desintegrada}}{\text{BCA não desintegrada}} \cdot 100 \quad (4)$$

Isolando-se o numerador da equação (4) tem-se:

$$\mathbf{PCA_{não\ desintegrada} = PZA\ da\ Cana_{desintegr.} \cdot BCA_{não\ desintegr.} /100}$$

Considerando-se que:

$$\text{BCA}_{\text{não desintegrada}} = \text{BCE}_{\text{não desintegrada}} \cdot (1-0{,}01.F).\ Cb, \text{ tem -se que:}$$

$$\text{BCE}_{\text{não desintegrada}} = \frac{\text{BCA não desintegrada}}{(1-0{,}01.F)\ Cb}$$

Assim, a partir da relação de Pureza do caldo, chegou-se ao valor da Pol do caldo, da mesma maneira que para a Pol da Cana.

$$\mathbf{PCE_{não\ desintegr.} = PZA\ caldo\ extraído_{desintegr.} . BCE_{não\ desintegr.} /100}$$

Dessa maneira, de posse destas variáveis foi possível calcular todas as outras como já descritas para os outros tratamentos.

3.5 Determinação da Umidade relativa do ar

Os valores de umidade relativa do ar (UR%) apresentados nas Tabelas 1 e 2 foram obtidos por psicrometria (diferenças entre temperaturas do termômetro com bulbo seco e termômetro com bulbo umedecido) de acordo com TUBELIS & NASCIMENTO (1988), no momento de preparo da amostra para análise.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na literatura encontram-se referências a respeito da perda de água pela amostra apenas na homogeneização, como no trabalho SOBRE...(1978). Mas a maior perda no teor de umidade da amostra não descrita pelos autores, se deve mesmo à desintegração mecânica pela forrageira, e não à homogeneização.

No momento da desintegração da amostra, a alta força centrífuga desenvolvida pelo volante e facas do equipamento faz com que a cana seja ventilada instantaneamente pelo tubo de descarga, e deste para a betoneira. Este rápido contato da cana desintegrada em pequenos fragmentos com a atmosfera local acarreta perdas de água do material para o ar; estas perdas deverão ser inversamente proporcionais à umidade relativa do ar.

A umidade relativa do ar é menor durante o dia e maior durante a noite. Com os acréscimos de temperatura, a umidade relativa inicia sua marcha decrescente, indo alcançar um valor mínimo por ocasião da temperatura máxima.Em relação à variação anual da umidade relativa do ar, no estado de São Paulo, esta deverá ser mínima nos meses de julho-setembro e máxima nos meses de dezembro-janeiro (TUBELIS ε NASCIMENTO, 1988).

Portanto, durante as análises, as maiores perdas do teor de umidade por parte da cana se concentraram nos meses mais secos e/ou quentes do ano (Período 9 a 18), quando a umidade relativa do ar atingiu os menores valores.

4.1 Experimento 1

Os resultados médios de cinco repetições, obtidos para os parâmetros analisados em cada período para os Tratamentos 1 e 2, estão apresentados respectivamente nas Tabelas 1 e 2.

Pode-se observar pelos dados que a Umidade % Cana foi maior para o Tratamento 2 em todos os períodos. Isso determinou um aumento no PBU e conseqüentemente um diferencial na Fibra % Cana, do Tratamento 1 para o Tratamento 2. Para os demais parâmetros, Brix e Pol do caldo extraído, Brix e Pol da Cana e Ágio técnico, também em todos os períodos o Tratamento 1 apresentou maiores valores que o Tratamento 2 (Tabelas 1 e 2).

Tabela1: Dados médios obtidos ao longo dos períodos de amostragem para Tratamento 1

Experimento 1 - Tratamento 1 (SPCTS - Normal)														
Período/ Data	Umidade% Cana	PBU	Fibra % Cana	Brix Caldo	Pol Caldo	Pza Caldo	Coef. B	Brix Cana	Coef. S	Pol Cana	Pza Cana	Fator Recup.	Ágio técnico	UR ar (%)
0- 30/5	75.82	103.02	7.29	16.14	13.20	81.76	0.9938	14.87	0.9894	12.11	81.40	0.9753	-3.64	93
1- 6/6	73.30	112.86	8.79	17.97	15.72	87.52	0.9899	16.23	0.9808	14.07	86.71	1.0391	19.25	81
2- 13/6	75.10	106.48	7.87	17.24	14.85	86.10	0.9922	15.76	0.9860	13.48	85.56	1.0242	12.69	90
3- 20/6	74.32	109.92	8.34	17.52	15.08	86.07	0.9910	15.92	0.9833	13.59	85.40	1.0240	13.57	82
4- 27/6	73.88	109.56	8.29	18.38	16.24	88.37	0.9912	16.71	0.9837	14.65	87.70	1.0480	25.28	80
5- 4/7	73.32	110.32	8.40	18.76	16.60	88.47	0.9909	17.03	0.9830	14.95	87.77	1.0490	27.92	86
6- 11/7	73.40	109.34	8.25	19.00	17.04	89.69	0.9912	17.28	0.9838	15.38	89.02	1.0612	33.19	83
7- 18/7	72.38	113.08	8.82	19.64	17.35	88.33	0.9898	17.72	0.9806	15.51	87.51	1.0476	32.59	85
8- 25/7	71.76	112.74	8.77	20.08	18.09	90.09	0.9899	18.13	0.9808	16.19	89.27	1.0650	40.66	87
9- 1/8	71.82	113.26	8.85	20.54	18.84	91.71	0.9897	18.53	0.9804	16.84	90.85	1.0805	48.41	82
10- 8/8	71.44	117.40	9.48	20.52	17.83	86.87	0.9880	18.35	0.9768	15.76	85.89	1.0325	32.78	80
11-15/8	71.64	111.74	8.62	20.48	18.13	88.52	0.9903	18.53	0.9818	16.26	87.76	1.0495	39.26	79
12-22/8	71.00	110.42	8.42	21.50	18.64	86.69	0.9909	19.51	0.9829	16.77	85.99	1.0306	41.08	82
13-29/8	70.76	109.24	8.24	21.56	19.08	88.48	0.9913	19.61	0.9839	17.23	87.83	1.0492	47.45	80
14- 5/9	68.68	111.04	8.51	21.94	19.48	88.78	0.9906	19.88	0.9824	17.51	88.04	1.0522	50.27	50
15-12/9	68.58	112.18	8.68	22.16	19.39	87.51	0.9901	20.04	0.9814	17.38	86.73	1.0392	47.34	75
16-17/9	67.63	116.80	9.39	22.30	20.16	90.41	0.9882	19.97	0.9773	17.86	89.41	1.0682	55.63	77
17- 6/9	67.40	113.74	8.92	22.68	20.46	90.22	0.9895	20.44	0.9800	18.26	89.35	1.0663	58.90	75
18-3/10	66.76	118.60	9.66	23.18	21.00	90.62	0.9875	20.68	0.9758	18.51	89.54	1.0702	61.68	80
19-10/10	66.68	117.78	9.54	23.42	21.29	90.90	0.9879	20.93	0.9765	18.81	89.85	1.0729	64.61	78
20-17/10	67.48	118.72	9.68	22.66	20.69	91.30	0.9874	20.21	0.9757	18.23	90.21	1.0768	60.18	77
21-24/10	67.96	116.12	9.27	21.92	20.14	91.92	0.9886	19.66	0.9779	17.87	90.93	1.0823	57.77	83
22-31/10	68.30	120.20	9.90	21.56	19.47	90.33	0.9868	19.17	0.9743	17.10	89.18	1.0674	48.88	85
Média	70.84	112.81	8.78	20.48	18.21	88.72	0.9899	18.49	0.9808	16.27	87.91	1.0509	39.81	80.4

Tabela2:Dados médios obtidos ao longo dos períodos de amostragem para Tratamento2

Experimento 1 - Tratamento 2 (SPCTS - Real)														
Peri-odo/ Data	Umida de% Cana	PBU	Fibra % Cana	Brix Cal-do	Pol Cal-do	Pza Cal-do	Coef. B	Brix Ca-na	Coef .S	Pol Ca-na	Pza Ca-na	Fator Recup .	Ágio téc-nico	UR ar (%)
0- 30/5	76.49	101.53	7.07	15.31	12.52	81.76	0.9943	14.43	0.9907	11.75	81.40	0.9753	-6.52	93
1- 6/6	74.90	109.14	8.22	16.14	14.12	87.52	0.9914	15.20	0.9840	13.17	86.71	1.0391	11.64	81
2- 13/6	76.03	104.75	7.56	16.08	13.85	86.10	0.9931	15.15	0.9879	12.96	85.56	1.0242	8.26	90
3- 20/6	76.16	105.72	7.70	15.61	13.44	86.07	0.9927	14.71	0.9870	12.56	85.40	1.0240	4.98	82
4- 27/6	75.18	106.72	7.86	16.83	14.87	88.37	0.9923	15.84	0.9861	13.89	87.70	1.0480	18.79	80
5- 4/7	74.43	107.88	8.03	17.31	15.32	88.47	0.9919	16.29	0.9851	14.30	87.77	1.0490	22.42	86
6- 11/7	74.29	107.42	7.96	17.73	15.91	89.69	0.9920	16.69	0.9855	14.86	89.02	1.0612	28.62	83
7- 18/7	72.96	111.80	8.63	18.45	16.30	88.33	0.9903	17.34	0.9817	15.17	87.51	1.0476	29.67	85
8- 25/7	72.15	111.89	8.64	19.02	17.14	90.09	0.9902	17.87	0.9816	15.95	89.27	1.0650	38.61	87
9- 1/8	72.64	111.49	8.58	19.13	17.55	91.71	0.9904	17.98	0.9820	16.33	90.85	1.0805	44.00	82
10- 8/8	72.26	115.52	9.19	18.98	16.49	86.87	0.9888	17.81	0.9785	15.30	85.89	1.0325	28.89	80
11- 15/8	72.63	109.66	8.30	18.99	16.81	88.52	0.9911	17.86	0.9836	15.67	87.76	1.0495	34.21	79
12-22/8	71.99	108.46	8.12	20.00	17.34	86.69	0.9916	18.82	0.9846	16.18	85.99	1.0306	36.06	82
13-29/8	71.96	106.91	7.88	19.94	17.64	88.48	0.9923	18.77	0.9860	16.48	87.83	1.0492	41.13	80
14- 5/9	71.46	104.99	7.59	18.78	16.68	88.78	0.9930	17.73	0.9877	15.60	88.04	1.0522	33.95	50
15- 12/9	70.55	108.26	8.09	19.82	17.34	87.51	0.9917	18.66	0.9848	16.18	86.73	1.0392	37.22	75
16- 19/9	69.27	113.33	8.86	20.06	18.14	90.41	0.9896	18.86	0.9804	16.87	89.41	1.0682	46.98	77
17-26/9	70.10	108.33	8.10	19.70	17.77	90.22	0.9917	18.56	0.9847	16.58	89.35	1.0663	44.28	75
18- 3/10	68.74	114.44	9.03	20.56	18.63	90.62	0.9892	19.33	0.9794	17.31	89.54	1.0702	51.11	80
19-10/10	68.79	113.43	8.88	20.71	18.83	90.90	0.9896	19.48	0.9803	17.50	89.85	1.0729	53.20	78
20-17/10	69.82	113.74	8.92	19.81	18.09	91.30	0.9895	18.63	0.9800	16.81	90.21	1.0768	47.67	77
21-24/10	69.98	111.85	8.63	19.43	17.86	91.92	0.9903	18.28	0.9816	16.62	90.93	1.0823	46.73	83
22-31/10	70.30	115.74	9.22	18.99	17.16	90.33	0.9887	17.85	0.9783	15.92	89.18	1.0674	38.62	85
Média	72.31	109.69	8.31	18.58	16.51	88.72	0.9911	17.48	0.9835	15.39	87.91	1.0509	32.20	80.4

Todos os parâmetros tecnológicos analisados apresentaram efeito significativo para períodos, sendo então submetidos a um estudo de regressão polinomial para tal efeito.

Neste experimento os resultados obtidos para os parâmetros Umidade % Cana, Brix e Pol do Caldo extraído, Brix e Pol da Cana e Ágio técnico, apresentaram também interação (Tratamentos x Períodos) significativa. Para estes casos a análise de variância com o teste F foi desdobrada em duas tabelas onde se estudou o comportamento individual de cada tratamento ao longo dos períodos (Tabela 3), e os dois tratamentos foram comparados período por período (Tabela 4).

Tabela 3: Valores de F observados para os parâmetros tecnológicos que apresentaram interação significativa no Experimento 1

Causa de Variação	Graus de liberdade	Umidade % Cana	Brix do caldo extraído	Pol do caldo extraído	Brix da Cana	Pol da Cana	Ágio técnico
Tratamento	1	798,04**	1847,50**	1531,28**	554,65**	466,92**	317,32**
Per.-(Trat.1)	22	262,68**	189,95**	217,13**	148,73**	170,76**	152,58**
Linear	(1)	5233,92**	3624,09**	4152,57**	2769,49**	3200,23**	2809,92**
Quadrática	(1)	25,70**	325,53**	297,00**	311,99**	297,32**	220,04**
Per.-(Trat.2)	22	188,67**	116,45**	138,51**	110,56**	130,13**	118,91**
Linear	(1)	3668,69**	1883,53**	2331,55**	1796,19**	99,21**	1982,90**
Quadrática	(1)	92,06**	464,99**	423,24**	440,52**	412,83**	304,50**
Resíduo	184						
Total	229						

** significativo a 1%

Tabela 4: Valores de F observados para os parâmetros tecnológicos que apresentaram interação significativa no Experimento 1

Causa de variação	Graus de liberdade	Umidade% Cana	Brix do caldo extraído	Pol do caldo extraído	Brix da Cana	Pol da Cana	Ágio técnico
Período	22	441,15**	295,84**	346,36**	253,28**	295,66**	267,83**
Trat.-Per.							
0	1	7,10**	15,22**	10,64**	4,74**	3,36ns.	1,97 ns.
1	1	40,64**	74,20**	59,43**	25,73**	20,92**	13,78**
2	1	13,76**	29,88**	23,25**	9,01**	7,12**	4,65**
3	1	53,88**	81,00**	62,60**	34,77**	27,41**	17,50**
4	1	26,81**	53,62**	43,72**	17,97**	14,98**	10,03**
5	1	19,46**	46,43**	37,82**	13,04**	10,76**	7,19**
6	1	12,49**	35,70**	29,88**	8,38**	7,18**	4,97**
7	1	5,39**	31,23**	25,53**	3,59 ns.	3,03 ns.	2,03 ns.
8	1	2,47 ns.	24,76**	20,90**	1,68 ns.	1,47 ns.	0,99 ns.
9	1	10,60**	44,02**	38,66**	7,17**	6,54*	4,61*
10	1	10,80**	52,80**	41,58**	6,97**	5,58*	3,61 ns.
11	1	15,53**	49,16**	40,23**	10,87**	9,09**	6,06*
12	1	15,60**	49,69**	38,90**	11,52**	9,15**	5,90*
13	1	22,76**	58,13**	47,62**	17,14**	14,36**	9,47**
14	1	150,96**	221,16**	181,30**	112,09**	93,83**	63,32**
15	1	61,88**	121,20**	97,32**	45,57**	37,10**	24,37**
16	1	42,59**	111,01**	94,87**	29,65**	25,42**	17,75**
17	1	116,35**	197,71**	168,07**	85,25**	73,38**	50,81**
18	1	62,64**	152,65**	130,51**	44,13**	37,85**	26,55**
19	1	70,98**	162,83**	139,91**	50,60**	44,10**	30,97**
20	1	86,84**	180,61**	157,03**	59,78**	52,59**	37,22**
21	1	65,19**	137,45**	120,81**	45,44**	40,53**	28,99**
22	1	63,53**	146,43**	124,43**	41,81**	35,87**	25,44**
Resíduo	184						
Total	229						

*significativo a 5%, **significativo a 1% e ns.: não significativo

Para Fibra % Cana, Coeficiente B e Coeficiente S a interação não foi significativa; nestes casos, então, não houve a necessidade de se desdobrar a análise, sendo que os valores de F indicados na Tabela 5 foram obtidos diretamente pela análise de variância.

Tabela 5 : Valores de F observados para os parâmetros tecnológicos que não apresentaram interação significativa no Experimento 1

Causa de variação	Graus de liberdade	Fibra % Cana	Coeficiente B	Coeficiente S
Período	22	13,90**	13,77**	13,90**
Linear	(1)	160,71**	159,15**	160,70**
Quadrática	(1)	0,0023 ns.	0,0222 ns.	0,0035 ns.
Tratamento	1	50,69**	50,62**	50,70**
Trat. X Período	22	0,47 ns.	0,49 ns.	0,47 ns.
Resíduo	184			
Total	229			

** significativo a 1%, ns.: não significativo

4.1.1 Umidade % Cana

A Umidade % Cana dos colmos é um parâmetro secundário de qualidade da matéria-prima, podendo ser considerado um critério básico para julgamento da maturação. Entretanto, ainda é pouco utilizado, apesar de possuir um método de determinação relativamente simples.

Na Tabela 3 pode-se verificar que o efeito de tratamento sobre a Umidade % Cana foi altamente significativo. Assim, na análise dos tratamentos dentro de cada período, verifica-se que apenas no oitavo período estes não diferiram, e em todos os demais diferiram ao nível de 1%, de acordo com o teste F (Tabela 4).

A regressão polinomial aplicada aos tratamentos mostrou ser a Umidade % Cana uma função quadrática dos períodos.

As maiores diferenças entre os tratamentos foram detectadas no terço final da safra, onde os valores de UR do ar foram mais baixos (Tabelas 1 e 2), confirmando-se a hipótese de que, quando a umidade relativa do ar fosse mais baixa, as perdas do teor de umidade da cana seriam maiores. Na Figura 2 onde encontram-se as curvas das equações dos Tratamentos 1 e 2.

Ambas as equações mostraram um alto coeficiente de correlação linear ($R^2 = 0,89$), o que demonstra que os dados obtidos nos tratamentos se aproximam muito do modelo matemático.

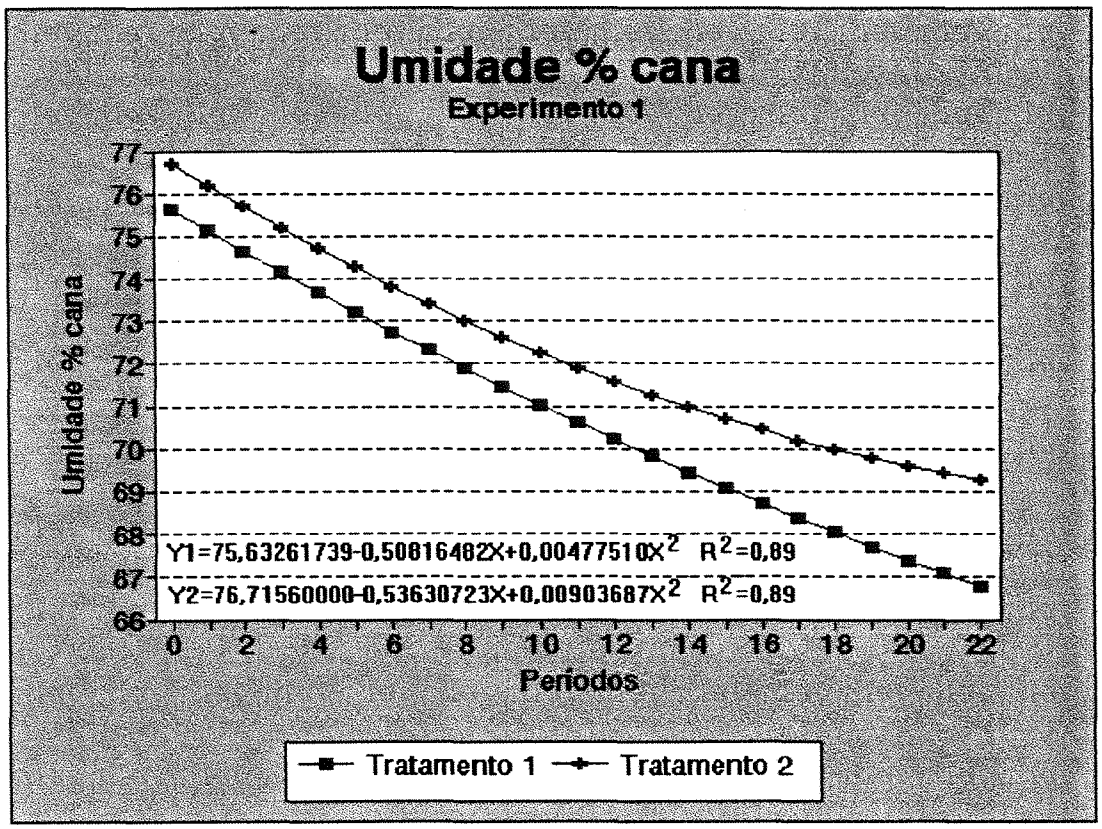

Figura 2: Regressão polinomial para Umidade % Cana em função dos períodos

4.1.2 Fibra % Cana

Segundo STUPIELLO (1987), na fibra é tão importante o teor quanto a sua natureza. Os altos teores de fibra dificultam a extração do caldo, exigindo um melhor preparo da cana, bem como uma maior embebição % fibra, a fim de se garantir melhor extração.

Entretanto, a Fibra % Cana é um fator de composição da matéria-prima altamente valorizado e continuamente perseguido pelos melhoristas, que visam aumentá-la dentro dos programas de melhoramento. No passado a indústria era carente de tecnologia e demandava mais energia que hoje, quando o bagaço excedente é vendido como combustível para outros segmentos industriais ou é gerador de energia elétrica nas próprias usinas e destilarias.

Nos ensaios desenvolvidos no presente trabalho, foram obtidos valores baixos para Fibra% Cana para ambos os tratamentos. Isso se deve a uma característica varietal, de acordo com ZIMBACK[1], além de o corte e o carregamento dos colmos terem sido manuais, trazendo assim o mínimo de impurezas minerais e vegetais junto com as amostras que foram analisadas, conforme mostram os trabalhos de GLÓRIA et al. (1978), LUCAS ε SILVA (1984) E MUTTON (1990). Apesar disso, os valores obtidos para o Tratamento 1 foram sempre mais elevados que o Tratamento 2, mostrando assim que a perda do teor de umidade elevou o PBU das amostras e conseqüentemente os valores calculados de Fibra % Cana (Tabelas 1 e 2).

---

1. ZIMBACK, L. (Instituto Agronômico. Estação Experimental do IAC, Piracicaba) Comunicação pessoal, 1994.

Os dados obtidos neste experimento, para este parâmetro, mostraram interação Período x Tratamento não significativa, como se observa pelo valor de F na Tabela 5.

Porém os tratamentos foram diferentes significativamente ao nível de 1%; além disso, para Fibra % Cana, evidenciou-se também efeito altamente significativo para períodos, ou seja, houve um acréscimo dos valores dentro dos tratamentos durante a safra. Contudo, apenas a regressão linear foi significativa, e com um coeficiente de determinação linear baixo, o que sugere, neste caso, que o modelo aplicado aproxima-se pouco da realidade, como pode ser visualizado pela Figura 3.

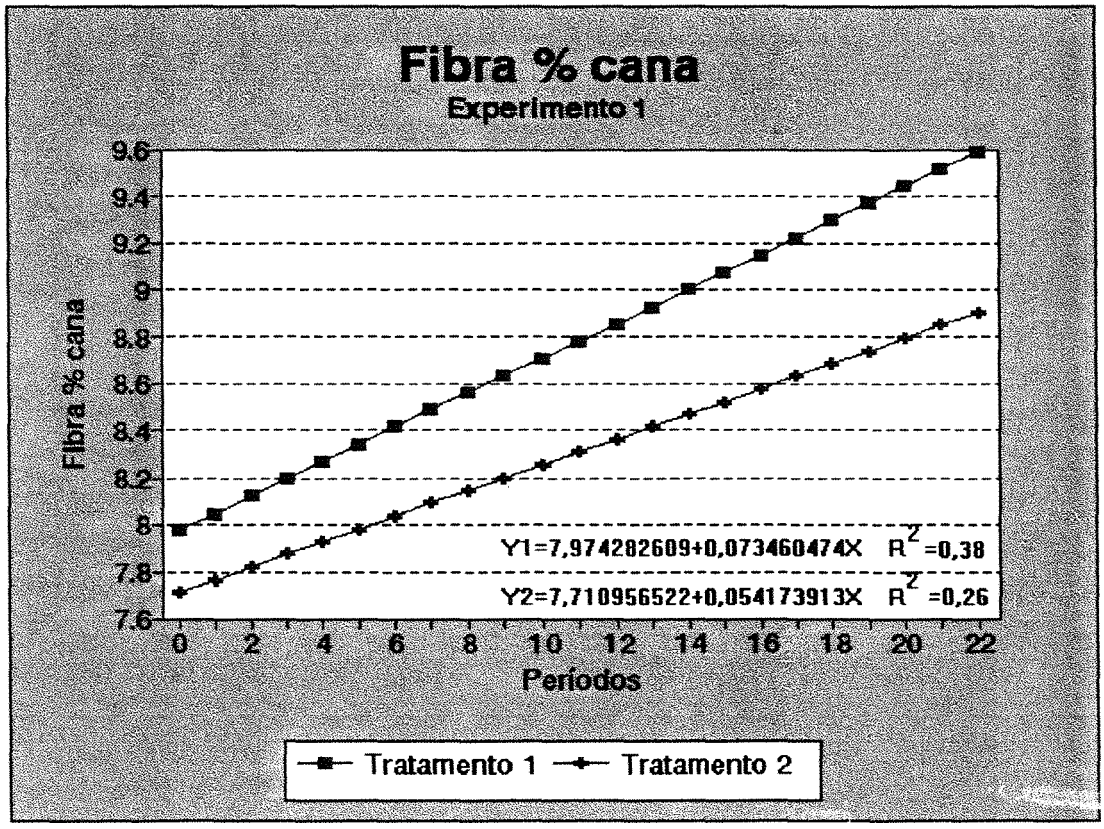

Figura 3: Regressão polinomial para Fibra % Cana em função dos períodos

4.1.3 Brix do caldo extraído

O Brix do caldo extraído é um dado não utilizado diretamente nas fórmulas da SPCTS, mas é usado para o cálculo da Pureza do caldo extraído e mostra uma estreita correlação com a Pol do caldo extraído, pois a sacarose do caldo de cana é o principal componente de substâncias solúveis do caldo.

Para o Brix do caldo extraído, também os tratamentos foram diferentes significativamente como se nota pela Tabela 3. Ambos os tratamentos tiveram equação de regressão quadrática significativa para os períodos.

Na Tabela 4, verifica-se que os tratamentos diferiram estatisticamente em todos os períodos, e que estas maiores diferenças foram apartir do Período 14 (início do mês de setembro), quando a UR do ar foi mais baixa durante as determinações e a variedade estava entrando no pico de maturação (Figura 4). Isso permite afirmar que a perda do teor de umidade pelo preparo afetou a concentração de sólidos solúveis no caldo, determinando incrementos neste parâmetro e provocando uma distorção nos resultados, não condizente com o conteúdo presente na matéria-prima.

Na Figura 4, estão ilustradas as curvas de regressão para os dois tratamentos e os respectivos coeficientes de determinação linear.

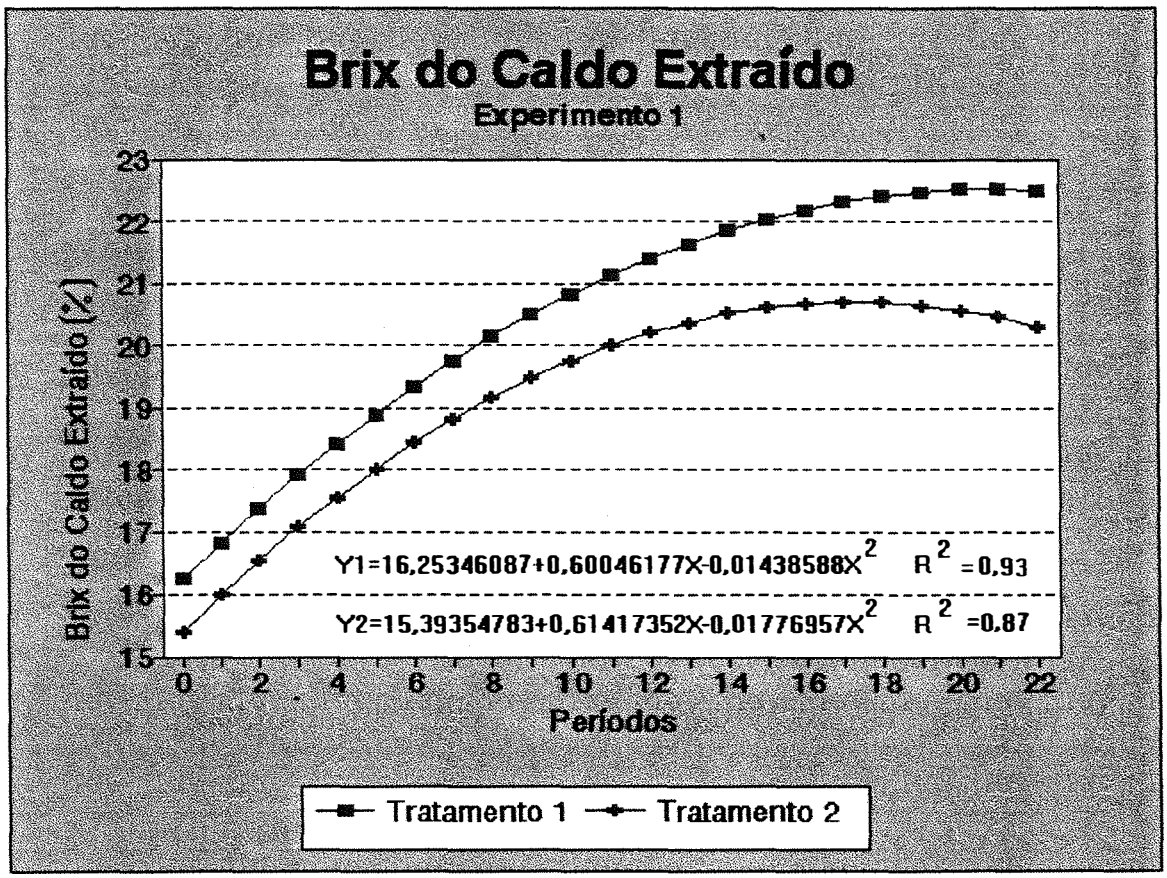

Figura 4: Regressão polinomial para Brix do caldo extraído em função dos períodos

4.1.4 Pol do caldo extraído

Para a SPCTS, a Pol do caldo extraído pela prensagem da amostra consiste no item mais importante, porque mínimas oscilações são facilmente detectáveis na Pol da Cana, no Fator de recuperação e no cálculo final do Ágio técnico, segundo as conclusões de PARAZZI (1988).

Pela Tabela 3, pode-se observar que os tratamentos apresentaram diferença significativa ao nível de 1% dentro dos períodos amostrados, e que as equações de regressão para os períodos mostraram efeito quadrático.

Da Tabela 4, pode-se inferir também que, em todos os períodos, os Tratamentos 1 e 2 diferiram entre si, e assim como para o Brix do caldo extraído, as maiores diferenças entre os tratamentos foram a partir do Período 14, o que pode ser visualizado pela Figura 5.

Nota-se uma mesma tendência dos gráficos do Brix do caldo extraído (Figura 4) e Pol do caldo extraído (Figura 5); isso permite afirmar que, aparentemente, de acordo com a metodologia proposta, a perda de umidade afeta na mesma proporção os dois parâmetros.

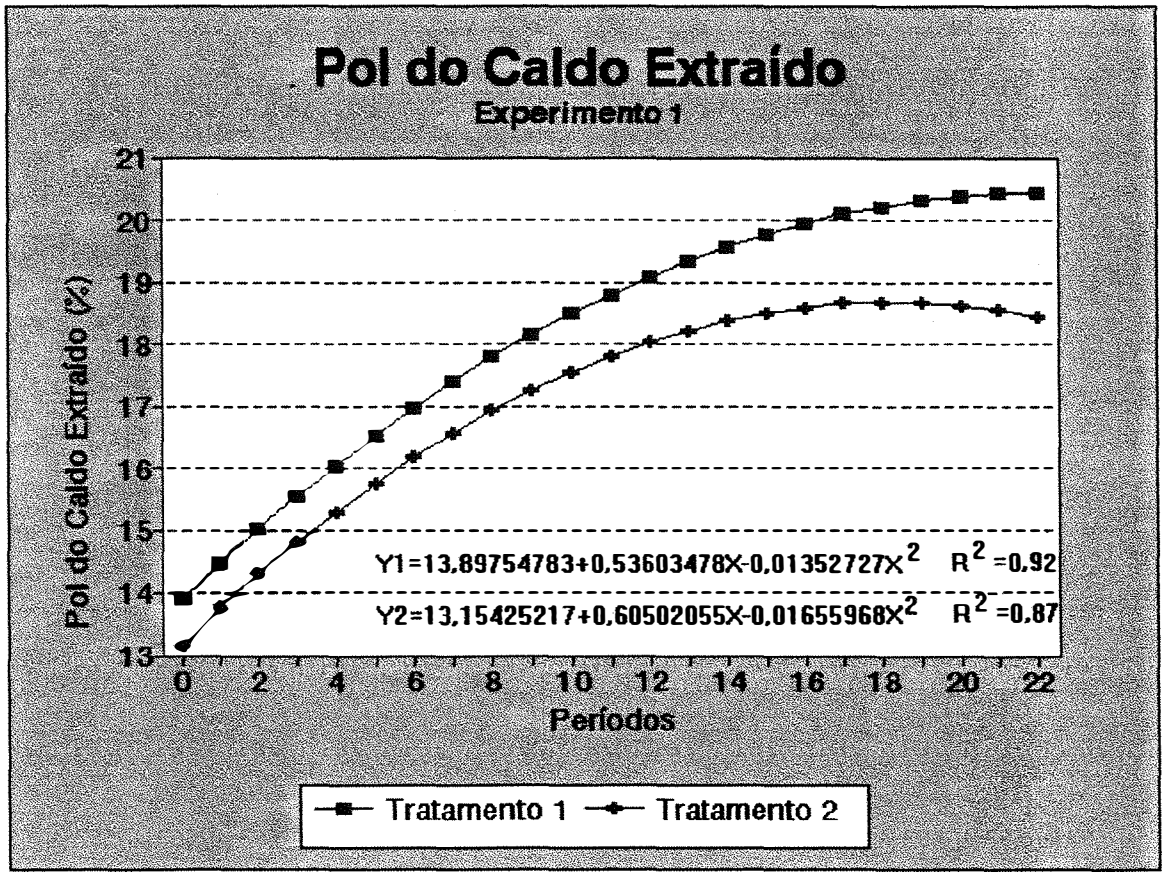

Figura 5: Regressão polinomial para Pol do caldo extraído em função dos períodos

4.1.5 Coeficientes de transformação

4.1.5.1 Coeficiente B

Este coeficiente não é normalmente utilizado na SPCTS de acordo com STURION ε FERNANDES (1979), mas seu uso fez-se necessário para o cálculo indireto do Brix do caldo extraído, por este motivo procede-se a sua discussão.

De acordo com a Tabela 5, os valores do Coeficiente B dos Tratamentos 1 e 2 foram díferentes estatisticamente, o que pode ser verificado pelos valores de F. Foi observada também neste caso influência significativa dos períodos ao longo das determinações, isto é, houve uma queda natural dos valores com o avanço da maturação e a elevação natural do teor de Fibra da variedade (STURION ε GEMENTE, 1981).

Por outro lado, a interação Períodos x Tratamentos não foi significativa, mostrando que para este coeficiente esses fatores não estão correlacionados no experimento.

A Figura 6 mostra as equações dos dois tratamentos e suas respectivas representações gráficas. Nela pode-se observar também, assim como para a Fibra % Cana, um valor baixo do coeficiente de determinação linear.

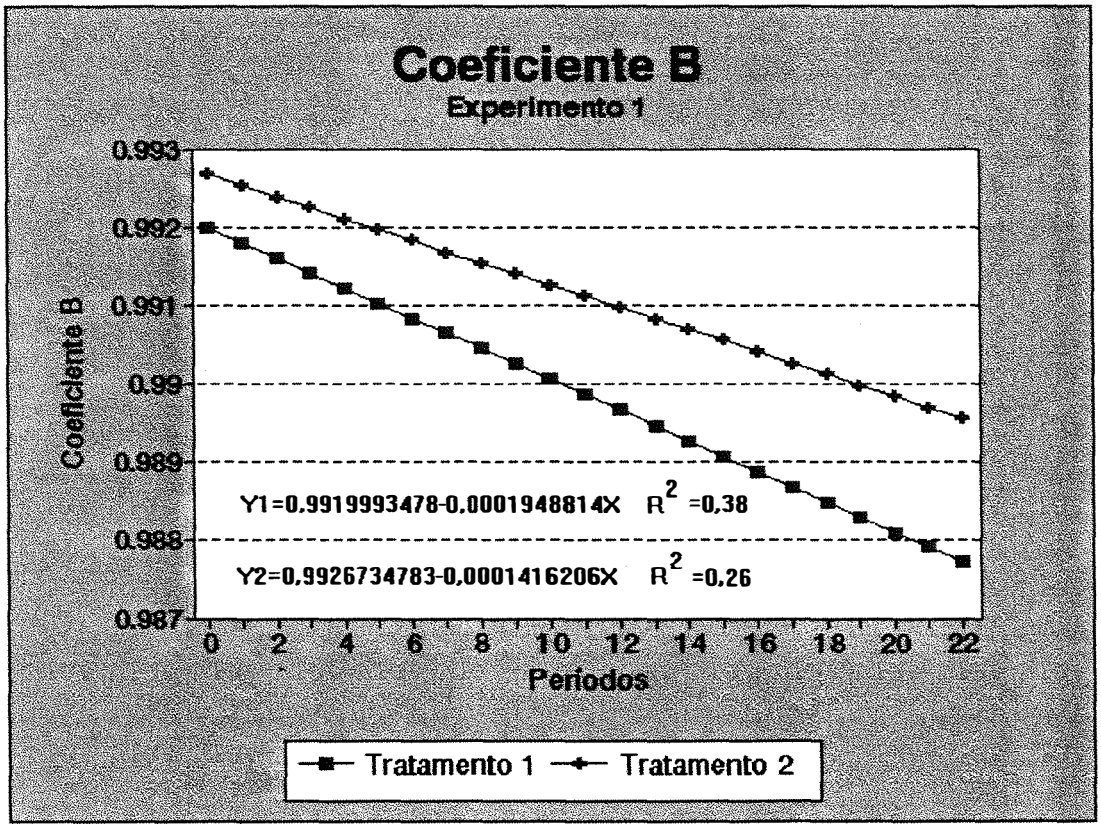

Figura 6: Regressão polinomial para o Coeficiente B em função dos períodos

4.1.5.2 Coeficiente S

Para este coeficiente, que faz parte da SPCTS como exigência para transformação da Pol do caldo extraído em Pol do caldo absoluto (Pol da Cana), foi evidenciada também diferença significativa entre os tratamentos pelo emprego do teste F (Tabela 5).

Graficamente, conforme a Figura 7, ao longo dos períodos foi notada a mesma tendência e basicamente o mesmo diferencial entre os tratamentos, que para o

Coeficiente B; isto porque ambos são calculados com base no teor de Fibra % Cana da amostra.

Este coeficiente desvaloriza a matéria-prima com o aumento da Fibra; isso faz com que as diferenças entre os Tratamentos 1 e 2 para o Brix da Cana e Pol da Cana sejam atenuadas, uma vez que, para o Tratamento 1, sempre os valores de Fibra % Cana foram maiores.

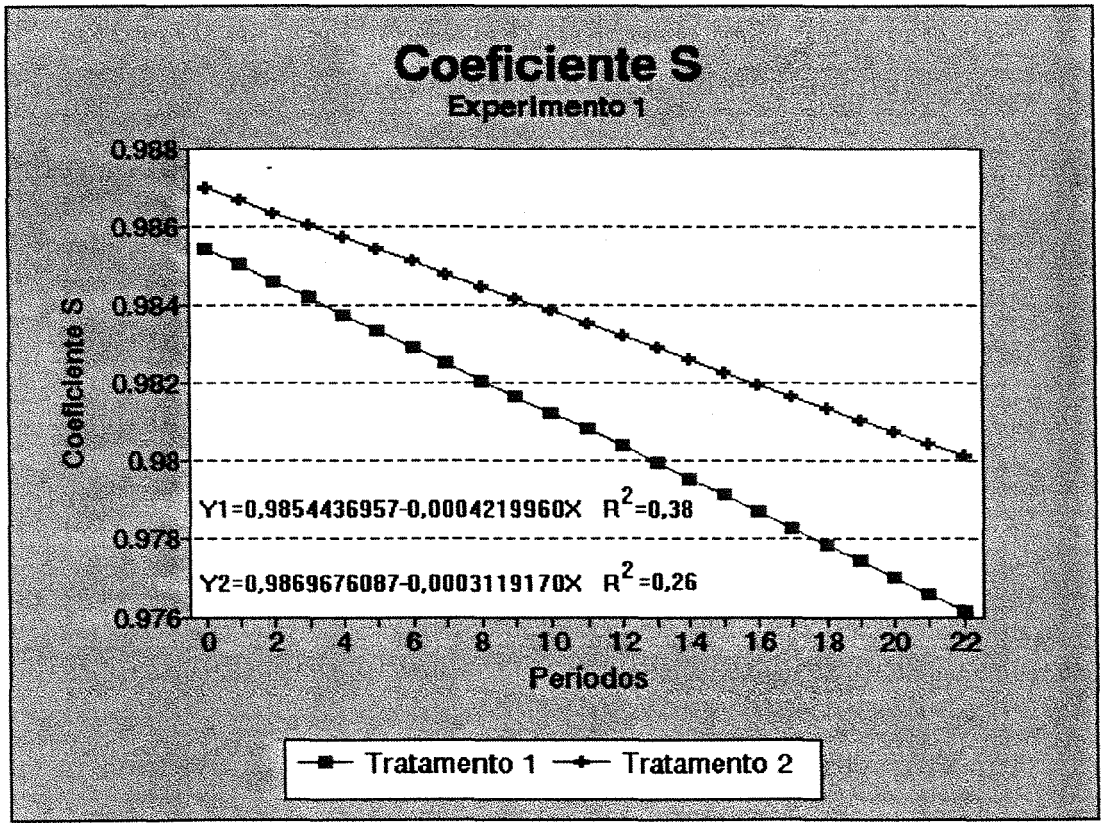

Figura 7: Regressão polinomial para o Coeficiente S em função dos períodos

4.1.6 Brix da Cana

O Tratamento 1 apresentou em todos os períodos valores superiores ao Tratamento 2 (Tabelas 1 e 2), havendo diferença significativa entre eles (Tabela 4); porém estas diferenças foram menores que para o Brix do caldo extraído, devido à correção pelo coeficiente de transformação do caldo extraído em caldo absoluto, uma vez que os valores de Fibra % Cana do Tratamento 2 foram menores que o Tratamento 1. A regressão polinomial aplicada aos períodos de amostragem mostrou ser o Brix da Cana uma função quadrática das épocas (Tabela 3).

Pela Tabela 4, pode-se verificar, que para o Brix da Cana também as maiores diferenças entre os tratamentos ocorreram a partir da 14ª amostragem. Nota-se também, pela Tabela 3, que dentro dos Tratamentos houve efeito de períodos, por motivo da maturação, e que com exceção do Período 7 e 8, em que os tratamentos não apresentaram diferença significativa, em todos os demais estes foram estatisticamente diferentes (Tabela 4).

A Figura 8 mostra as equações obtidas para os dois tratamentos, representadas graficamente, onde nota-se também que para o Brix da Cana, os valores de R^2 foram elevados.

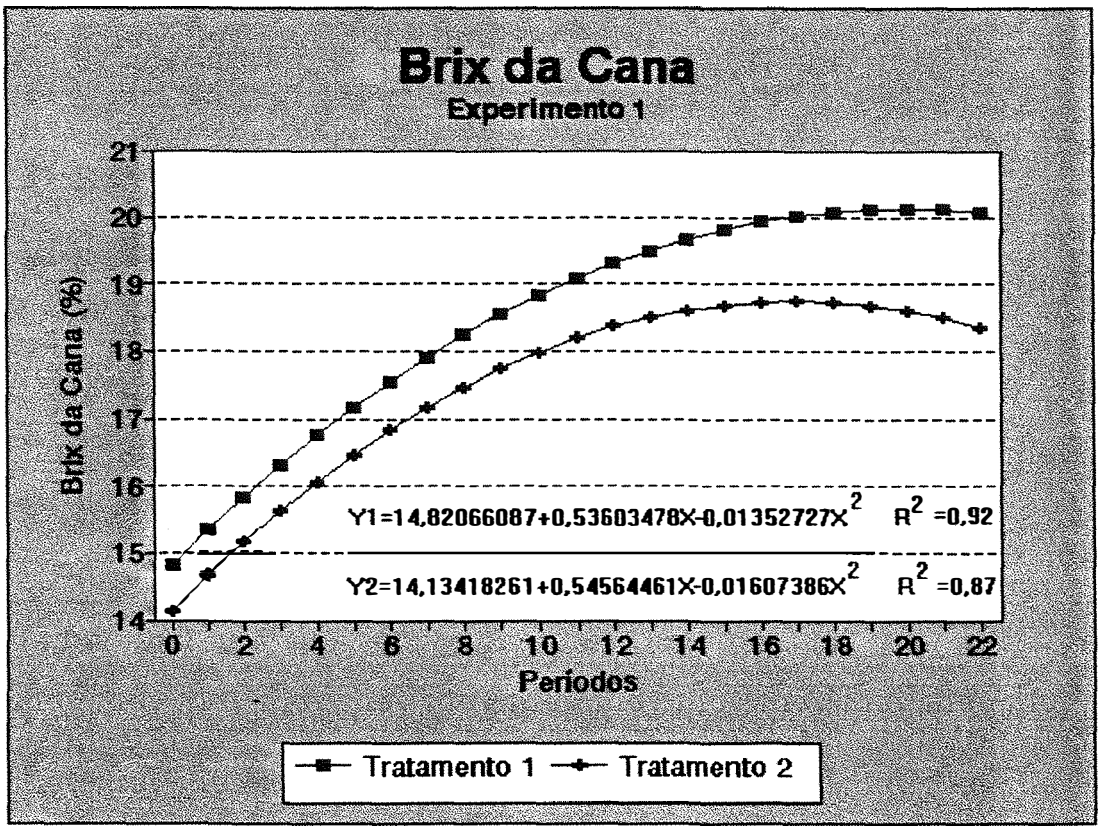

Figura 8: Regressão polinomial para o Brix da Cana em função dos períodos

4.1.7 Pol da Cana

Para a Pol da Cana foi observado o mesmo comportamento, em relação aos tratamentos, que para a Pol do caldo extraído. Isso se justifica pelo fato de os valores de Pol da Cana serem diretamente influenciados pelos valores de Pol do caldo extraído, Fibra % Cana e Coeficiente S, com os quais são calculados.

Pela Tabela 3, observa-se que dentro de cada tratamento houve diferença significativa ao longo dos períodos. Através do teste F, verificou-se ser a Pol da Cana uma função quadrática do período de amostragem.

Na Tabela 4, assim como para o Brix da Cana, nota-se que as diferenças entre os tratamentos foram maiores a partir do 14º Período (5 de setembro).

Neste período de análise, quando a UR do ar foi a mais baixa (50% - Tabela 1), a diferença da Pol entre os tratamentos foi de 1,91. No Período 0, 7 e 8 os tratamentos não diferiram estatisticamente, e no 9 e 10 foram diferentes ao nível de 5% apenas.

Através da Figura 9, assim como para o Brix da Cana, visualiza-se que as diferenças entre os Tratamentos foram menores do que para o Brix e Pol do caldo (Figura 4 e 5 respectivamente), devido ao emprego dos coeficientes de correlação, já discutidos, e pelo fato de a Fibra % Cana do Tratamento 2 ter sido menor em todos os períodos observados.

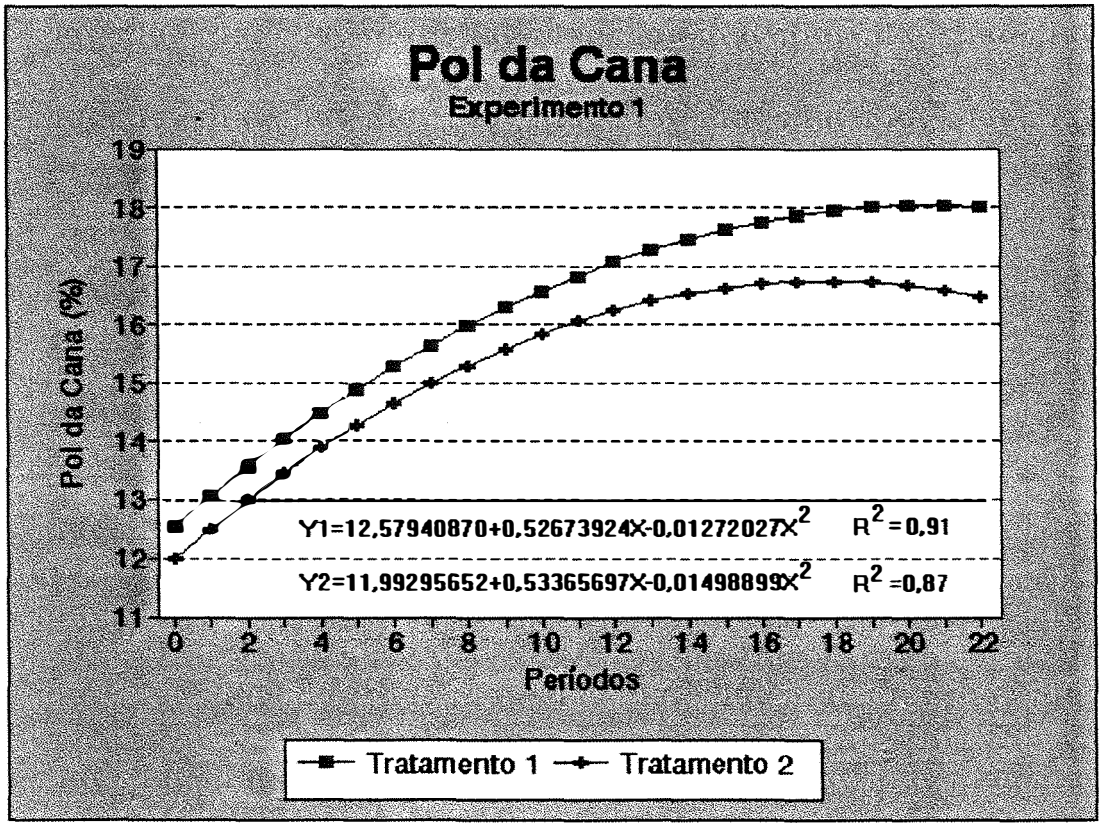

Figura 9: Regressão polinomial para Pol da Cana em função dos períodos

4.1.8 Ágio técnico

Para este dado, pelo qual basicamente se objetiva a SPCTS, foi observada também interação Período x Tratamento significativa ao nível de 1%.

Na Tabela 3, pode-se verificar que os dois tratamentos apresentaram função quadrática altamente significativa para os períodos de amostragem, sendo que as diferenças entre estes foram significativas a 1 % em todos os períodos de, com exceção dos Períodos 0, 7, 8 e 10, em que não foram significativas, comportamento semelhante ao apresentado para a Pol da Cana; para os Períodos 9, 11 e 12 (Tabela 4), a diferença foi significativa ao nível de 5%.

Na Figura 10, estão ilustradas graficamente as duas equações obtidas pela regressão polinomial; nota-se novamente que após o Período 14 as diferenças entre os tratamentos se acentuaram.

Observou-se também, pelos resultados obtidos, que para o Brix e Pol do caldo extraído, em todos os períodos, os tratamentos foram estatisticamente diferentes ao nível de 1%, o que já não aconteceu para Brix e Pol da Cana e Ágio técnico. Isso indica que com o avanço da metodologia de cálculo da SPCTS, partindo dos valores de caldo extraído e extrapolando-se para Cana, reduzem-se os efeitos pela redução do teor de umidade, ou seja, estas diferenças são atenuadas pelo emprego dos coeficientes de correlação em que são levados em conta os teores de Fibra % Cana da amostra.

Até certo ponto, essa conclusão contraria os resultados de STURION ε PARAZZI (1985), que mostram que o uso de um coeficiente médio fixo não compromete os valores de Pol da Cana.

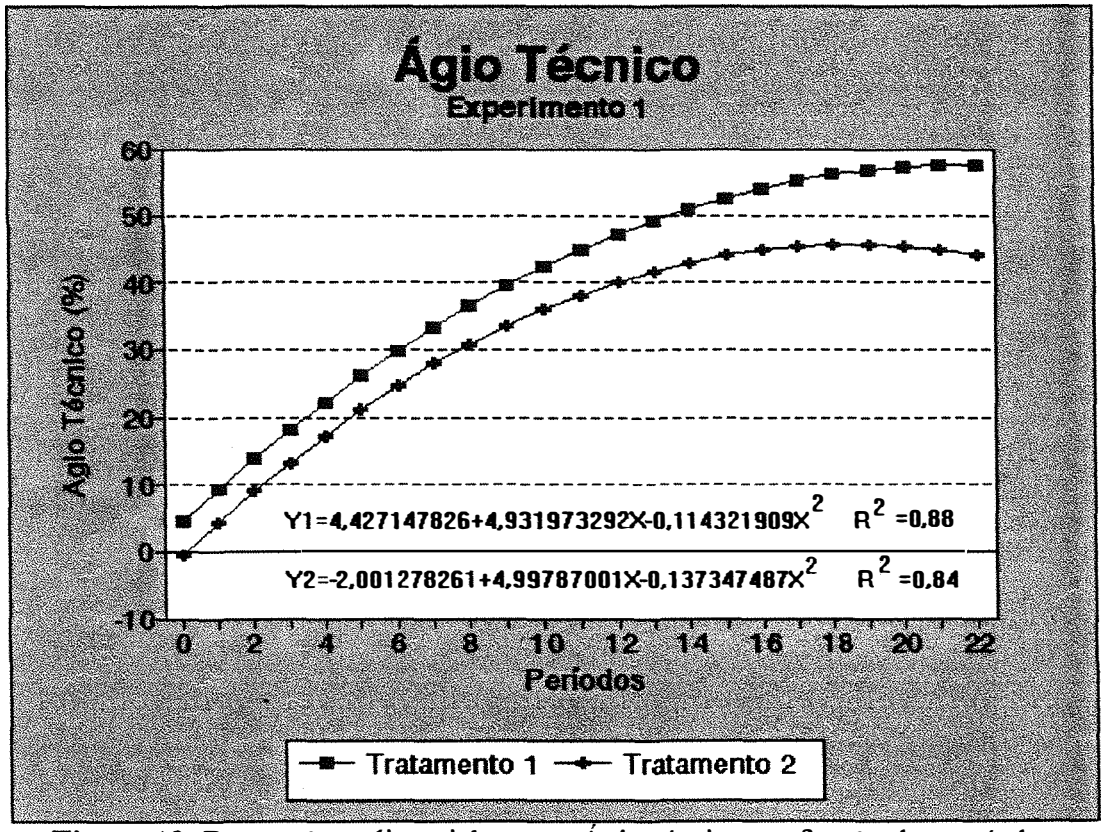

Figura 10: Regressão polinomial para o Ágio técnico em função dos períodos

4.2 Experimento 2

Os valores médios de cinco repetições dos parâmetros tecnológicos determinados nos períodos de amostragem estão dispostos nas Tabelas 6 e 7, para os Tratamentos 1 e 2 respectivamente.

Por estes dados é possível observar uma evolução dos parâmetros com o decorrer da safra. Ao comparar-se com os dados das Tabelas 1 e 2, verifica-se uma regularidade dos dados dos Tratamentos 1 dos dois experimentos.

Neste segundo ensaio, em nenhuma das variáveis analisadas estatisticamente foi possível detectar interação significativa entre Períodos e Tratamentos, portanto é possível afirmar, neste caso, que as variáveis não apresentaram o mesmo comportamento dentro dos tratamentos com o decorrer dos períodos. Os valores de F obtidos pela análise de variância para os parâmetros tecnológicos estão dispostos na Tabela 8. Assim como no Experimento 1, as diferenças significativas foram confirmadas apenas pelo valor de F, pois sendo apenas dois tratamentos torna-se desnecessária a aplicação de um teste de comparação de médias.

Tabela 6: Dados médios obtidos ao longo dos períodos de amostragem para o Tratamento 1

Experimento 2 - Tratamento 1 (SPCTS - Normal)														
Período/ Data	Umidade% Cana	PBU	Fibra % Cana	Brix Caldo	Pol Caldo	Pza Caldo	Coef. B	Brix Cana	Coef. S	Pol Cana	Pza Cana	Fator Recup.	Ágio técnico	UR ar (%)
0- 30/5	75.14	102.64	7.23	16.32	13.59	83.31	0.9939	15.05	0.9897	12.48	81.26	0.9924	1.09	92
1- 6/6	73.50	112.16	8.68	17.94	15.46	86.16	0.9901	16.22	0.9814	13.85	84.88	1.0249	15.89	85
2- 13/6	74.92	105.30	7.64	17.64	15.39	87.26	0.9929	16.18	0.9874	14.04	85.15	1.0365	18.73	77
3- 20/6	74.34	108.20	8.08	18.06	15.72	87.00	0.9917	16.46	0.9849	14.23	85.13	1.0339	20.02	80
4- 27/6	73.58	108.74	8.16	18.66	16.06	86.07	0.9915	16.99	0.9844	14.52	85.10	1.0241	21.30	80
5- 4/7	73.24	111.40	8.56	18.68	16.59	88.82	0.9905	16.92	0.9821	14.90	87.89	1.0525	27.94	80
6- 11/7	73.16	108.38	8.11	19.12	17.11	89.48	0.9917	17.43	0.9847	15.49	88.40	1.0590	33.85	81
7- 18/7	71.92	115.90	9.25	19.70	17.82	90.44	0.9886	17.67	0.9781	15.81	89.02	1.0684	37.85	81
8- 25/7	71.68	114.94	9.10	19.86	17.97	90.50	0.9890	17.85	0.9790	15.99	89.57	1.0689	39.47	81
9- 1/8	72.12	113.42	8.87	20.48	18.66	91.11	0.9896	18.47	0.9803	16.67	90.34	1.0749	46.16	74
10- 10/8	72.08	115.48	9.19	20.28	17.74	87.50	0.9888	18.21	0.9785	15.77	86.01	1.0390	33.68	75
11- 15/8	71.26	114.94	9.10	20.72	18.34	88.49	0.9890	18.63	0.9790	16.32	87.01	1.0492	39.68	74
12- 22/8	70.84	112.38	8.71	21.24	18.54	87.30	0.9900	19.20	0.9812	16.61	85.79	1.0370	40.52	72
13-29/8	71.14	111.68	8.61	21.06	18.74	88.99	0.9903	19.06	0.9818	16.82	88.49	1.0542	44.62	74
14- 5/9	68.32	111.28	8.55	21.82	19.31	88.48	0.9905	19.76	0.9821	17.34	87.61	1.0491	48.43	77
15- 12/9	68.54	114.69	9.07	22.06	19.58	88.77	0.9891	19.84	0.9792	17.43	87.92	1.0518	49.61	66
16- 19/9	67.35	116.45	9.33	22.14	20.39	92.08	0.9884	19.84	0.9776	18.07	89.83	1.0838	59.82	74
17-26/9	67.28	115.62	9.21	22.58	20.45	90.57	0.9887	20.27	0.9784	18.17	89.66	1.0697	58.54	74
18- 3/10	66.60	119.50	9.80	22.90	21.09	92.09	0.9871	20.39	0.9750	18.55	90.75	1.0841	64.01	77
19-10/10	66.54	119.46	9.79	23.08	21.38	92.64	0.9871	20.55	0.9750	18.81	90.69	1.0893	67.13	86
20-17/10	67.16	119.04	9.73	22.60	20.91	92.52	0.9873	20.14	0.9754	18.41	91.66	1.0882	63.45	87
21-24/10	67.78	118.86	9.70	22.08	20.36	92.23	0.9874	19.69	0.9755	17.94	90.59	1.0854	58.87	76
22-31/10	67.86	125.98	10.78	21.68	19.76	91.15	0.9844	19.04	0.9693	17.09	89.59	1.0753	49.91	84
Média	70.71	113.76	8.92	20.46	18.30	89.26	0.9895	18.43	0.9800	16.32	87.93	1.0562	40.89	78.56

Tabela 7: Dados médios obtidos ao longo dos períodos de amostragem para o Tratamento 2

Experimento 2 - Tratamento 2 (SPCTS - Modificado)														
Peri-odo/ Data	Umida de% Cana	PBU	Fibra % Cana	Brix Cal-do	Pol Cal-do	Pza Cal-do	Coef. B	Brix Ca-na	Coef. S	Pol Ca-na	Pza Ca-na	Fator Recup.	Ágio téc-nico	UR ar (%)
0- 30/5	75.28	103.83	7.42	15.98	13.05	81.65	0.9934	14.70	0.9887	11.94	82.95	0.9739	-5.00	92
1- 6/6	73.38	113.04	8.82	17.92	15.35	85.67	0.9898	16.18	0.9806	13.73	85.40	1.0198	14.25	85
2- 13/6	74.90	107.58	7.98	17.42	14.93	85.72	0.9920	15.90	0.9854	13.54	86.78	1.0203	12.70	77
3- 20/6	74.52	107.12	7.92	18.20	15.59	85.68	0.9921	16.63	0.9858	14.15	86.40	1.0192	17.73	80
4- 27/6	73.98	108.32	8.10	18.60	15.94	85.70	0.9917	16.95	0.9847	14.42	85.45	1.0199	20.01	80
5- 4/7	73.48	109.68	8.30	18.42	16.32	88.57	0.9911	16.74	0.9836	14.71	88.06	1.0499	26.08	80
6- 11/7	73.38	107.50	7.97	18.96	16.88	88.99	0.9920	17.31	0.9855	15.31	88.85	1.0542	31.68	81
7- 18/7	72.38	112.24	8.69	19.62	17.62	89.82	0.9901	17.74	0.9813	15.79	89.47	1.0624	36.85	81
8- 25/7	72.18	115.78	9.23	19.72	17.85	90.53	0.9886	17.70	0.9782	15.85	89.58	1.0693	38.27	81
9- 1/8	72.26	113.14	8.83	20.34	18.55	91.19	0.9898	18.36	0.9805	16.58	90.25	1.0756	45.49	74
10- 8/8	72.34	114.46	9.03	20.20	17.55	86.88	0.9892	18.18	0.9794	15.63	86.58	1.0325	31.71	75
11- 15/8	71.76	111.88	8.64	20.70	18.17	87.77	0.9902	18.73	0.9816	16.30	87.59	1.0419	38.53	74
12-22/8	71.30	115.16	9.14	21.22	18.39	86.69	0.9889	19.07	0.9787	16.36	86.52	1.0305	37.53	72
13-29/8	71.48	109.14	8.22	20.84	18.58	89.15	0.9914	18.96	0.9840	16.78	88.22	1.0557	44.50	74
14- 5/9	68.91	109.20	8.23	21.68	19.14	88.26	0.9913	19.73	0.9840	17.28	87.73	1.0469	47.60	77
15- 12/9	68.88	112.61	8.75	21.88	19.41	88.72	0.9870	19.76	0.9810	17.38	87.87	1.0514	49.07	66
16- 19/9	67.77	120.93	10.01	22.10	20.11	91.01	0.9865	19.62	0.9737	17.62	91.08	1.0739	54.42	74
17-26/9	67.69	117.12	9.43	22.42	20.33	90.68	0.9881	20.06	0.9771	17.99	89.62	1.0708	57.17	74
18- 3/10	67.06	117.56	9.50	22.80	20.93	91.80	0.9880	20.39	0.9767	18.50	90.95	1.0813	63.19	77
19-10/10	67.22	117.76	9.53	23.12	21.21	91.74	0.9879	20.66	0.9765	18.74	91.50	1.0809	65.23	86
20-17/10	67.70	116.60	9.36	22.44	20.80	92.68	0.9883	20.10	0.9775	18.43	91.40	1.0895	63.79	87
21-24/10	68.18	116.74	9.38	22.00	20.15	91.60	0.9883	19.70	0.9774	17.85	91.12	1.0795	57.22	76
22-31/10	68.34	122.46	10.25	21.54	19.56	90.84	0.9859	19.06	0.9724	17.07	89.76	1.0722	49.36	84
Média	71.06	113.04	8.81	20.35	18.10	88.75	0.9896	18.36	0.9806	16.17	88.40	1.0509	39.02	78.56

Tabela 8: Valores de F observados para os parâmetros tecnológicos do Experimento 2

Causa de Variação	Graus de liberdade	Umidade % Cana	Fibra % Cana	Brix do caldo extraído	Pol do caldo extraído	Pureza do caldo extraído	Coeficiente B	Coeficiente S	Brix da Cana	Pol da Cana	Pureza da Cana	Fator de Recupera-ção	Ágio técnico
Período	22	469,45**	20,06**	490,76**	484,68**	51,63**	19,46**	20,10**	282,96**	324,98**	46,80**	49,67**	260,49**
Linear	(1)	9361,33**	310,15**	9650,48**	9548,72**	716,77**	300,23**	160,70**	5399,37**	6256,74**	618,65**	681,71**	4949,35**
Quadr.	(1)	2,30 ns.	1,05 ns.	656,37**	473,04**	21,59**	1,46 ns.	0,0035 ns.	493,80**	430,29**	24,01**	29,02**	271,01**
Tratamento	1	41,48**	2,53 ns.	9,57**	23,91**	11,44**	2,44 ns.	50,70**	3,30 ns.	12,76**	10,37**	11,22**	16,29**
Trat. x Período	22	0,56 ns.	0,96 ns.	0,35 ns.	0,31 ns.	0,53 ns.	0,96 ns.	0,97 ns.	0,44 ns.	0,61 ns.	0,64 ns.	0,55 ns.	0,61 ns.
Resíduo	184												
Total	229												

** significativo a 1%, ns.: não significativo

4.2.1 Umidade % Cana

Através da Tabela 8,pode-se notar,pelo valor de F, que os tratamentos apresentaram diferença significativa ao nível de 1% em relação à Umidade % Cana.

A regressão polinomial aplicada aos períodos de amostragem mostrou que a Umidade % Cana, neste caso, é uma função linear de época (Figura 11) para ambos os tratamentos. Independentemente deste fato, pode-se observar que os valores do coeficiente de correlação linear foram altos para este parâmetro.

Apesar de os tratamentos terem sido diferenciados estatisticamente, a comparação entre Figura 11 e 2 revela que as perdas do teor de umidade conseguiram ser reduzidas em grande parte. Diante destes resultados, fica evidente que o acoplamento desintegrador-betoneira foi eficaz na redução da perda do teor de umidade por parte dos colmos, no momento do preparo da amostra.

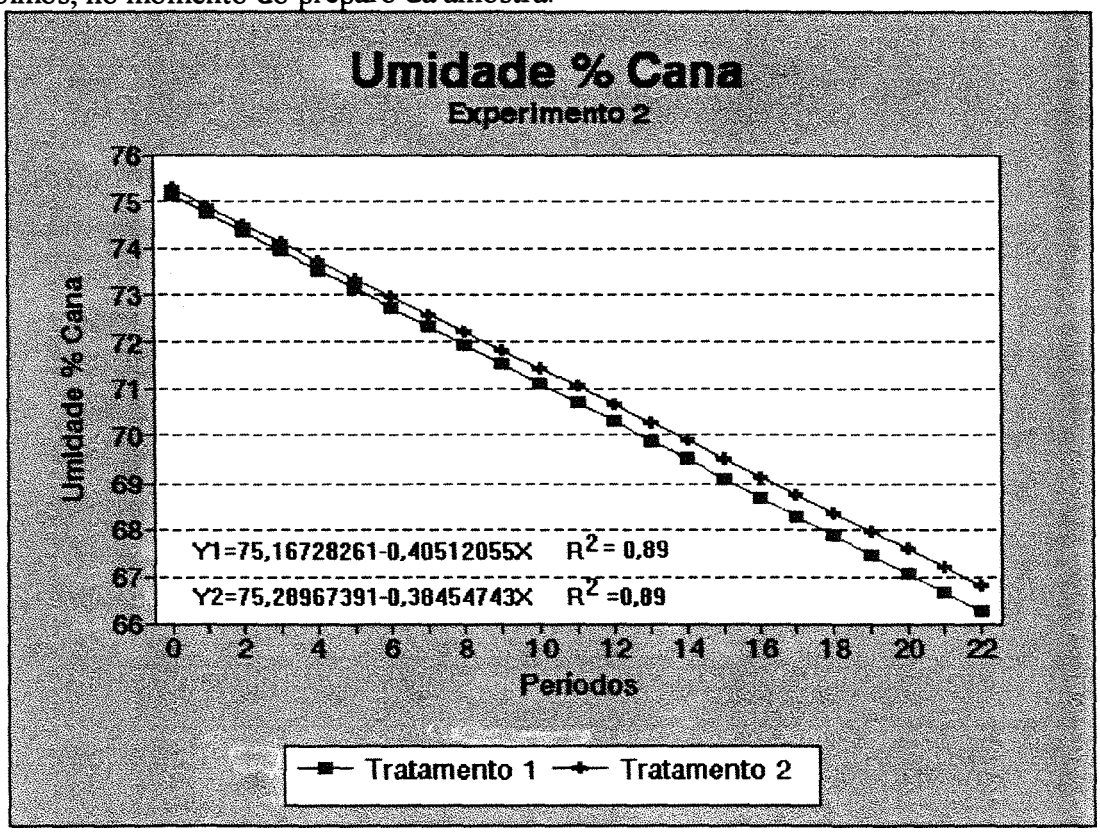

Figura 11: Regressão polinomial para Umidade % Cana em função dos períodos

4.2.2 Fibra % Cana

Para o parâmetro Fibra % Cana a análise de variância revelou que esta variável apresentou efeito significativo para Períodos, sendo este representado por uma função linear (Tabela 8).

Quanto aos tratamentos, estes não apresentaram diferença significativa, podendo-se dizer que o Tratamento 2 evitou uma variação no teor de Fibra para este ensaio, devido ao preparo da amostra.

As equações de regressão polinomial para os Tratamentos 1 e 2 estão representadas graficamente através da Figura 12. Para ambos os Tratamentos as equações mostraram um R^2 baixo, o que revela que para este parâmetro o modelo aplicado apresenta baixa correlação com a realidade da SPCTS.

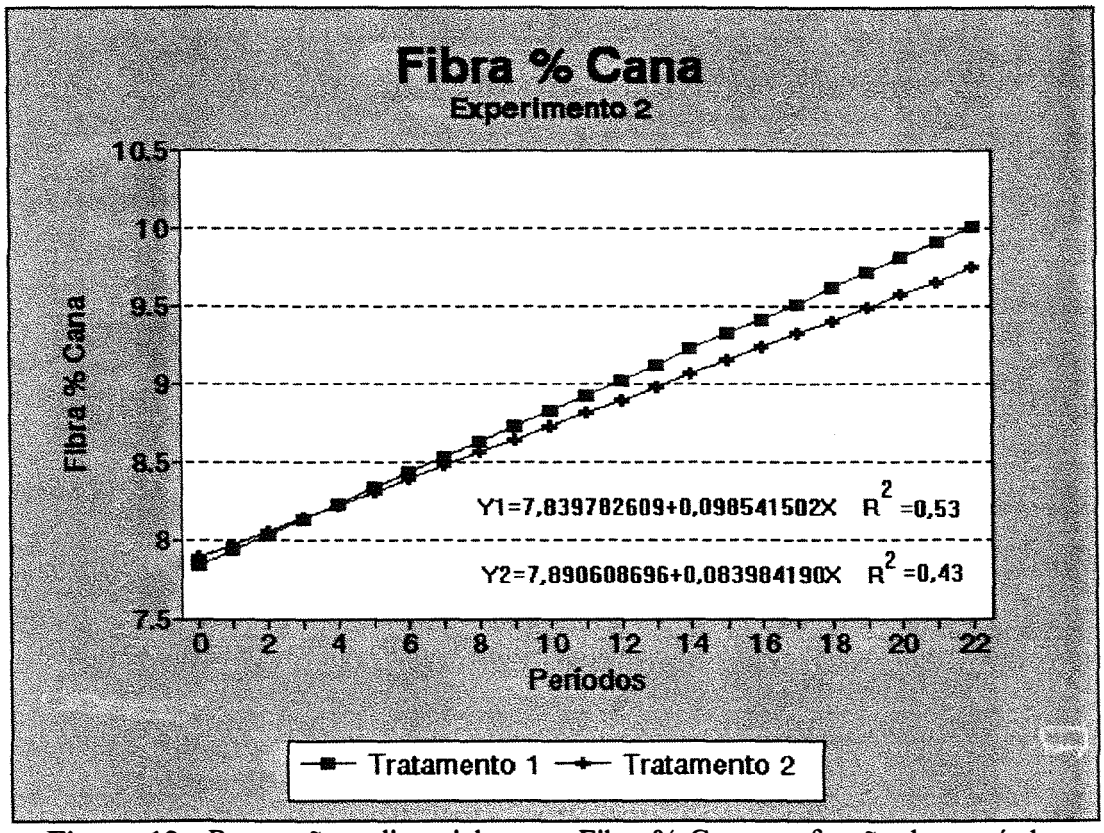

Figura 12: Regressão polinomial para a Fibra % Cana em função dos períodos

4.2.3 Brix do caldo extraído

A análise dos dados obtidos para o Brix do caldo extraído permitiu verificar, pelos valores de F, que estatisticamente o teor de sólidos solúveis apresentou efeito significativo para Tratamentos e Período, representado por uma função quadrática (Tabela 8).

Apesar de os tratamentos diferirem entre si, ao se comparar a Figura 13 com a Figura 4 (Experimento 1), observa-se que neste ensaio as diferenças entre os Tratamentos 1 e 2 foram muito pequenas, apresentando curvas simétricas. Depreende-se daí que o Tratamento 2 (Experimento 2) reduziu as perdas do teor de umidade no preparo da amostra e o efeito destas sobre o Brix do caldo extraído, mas não conseguiu fazer desaparecer este efeito.

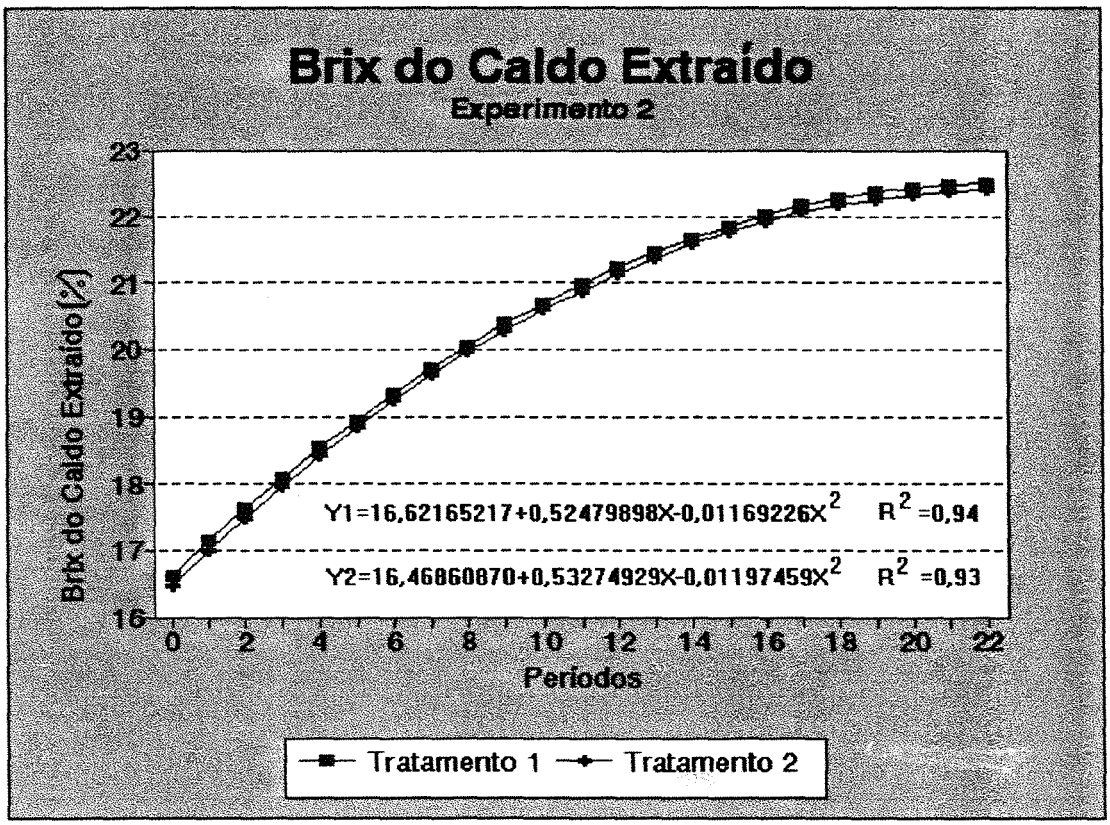

Figura 13: Regressão polinomial para o Brix do caldo extraído em função dos períodos

4.2.4 Pol do caldo extraído

De acordo com os dados apresentados na Tabela 8, para a Pol do caldo extraído, pôde-se observar que para este parâmetro os tratamentos apresentaram efeito significativo ao nível de 1% para os Períodos de amostragem, sendo este representado por uma equação de 2º grau; significativa ao nível de 1%. Os tratamentos, assim como para o Brix do caldo extraído, diferiram estatisticamente entre si, o que pode ser comprovado pelos valores de F.

O gráfico representado na Figura 14 mostra o quanto os Tratamentos 1 e 2 foram constantes ao longo dos períodos; do mesmo modo que para o Brix do caldo extraído nota-se uma simetria, apesar de serem maiores os valores do Tratamento 1 em relação ao Tratamento 2. Assim, pode-se afirmar que, mesmo com as oscilações da UR do ar, o tampão na entrada da betoneira manteve a mesma perda do teor de umidade pelo preparo. Deduz-se também, com base nos dados obtidos, que o Tratamento 2 diminuiu a influência da redução do teor de umidade sobre um aumento na concentração de sacarose aparente em peso, mas não a solucionou.

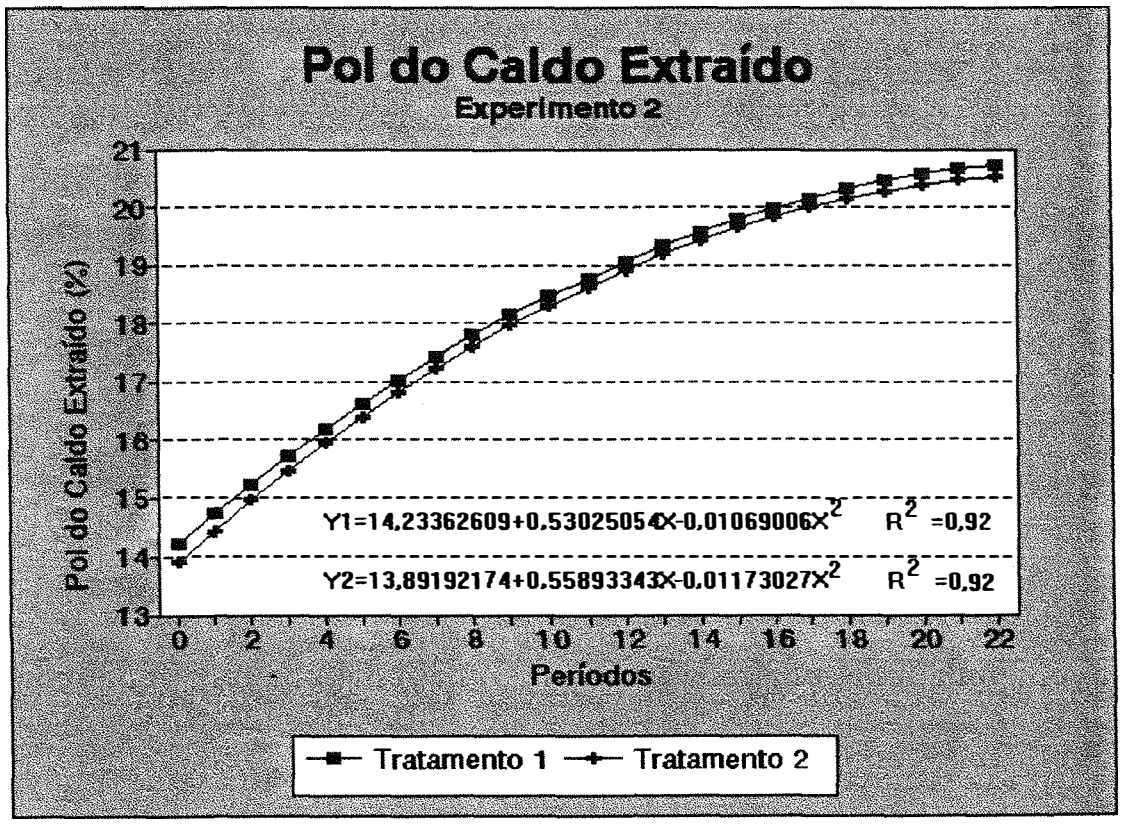

Figura 14: Regressão polinomial para a Pol do caldo extraído em função dos períodos

4.2.5 Pureza aparente do caldo extraído

A Pureza, que consiste na relação percentual entre a Pol e o Brix do caldo extraído, constitui-se em um dos índices largamente empregados no julgamento da maturação e qualidade da cana-de-açúcar, com vista a sua industrialização (SARANIN, 1975; STUPIELLO, 1987).

No Experimento 1 assumiu-se, para efeito de cálculo, que a Pureza do caldo extraído e da cana, permaneceriam constantes com a redução do teor de umidade pelo preparo, contudo esse fato não foi plenamente observado.

Neste ensaio notou-se que a Pureza diferiu pela redução do teor de umidade, apesar de o acoplamento desintegrador-betoneira ter sido aplicado (Tratamento

2), o que pode ser comprovado pelos resultados apresentados na Tabela 8. Foi evidenciado também um comportamento diferente para os tratamentos com o decorrer dos períodos. Para o Tratamento 1, a Pureza foi uma função linear, com valores crescentes com o avanço da maturação. O Tratamento 2 apresentou uma função quadrática, mais coerente e próxima da realidade quando se trabalha com qualidade tecnológica e maturação da cana-de-açúcar (Figura 15).

Pela metodologia de cálculo empregada no Experimento 1, sendo a Pureza aumentada pela perda do teor de umidade (mostrada pelo Experimento 2), a valorização irreal da matéria-prima pode ser ainda maior do que a obtida para o Experimento 1, principalmente no início e final de safra, quando as diferenças entre os tratamentos foram mais acentuadas.

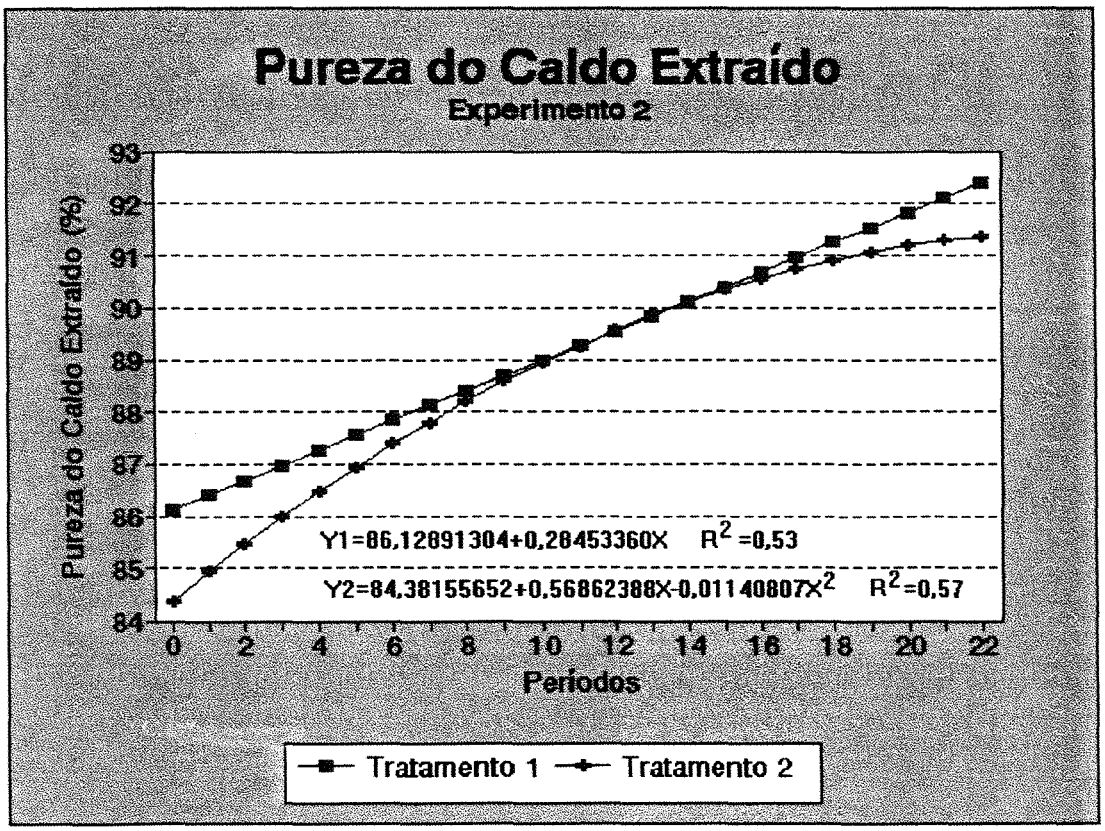

Figura 15: Regressão polinomial para Pureza do caldo extraído em função dos períodos

4.2.6 Coeficientes de Transformação

4.2.6.1 Coeficiente B

O Coeficiente B não mostrou diferença significativa pela perda de umidade, de acordo com o teste F e seu valor apresentado na Tabela 8. Em parte este resultado era esperado, uma vez que a Fibra % Cana também não foi influenciada pelo efeito de tratamento, e este coeficiente é calculado baseado no valor desta.

A regressão polinomial aplicada aos dados mostrou ser esta variável uma função linear para os períodos de amostragem ao longo da safra e que a diferença entre os tratamentos acentuou-se após o 13º Período (Figura 16). Estas equações tiveram também, assim como para a Fibra % Cana, um baixo R^2.

Do ponto de vista da SPCTS, este dado é irrelevante, uma vez que não é parte integrante de suas normas.

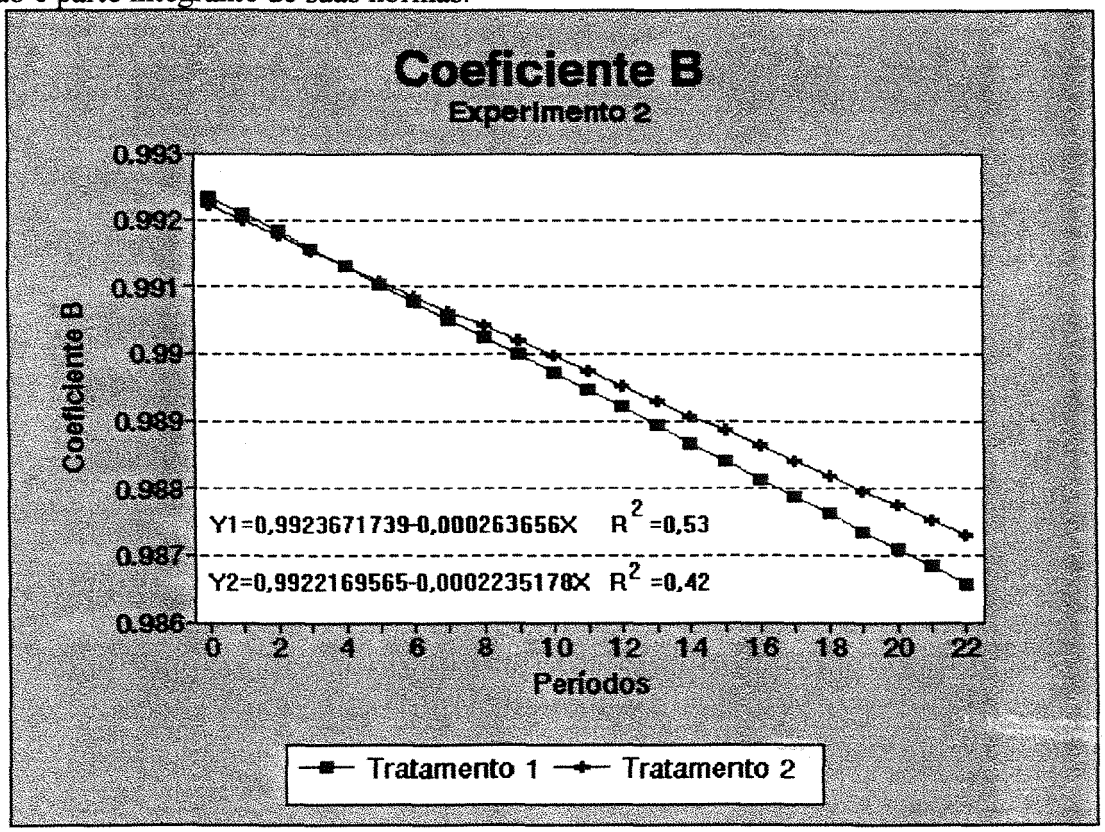

Figura 16: Regressão polinomial para o Coeficiente B em função dos períodos

4.2.6.2 Coeficiente S

Para o Coeficiente S, ao contrário do observado para o Coeficiente B, foi evidenciada diferença significativa entre os Tratamentos 1 e 2 (Tabela 8), apesar de a Fibra % Cana neste experimento não ter apresentado este comportamento. Isso é importante uma vez que este coeficiente é parte integrante da SPCTS e pode evidentemente afetar o cálculo da Pol da Cana, elevando em maior escala os valores observados para o Tratamento 1. A Figura 17 ilustra graficamente as equações lineares para os dois tratamentos analisados neste experimento.

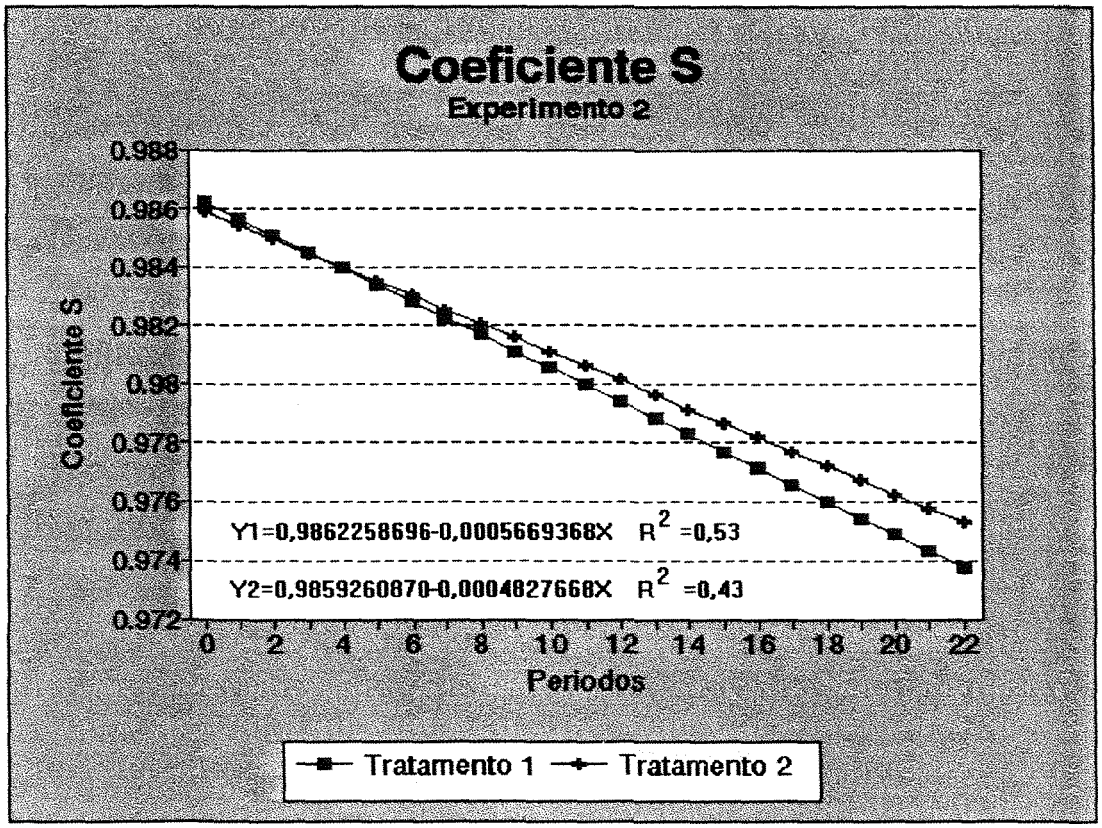

Figura 17: Regressão polinomial para o Coeficiente S em função dos períodos

4.2.7 Brix da Cana

Pela análise estatística do Brix da Cana, representada pela Tabela 8, é possível verificar que não houve efeito significativo de tratamento.

Este resultado demonstra, até certo ponto, o quanto os coeficientes de transformação afetam o cálculo de outros parâmetros em que são empregados, uma vez que o Coeficiente B também não apresentou diferença significativa.

Assim como para o Brix e Pol do caldo extraído, a regressão polinomial aplicada aos períodos de amostragem mostrou que o Brix da Cana é uma função quadrática para épocas, tendo as curvas apresentado comportamento simétrico, praticamente sobrepostas (Figura 18).

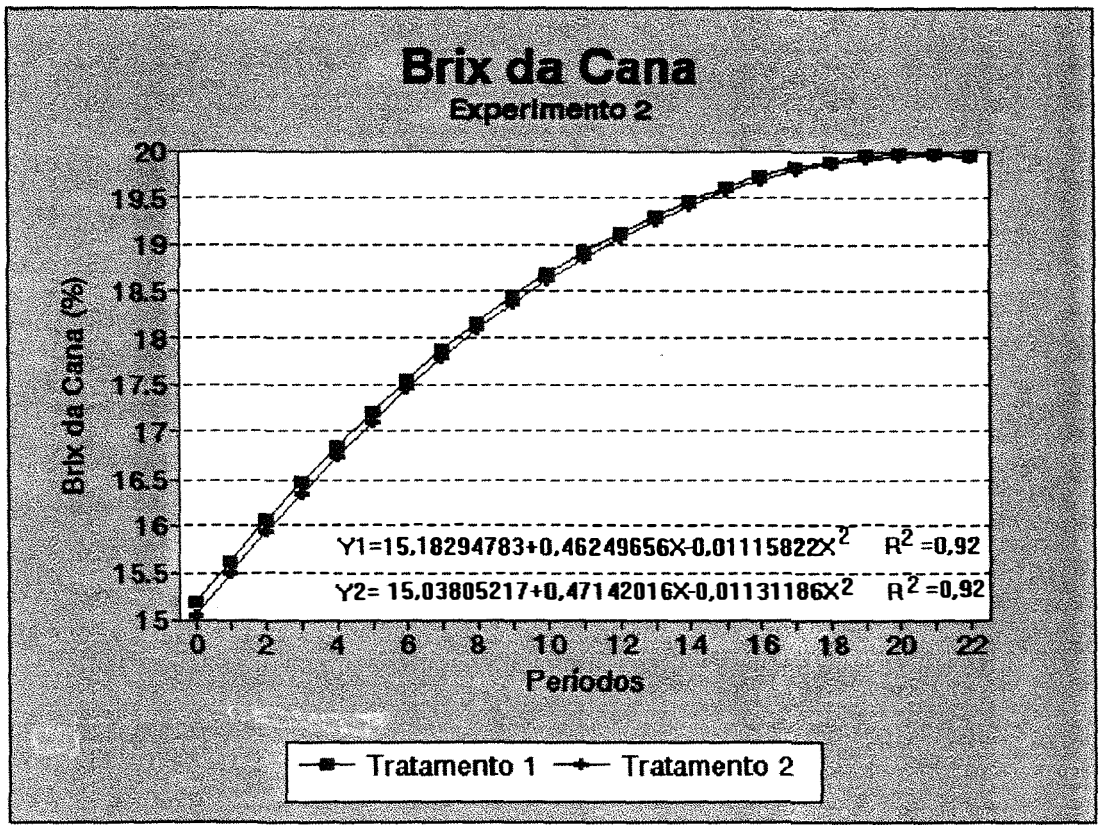

Figura 18: Regressão polinomial para o Brix da Cana em função dos periodos

4.2.8 Pol da Cana

Para a Pol da Cana, parâmetro tecnológico em que se alicerça a SPCTS, foi observado que os Tratamentos 1 e 2 diferiram entre si ao nível de 1% de significância (Tabela 8), o que vale dizer que o Tratamento 2 possibilitou uma menor valorização da matéria-prima pela perda do teor de umidade em relação ao Tratamento 1.

Da mesma maneira que para o Brix e Pol do caldo extraído, pode-se afirmar que neste ensaio o acoplamento, caracterizando o Tratamento 2, diminuiu o efeito pela perda do teor de umidade, mas não o evitou completamente. Isto pode ser evidenciado pela comparação entre a Figura 19 e a Figura 9.

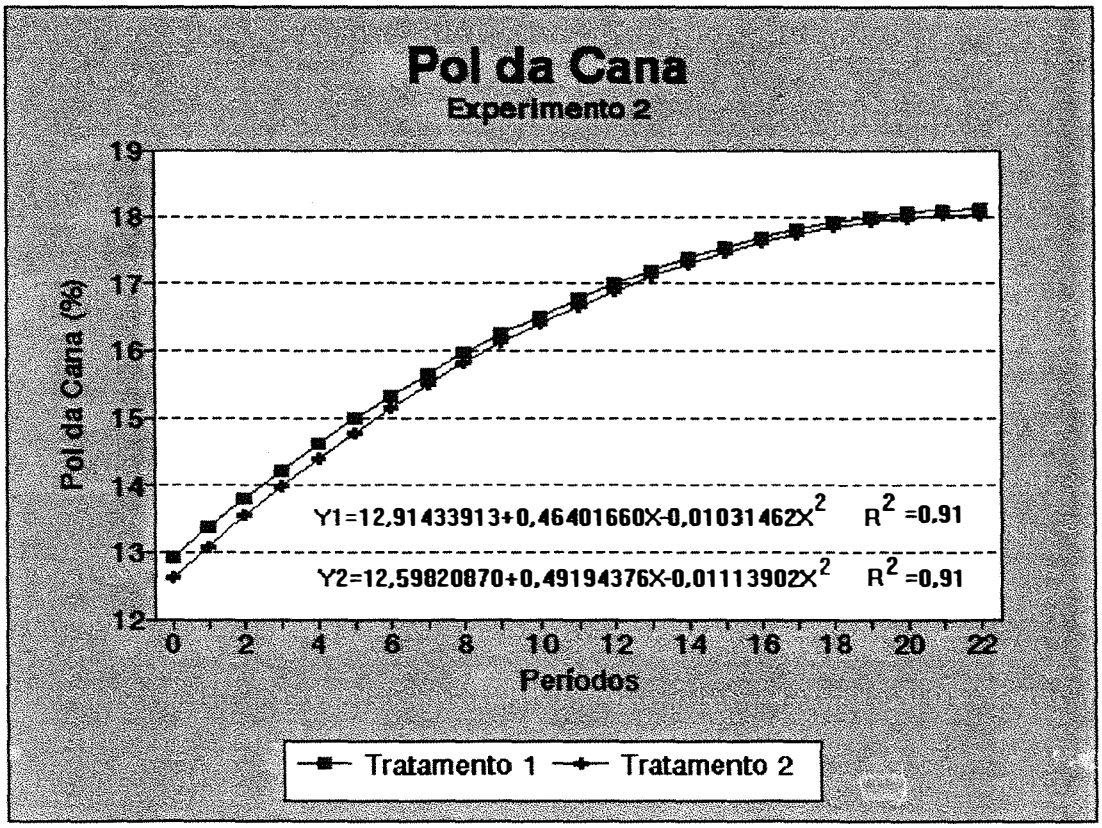

Figura 19: Regressão polinomial para a Pol da Cana em função dos períodos

4.2.9 Pureza da Cana

Os resultados da análise estatística para a Pureza da Cana estão na Tabela 8. Basicamente as mesmas discussões feitas para Pureza do caldo extraído são válidas, ou seja, os tratamentos diferiram entre si e as equações de regressão mostraram efeito linear e quadrático, respectivamente para os Tratamentos 1 e 2, de acordo com o que ilustra a Figura 20.

Pode-se dizer pelos dados analisados que, apesar do Brix da Cana ter sido influenciado pela redução das perdas do teor de umidade e de seus efeitos pelo Tratamento 2, este conseguiu provocar uma diferença quando no cálculo da Pureza da Cana.

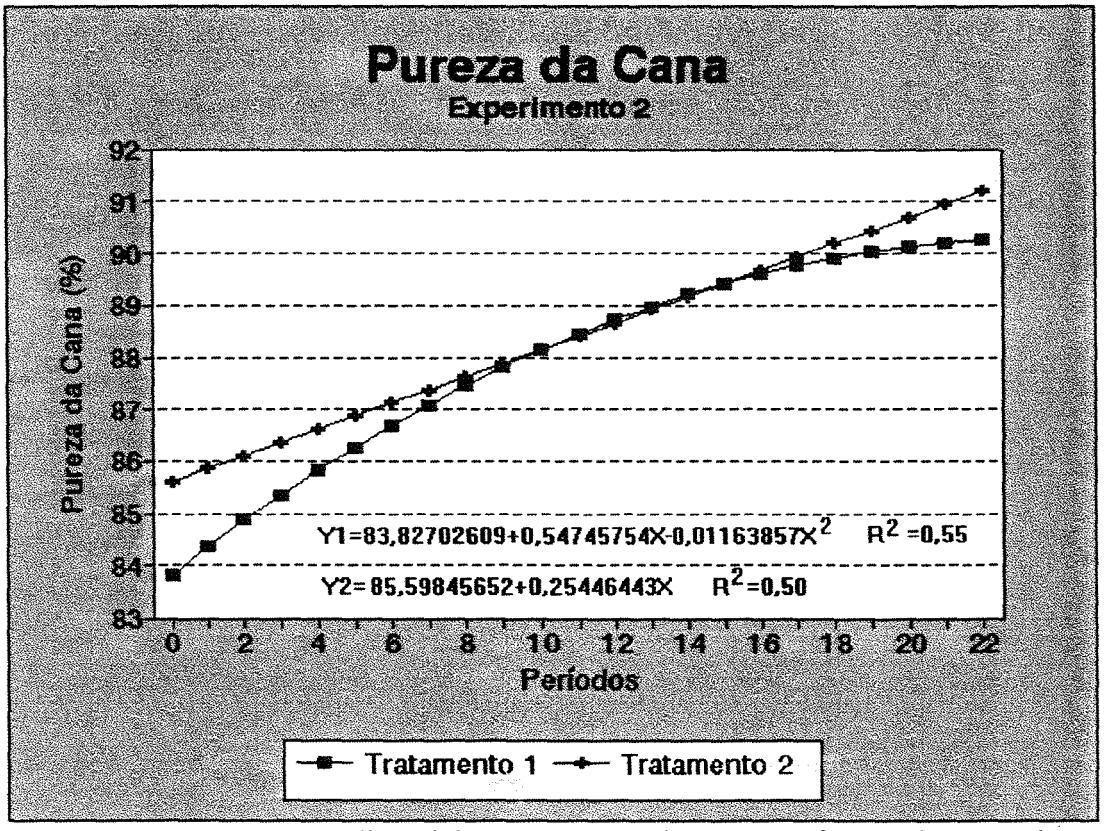

Figura 20: Regressão polinomial para a Pureza da Cana em função dos períodos

Uma vez que os tratamentos diferiram para a Pureza da Cana e que o valor de F para o efeito de tratamento foi mais alto para a Pol da Cana que para o Brix da Cana, é válido afirmar também que a perda de umidade afeta em maior grau a Pol da Cana que o Brix da Cana.

4.2.10 Fator de recuperação

A importância deste fator é a de indicar a facilidade com que o açúcar presente na cana pode ser extraído e recuperado com qualidade aceitável.

O Fator de recuperação representa uma recuperação teórica da sacarose contida na cana na seção de cozimento da indústria, e é o último passo, depois de obtido o valor da Pol da Cana, na seqüência de cálculos para se chegar ao ágio determinante sobre o preço base da tonelada de cana. Este fator é calculado baseado unicamente no valor da Pureza do caldo extraído; dessa maneira seus valores dependem exclusivamente desta.

Pela Tabela 8, nota-se que os resultados estatísticos evidenciaram uma diferença significativa entre os tratamentos; assim como para a Pureza do caldo extraído e Pureza da Cana, verificou-se que o Tratamento 1 foi representado por uma função linear dos períodos e o Tratamento 2 por uma função quadrática (Figura 21).

Pode-se concluir também que o maior comprometimento da sistemática de pagamento, dentro deste contexto, ocorre principalmente no início e final da safra (Figura 21), quando os meses são mais secos ou quentes, fazendo com que a umidade relativa do ar normalmente seja mais baixa (TUBELIS & NASCIMENTO, 1988). Fica assim evidente que o efeito da umidade relativa do ar baixa sobre este parâmetro se concentrou entre os períodos 8 e 16 (Figura 21).

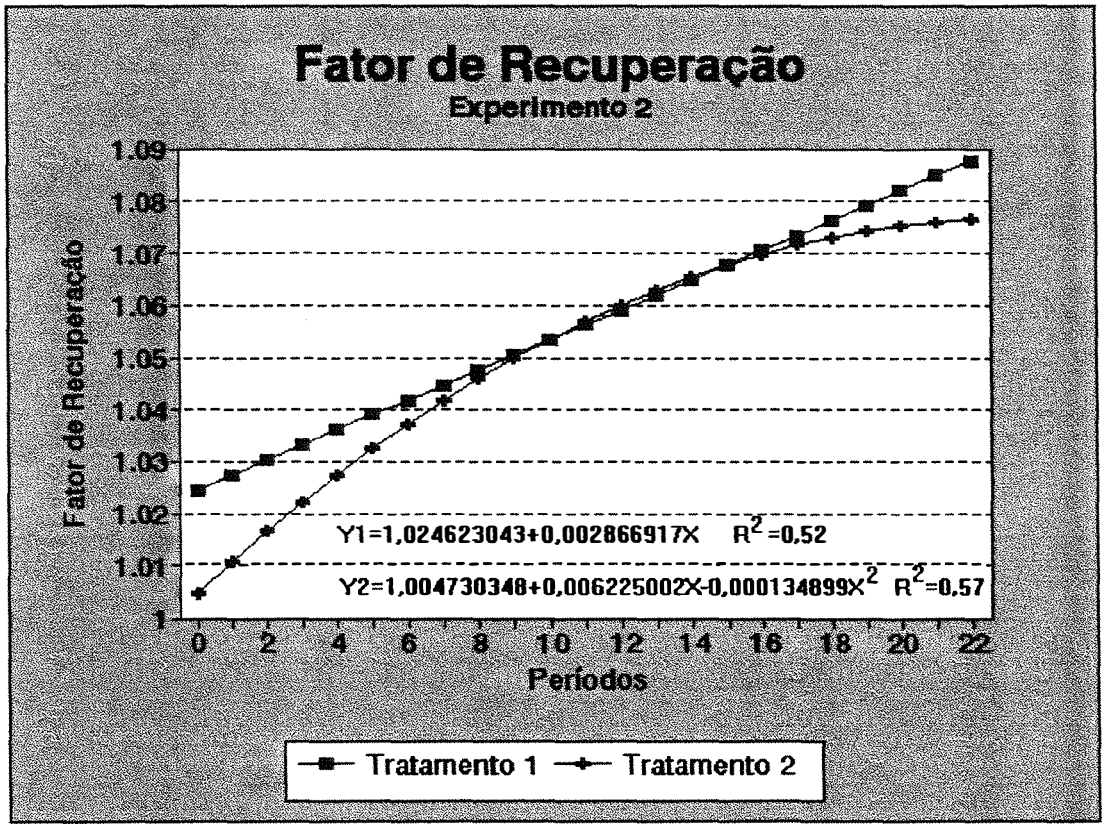

Figura 21: Regressão polinomial para o Fator de recuperação em função dos períodos

4.2.11 Ágio técnico

Nesta última variável avaliada dentro do Experimento 2, foi possível verificar que o Ágio técnico foi pouco influenciado pelo acoplamento desintegrador-betoneira, tendo os tratamentos mostrado diferença significativa a 1% (Tabela 8).

O gráfico da Figura 21 mostra que, para os dois tratamentos, o Ágio técnico apresentou uma função quadrática para os períodos de amostragem.

Da mesma forma que para o Brix e Pol do caldo extraído, Pol da Cana, Pureza do caldo extraído e Pureza da Cana, para o Ágio, neste ensaio, também conseguiu-se atenuar os efeitos da perda do teor de umidade, mas não foi possível

eliminá-los. Isto prova que as perdas do teor umidade no preparo da amostra de cana na SPCTS são frutos da própria desintegração pela forrageira e não do caminho que esta percorre da saída desta até a betoneira, não sendo portanto totalmente eficiente a adição do acoplamento.

Além disso a umidade da cana dissipada pelo preparo dificilmente pode ser reabsorvida pelos fragmentos da amostra em desintegração.

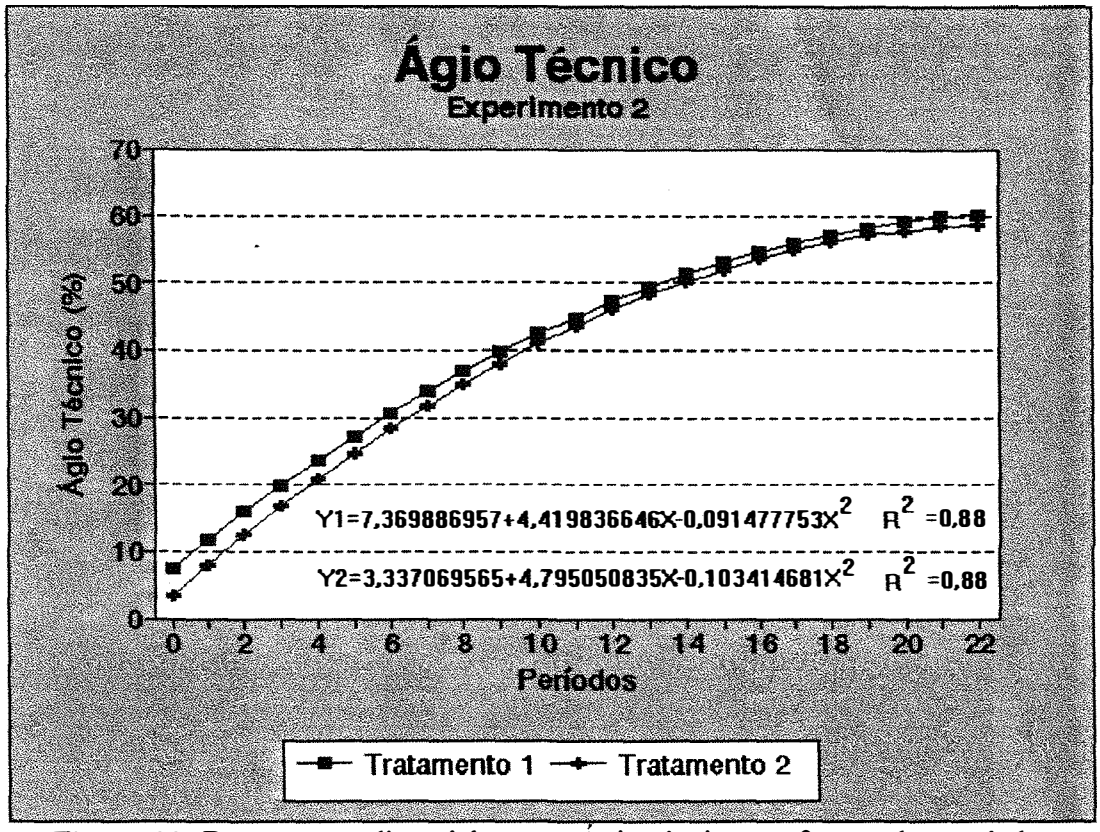

Figura 22: Regressão polinomial para o Ágio técnico em função dos períodos

O ano de 1994 foi atípico, com uma estação seca muito prolongada. A despeito disso, o laboratório de SPCTS do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da ESALQ encontra-se situado no piso inferior, onde a UR do ar costuma ser alta; assim, o menor valor observado durante este experimento foi de 50%.

Nas usinas e destilarias, o desintegrador encontra-se normalmente situado em um local aberto, onde há maior circulação de ar e a UR do ar provavelmente seja mais baixa que as encontradas no experimento, o que faz supor que as perdas do teor de umidade e seus efeitos sobre a análise da matéria-prima sejam ainda maiores.

CONCLUSÕES

Face aos resultados obtidos, foi possível concluir que:

- os colmos de cana-de-açúcar apresentaram redução do teor de umidade quando se realiza o preparo da amostra para análise pela SPCTS;

- esta redução no teor de umidade resultou em maiores teores de Fibra % Cana, Brix e Pol do caldo extraído, Brix e Pol da Cana, provocando uma valorização irreal da matéria-prima pela SPCTS, através do Ágio técnico calculado;

- a utilização do acoplamento ao desíntegrador com a betoneira diminuiu as perdas do teor de umidade, mas não foi suficiente para eliminar completamente os efeitos destas sobre os parâmetros de avaliação da qualidade da matéria-prima pela SPCTS;

- a introdução do acoplamento apresentou resultados estatisticamente favoráveis para Fibra % Cana, Coeficiente B e Brix da Cana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. O pagamento da cana fornecida. *Brasil Açucareiro*, Rio deJaneiro, **86** (2): 49-51, ago. 1975.

BENEFÍCIOS do pagamento de cana pelo teor de sacarose. *Saccharum*, São Paulo, **6** (30): 9-10, jan./fev. 1984.

BOVI, R. Comparação entre sistemas de preparo de amostra para cálculo do pagamento de cana pelo teor de sacarose. Piracicaba, 1991. 70p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP)

BOVI, R. ε CESAR, M.A.A. Pagamento de cana pelo teor de sacarose: homogeneização manual versus mecânica da amostra. *STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, **11** (3): 29-31, jan./fev. 1993.

BRIEGER, F.O. Formas de pagamento da cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, **71** (5): 45-47, mai. 1968.

CORTEZ, A.D.V. Pagamento de cana pelo teor de sacarose. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, **100** (1): 25-36, jul. 1982.

DAQUINO, A.C. O importante é que os equipamentos tenham total confiabilidade. *Álcool & Açúcar,* São Paulo, **3** (10): 19, jul./ago. 1983.

ESTUDO sobre a implantação no Brasil de um sistema de pagamento de cana-de-açúcar pela qualidade. São Paulo, COPERSUCAR, 1978. 97p.

FERNANDES, A.C. Princípios básicos de um sistema de pagamento de cana-de-açúcar pela qualidade. *Saccharum,* São Paulo, **5** (19): 41-8, mar. 1982.

FERNANDES, A.C. Determinação dos coeficientes da prensa hidráulica na análise direta da cana-de-açúcar. *Boletim Técnico. COPERSUCAR,* São Paulo, (27): 13-20, jul. 1984.

FERRARI, S.E.; VALSECHI, O.A.; PARAZZI, C. A colheita de cana-de-açúcar sem desponte e o sistema de pagamento pela qualidade: um estudo econômico preliminar. *Brasil Açucareiro,* Rio de Janeiro, **3/4** (104): 40-3, mai./jun./jul./ago.1986.

GEMENTE, A.C. ε STURION, A.C. Pagamento de cana pela qualidade no Brasil. *Boletim Técnico. PLANALSUCAR,* Piracicaba, **3** (9): 5-26, set. 1981.

GLÓRIA, N.A.; PEREIRA, J.F.G.; RODELLA, A.A. Pagamento de cana pelo teor de sacarose. *Saccharum,* São Paulo, **1** (1): 15-25, jun. 1978.

HOARAU, M. Sugar cane analysis by the hydraulic press method. *International Sugar Journal*, Port Talbot, **11**: 328-33, nov. 1969.

IAA (INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL). Rio de Janeiro. *Ato nº 32/89*, de 28 de agosto de 1989.

LUCAS, S.M.A. ε SILVA Jr, J.F. Influência de impurezas minerais no pagamento de cana pelo teor de sacarose. *Boletim Técnico. COPERSUCAR*, São Paulo,(27):29-31, jul. 1984.

MAIA, J.M. O açúcar se faz a campo. In: IAA. Pagamento de cana pelo teor de sacarose. Rio de Janeiro, 1968. p. 5-10.

MIOCQUE, J. Considerações sobre o sistema e pagamento de cana pelo teor de sacarose. *Álcool & Açúcar,* São Paulo, **3** (10): 22-26, jul./ago. 1983.

MUTTON, M.J.R. Efeitos de impurezas sobre a sistemática de pagamento de cana-de-açúcar pela qualidade. Piracicaba, 1990. 113 p. (Doutoramento - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).

NOLTING, F. Automatização do sistema de pagammento de cana. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL, 3., Águas de São Pedro, 1980. *Anais*. Piracicaba, STAB Sul, 1980. p.200-14.

NUNES Jr., D.M.S. Variedades de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B., ed. *cana-de-açúcar - cultivo e utilização.* Campinas, Fundação Cargill, 1987. cap.2, p.187-259.

OLIVEIRA, E.R.; STURION, A.C.; GEMENTE, A.C.; PARAZZI, C.; VALSECHI, O.A. Pagamento de cana por teor de sacarose: o sistema implantado em São Paulo. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, **101** (1/3): 32-9, out./nov. 1983.

ORTOLAN, M.C.A. Pagamento de cana para teor de sacarose: implicação no manejo cultural. *STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, **2** (2): 58-60, nov./ dez. 1983.

PAGAMENTO de cana pelo teor de sacarose e pureza. Piracicaba, Usina Costa Pinto, 1991. 20 p.

PARAZZI, C. Influência do desponte do colmo na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Piracicaba, 1988. 131 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP)

PINTO, L.H.A.R. É preciso mudar o pagamento das canas. *STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos,* Piracicaba, **10** (3): 7-8, jan./ fev. 1992.

REMUNERAÇÃO da cana deve ser modificada. *Química e Derivados*, São Paulo, **16** (178): 34-8, jun. 1981.

SARANIN, A.P. Sugar cane payment systems. *Sugar Technology Reviews*, Amsterdam, **3** (3): 155-238, sep. 1975.

SCHNEIDER, F. (ed.) *Sugar analysis of ICUMSA methods*. Peteronough, ICUMSA 1979. 265 p.

SILVA Jr, J.F.S. Pagamento de cana pelo teor de sacarose. *STAB. Açúcar,Álcool e Subprodutos,* Piracicaba, **10** (2): 10-20, nov./ dez. 1991.

SOBRE o pagamento de cana pelo teor de sacarose. São Paulo, COPERSUCAR, 1978. 6p.

STUPIELLO, J.P. Pagamento de cana pelo teor de sacarose. *Brasil Açucareiro,* Rio de Janeiro, **87** (6): 19-24, jun. 1976.

STUPIELLO, J.P. Cana-de-acúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S.B., ed. *Cana-de-açúcar - cultivo e utilização.* Campinas, Fundação Cargill, 1987. cap. 7, p.761-804.

STURION, A.C. Pagamento de cana pelo teor de sacarose. *Boletim Técnico. COPERSUCAR*, São Paulo (4): 3-6, mai. 1977.

STURION, A.C. ε FERNANDES, A.C. Pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA

AÇUCAREIRA, 3., Águas de Lindóia, 1975. *Anais*. São Paulo, COPERSUCAR, 1975. p.79-100.

STURION, A.C. ε FERNANDES, A.C. Análise direta da cana-de-açúcar pelo método da prensa hidráulica. *Boletim Técnico. COPERSUCAR,* São Paulo (8): 12-5, mar. 1979.

STURION, A.C. ε GEMENTE, A.C. A agroindústria do açúcar no Brasil e o pagamento da cana-de-açúcar de fornecedores pelo teor de sacarose.*Saccharum*, São Paulo, **4** (14): 39-44, mai. 1981.

STURION, A.C. ε PARAZZI, C. O método da prensa hidráulica e a utilização do fator de transformação (coeficiente C) da Pol % de caldo extraído em Pol % caldo absoluto. *STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos,* Piracicaba, **3** (3): 27-33, jan./ fev. 1985.

TANIMOTO, T. The press method of cane analysis. *Hawaiian Planther's Record*, Honolulu, **51** (2): 133-150, 1964.

TUBELIS, A ε NASCIMENTO, F.J.L. Umidade do ar. In:_____. ***Meteorologia descritiva**: fundamentos e aplicações brasileiras.* São Paulo, Nobel, 1988. cap.5, p.94-127.