

INFLUÊNCIA DE IMPUREZAS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CANA ATRAVÉS DO SISTEMA DE PAGAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR PELO TEOR DE SACAROSE.

FRANCISCO DE ASSIS DUTRA MELO

Químico Industrial, Coordenador da Estação Experimental da Cana-de-Açúcar de Carpina da UFRPE.

MARION PATERSON

Engenheira Química, Pesquisadora da Área de Indústria da Estação Experimental da Cana-de-Açúcar de Carpina da UFRPE.

JOSÉ IVO DE MORAES

Engenheiro Químico, Gerente Industrial da GRAMAME Industrial e Agrícola S.A. - GIASA.

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência de impurezas vegetal e mineral na qualidade da cana-de-açúcar, através do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose em vigor no Estado da Paraíba, Ato no. 40/87 do Instituto do Açúcar e do Alcool. Impurezas vegetal e mineral foram adicionadas a cana-de-açúcar em vários níveis (0 a 30%) e os parâmetros Brix do caldo (%), pol do caldo (%), pol da cana (%), fibra industrial (%) e valor da cana foram determinados. Os resultados indicam que as impurezas vegetal e mineral agregadas a cana-de-açúcar alteram os parâmetros tecnológicos, principalmente a fibra industrial e a pol da cana, e conseqüentemente, a valorização da cana-de-açúcar. Os valores nominais da cana-de-açúcar (US\$/ ton cana) com vários níveis de impureza mineral, determinados segundo a metodologia do sistema de pagamento pelo teor de sacarose, foram superiores aos teóricos, determinados através do valor da cana limpa deduzido do percentual de impureza presente. Enquanto que, os valores nominais da cana-de-açúcar com vários níveis de impureza vegetal só foram superiores aos teóricos a partir de um nível de impureza de 4%. Portanto, estudos são necessários para corrigir alguns parâmetros e conceitos sobre o sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose adotado.

INTRODUÇÃO

As impurezas minerais e vegetais agregadas a cana-de-açúcar durante as operações de corte e transporte, além de produzirem efeitos negativos aos processos de fabricação de açúcar e álcool, alteram a qualidade da cana-de-açúcar.

Estudos realizados na região Centro-Sul do Brasil verificaram níveis médios de impurezas em carregamentos de cana-de-açúcar, nas safras 74/75 e 76/77, na ordem de 4.6 a 6.2%, respectivamente (Fernandes e Oliveira, 1977). Estudos realizados na África do Sul encontraram um nível médio de impurezas na cana-de-açúcar de 9,0%, dos quais 2.1, 5.3, 1.0 e 1.6% correspondem a ponta da cana, palha % cana, cinzas do solo % caria e cinzas total % cana (Lamusse e Mumsamy, 1980).

As impurezas na indústria contribuem para a redução da capacidade de moagem, desgaste de equipamentos (Fernandes e Oliveira 1977) e redução da produção de açúcar recuperável (Peixoto e Delgado, 1988). As impurezas minerais no bagaço são responsáveis por danos as moendas, caldeiras e equipamentos auxiliares (Gonçalves, 1987; Peres, 1979). As cinzas no bagaço, proveniente na totalidade das impurezas minerais, também, reduzem o poder calorífico do bagaço da cana-de-açúcar (Sobral e Barbosa, 1987).

Estudos conduzidos na Costa Rica com cana-de-açúcar contendo impurezas vegetais indicaram uma redução nos rendimentos de açúcar (Barreto, 1991). O rendimento estimado para cana limpa foi de 97.72 Kg açúcar/ton cana, enquanto que, os rendimentos para cana contendo folhas verdes (20%) e folhas secas (20%) foram 77.86 e 68.59 Kg açúcar/ton cana, respectivamente.

As impurezas vegetais e minerais também alteram a qualidade da cana-de-açúcar, estimada pelo sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (Oliveira et al., 1981; Tenório et al., 1983; Mutton et al., 1992).

Este trabalho avalia as influências de impurezas vegetal e mineral na qualidade da cana-de-açúcar, determinada pelo sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose em vigor no Estado da Paraíba, Ato no. 40/87 do Instituto de Açúcar e do Alcool (IAA, 1987).

MATERIAL E MÉTODOS

Material

As amostras de cana-de-açúcar, impurezas vegetal (folhas e raízes secas) e mineral (solo arenoso) foram coletadas na Destilaria GIASA - Gramame Indústria e Agrícola S.A., em novembro de 1989. Entretanto, as análises da cana-de-açúcar com impureza vegetal foram realizadas em dias diferentes das análises da cana-de-açúcar com impureza mineral.

O sub-acetato de chumbo utilizado foi do tipo comercial e estava dentro das especificações estabelecidas pelas normas do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (IAA, 1987).

Preparação das amostras

As amostras de cana-de-açúcar foram limpas, trituradas em uma forrageira (Codistil) e homogeneizadas. Em seguida, sub-amostras da cana triturada foram retiradas em quantidade que, para cada tratamento com as impurezas totalizassem 500 g. Os níveis de impurezas testados foram de 0 a 30%. As amostras foram homogeneizadas e encaminhadas a prensa hidráulica. Os tratamentos foram realizados com três repetições.

Determinação de Brix, pol, pureza e fibra.

Os métodos de análises e os cálculos utilizados para a determinação do Brix do caldo (%), pol do caldo (%), pureza do caldo (%), pol da cana corrigida (PCC) (%) e fibra industrial (%) das amostras de cana limpa e contendo impurezas foram de acordo com a metodologia estabelecida pelo sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (IAA, 1987).

A extração do caldo pela prensa hidráulica foi estimada pela diferença entre os pesos da amostra de cana (500 g) e do bolo úmido (g) resultante da prensagem.

Determinação do valor da cana-de-açúcar

Os valores nominais (Cr\$/ton) das amostras de cana-de-açúcar limpa e contendo impurezas foram determinados segundo sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (IAA, 1987). Os preços de álcool (Cr\$/L), açúcar (Cr\$/kg) e cana-de-açúcar (Cr\$/ton) utilizados nos cálculos foram 575.19, 297.53 e 22518.92, respectivamente (preços em vigor em 6 de março de 1992). Os valores (Cr\$/ton) das amostras de cana-de-açúcar foram convertidos para US\$/ton, utilizando o câmbio oficial em 6 de março de 1992 (US\$ 1.00 equivale a Cr\$ 1664.37).

Os valores teóricos apresentados neste trabalho correspondem ao valor nominal encontrado para cana limpa deduzido do percentual de impurezas presentes.

Determinação do rendimento industrial

O rendimento industrial (R_a) em L álcool/ton cana foi estimado utilizando a fórmula:

$$R_a = PCC * 1.05 * 10 * E_e * E_f * 0.6434 * E_d$$

onde,

E_e é a eficiência de extração (90%).

E_f é a eficiência de fermentação (85%).

E_d é a eficiência de destilação (96%).

Ressalta-se que os rendimentos estimados são aproximados uma vez que não foram considerados os açúcares redutores livres da cana-de-açúcar. As eficiências utilizadas nos cálculos dos rendimentos são valores ilustrativos.

O rendimento industrial (R_s) em Kg açúcar/ton cana foi estimado a partir do rendimento regional para açúcar cristal estabelecido pelo sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose, ou seja,

$$R_s = PCC * 74.687$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pesos e percentuais do bolo úmido e do caldo extraído das amostras de cana com vários níveis de impurezas vegetal e mineral estão apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Os resultados de Brix e pol do caldo *versus* impurezas vegetal e mineral encontram-se nas Figuras 3 e 4, respectivamente. Observa-se um acréscimo nos valores do Brix do caldo e um ligeiro decréscimo nos valores da pol do caldo com o aumento do nível de impureza vegetal nas amostras (Figura 3). Consequentemente, o decréscimo da pureza do caldo com o aumento do nível de impureza vegetal na cana-de-açúcar foi maior do que com o aumento do nível de impureza mineral (Figura 5). Verifica-se uma redução de 4% na pureza do caldo da amostra contendo 30% de impureza vegetal em relação ao valor encontrado para a cana limpa.

As extrações relativas do caldo, dos sólidos totais e da pol para as amostras contendo impurezas vegetal e mineral, estimados a partir do peso do caldo extraído (g), Brix (%) e pol (%) do caldo (Figuras 1 a 4), estão apresentados nas figuras 6 e 7, respectivamente. Observa-se que as extrações relativas do caldo e da pol foram inferiores as

extrações teóricas esperadas para as amostras de cana com vários níveis de impureza vegetal, sugerindo que houve retenção de caldo e pol pelas impurezas presentes (Figura 6). Além disso verifica-se um aumento nos sólidos extraídos em relação a extração teórica esperada, nas amostras contendo níveis de impurezas acima de 15% (Figura 6). Isto indica, possivelmente, uma contaminação do caldo com substâncias que alteram o índice de refração, aumentando o Brix do caldo. Por outro lado, as extrações relativas do caldo, dos sólidos e da pol para as amostras contendo impureza mineral foram superiores as extrações teóricas esperadas, com exceção das amostras com níveis de impureza acima de 20%. Este aumento se deve, possivelmente, a redução do peso do bolo úmido com a perda de impurezas minerais (areia) durante a prensagem. Consequentemente, verifica-se um aumento irreal de caldo extraído, uma vez que este é estimado pela diferença da amostra (500g) e o peso do bolo úmido (g).

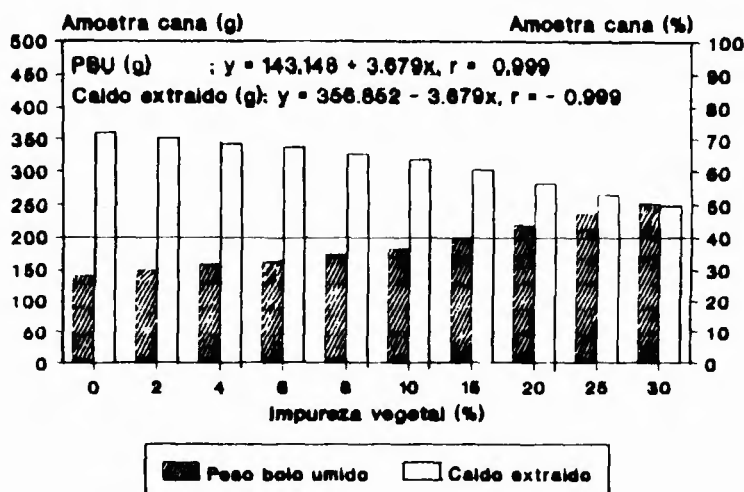


FIGURA 1 - Resultados de peso do bolo úmido e peso do caldo extraída de amostras de cana-de-açúcar em função do nível de impureza vegetal.

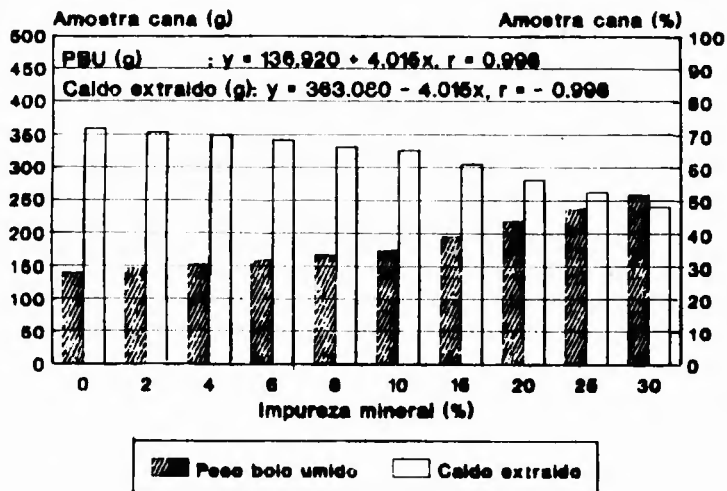


FIGURA 2 - Resultados de peso do bolo úmido e peso do caldo extraído de amostras de cana-de-açúcar em função do nível de impureza mineral.

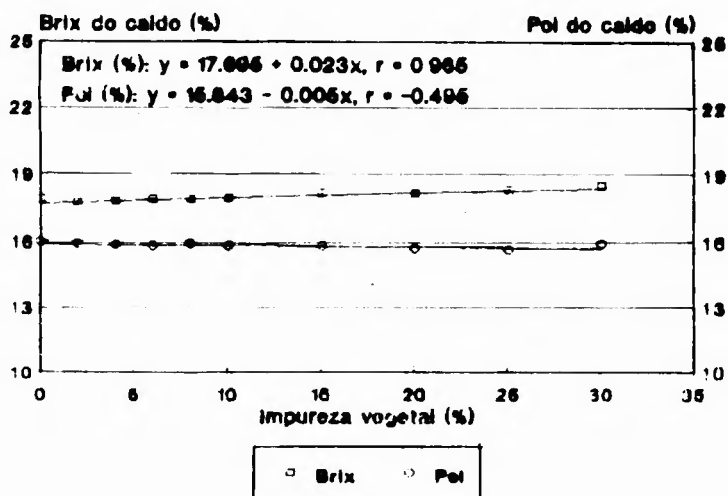


FIGURA 3 - Resultados de Brix (%) e pol (%) do caldo de amostras de cana-de-açúcar em função de impureza vegetal.

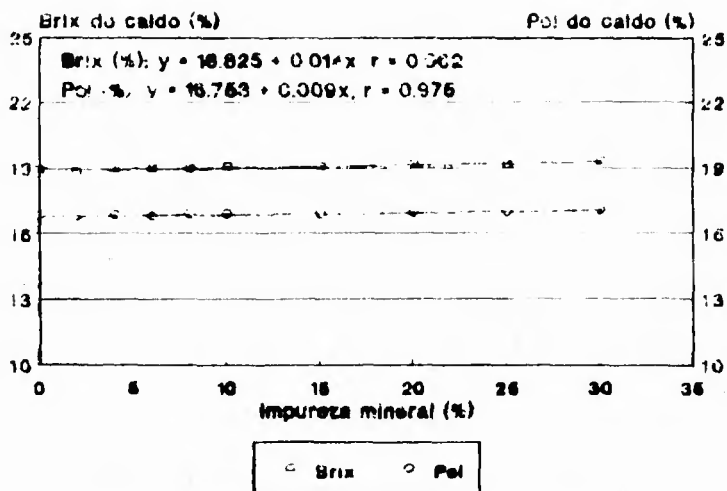


FIGURA 4 - Resultados de Brix (%) e pol (%) do caldo de amostras de cana-de-açúcar em função do nível de impureza mineral.

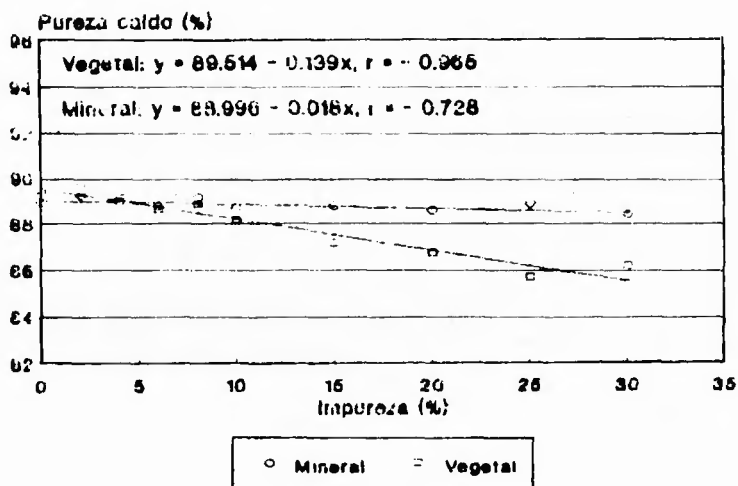


FIGURA 5 - Resultado da pureza (%) do caldo de amostras de cana-de-açúcar em função dos níveis de impurezas vegetal e mineral.

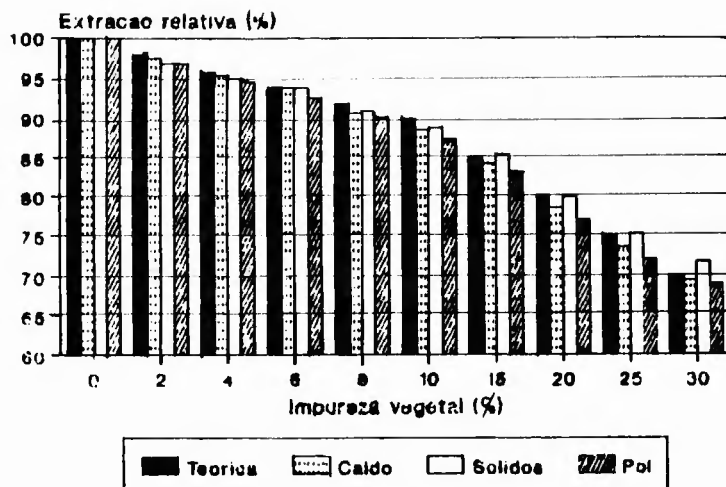


FIGURA 6 - Resultados das extrações relativas do caldo, dos sólidos, da pol e teórica em função do nível de impureza vegetal presente na cana-de-açúcar.

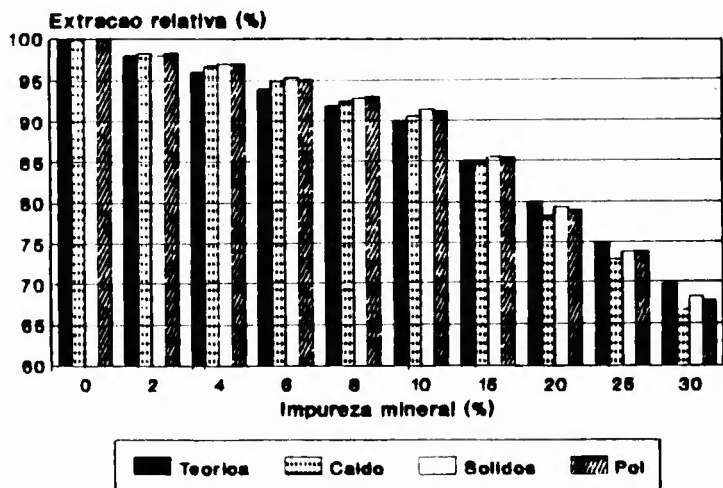


FIGURA 7 - Resultados das extrações relativas do caldo, dos sólidos, da pol e teórica em função do nível de impureza mineral presente na cana-de-açúcar.

Os resultados da fibra industrial (%) e do PCC (%) em função dos vários níveis de impurezas vegetal e mineral presentes na cana estão apresentados nas figuras 8 e 9. Como a fibra industrial (%) é função do peso bolo úmido (Figura 1) qualquer impureza agregada a amostra promove uma alteração no valor da fibra, e consequentemente no PCC, em relação a testemunha (cana limpa). Entretanto, a redução da PCC não foi proporcional ao nível de impureza, e.g. 30% de impureza vegetal na cana promoveu uma redução de 19.05% no valor da PCC. Esta defasagem induz um questionamento nos parâmetros e conceitos utilizados no sistema de pagamento de cana pela qualidade.

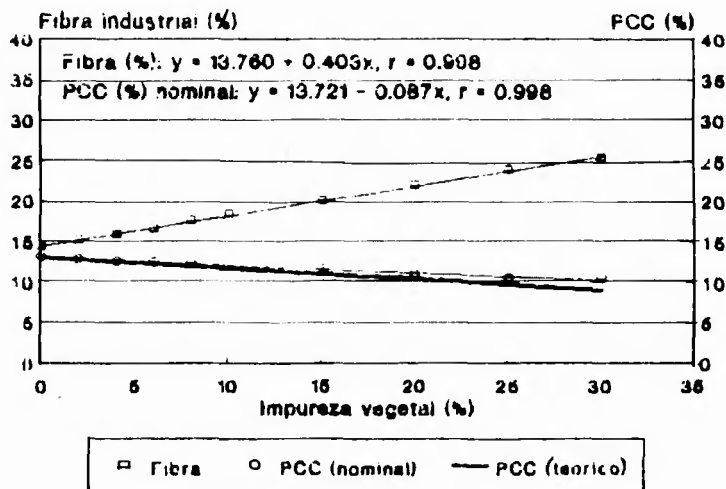


FIGURA 8 - Resultados de fibra industrial (%) e PCC (%) nominal e teórico de amostras de cana-de-açúcar em função do nível de impureza vegetal.

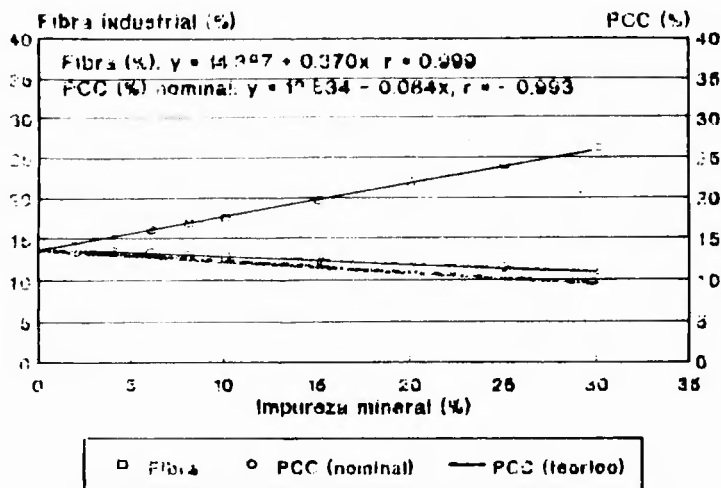


FIGURA 9 - Resultados de fibras industriais (%) e PCC (%) nominal e teórico de amostras de cana-de-açúcar em função do nível de impureza mineral.

Os valores em US\$/ton e ágio/deságio (%) em função das impurezas vegetal e mineral contidas na cana-de-açúcar, encontram-se nas Figuras 10 e 13. Neste estudo, a qualidade das amostras contendo mais de 15% de impureza vegetal foi inferior a cana padrão, i.e. apresentou deságio. Enquanto que, as amostras contendo impureza mineral só apresentaram deságio a partir do nível de 25%. A comparação entre os valores relativos nominais e teóricos da cana-de-açúcar com impureza vegetal (Figura 14) indica que acima de 4% de impureza na cana os valores nominais pago pela cana são maiores que os valores teóricos. Esta diferença aumenta com o aumento do nível de impureza vegetal. Por outro lado, os valores relativos nominais da cana contendo impureza mineral são maiores que os teóricos para todos os níveis de impureza (figura 15). Este comportamento foi semelhante ao encontrado por Mutton et al. (1992) com impureza mineral (solo arenoso). As diferenças entre valores US\$/ton cana, em função das impurezas vegetal e mineral, encontram-se nas figuras 16

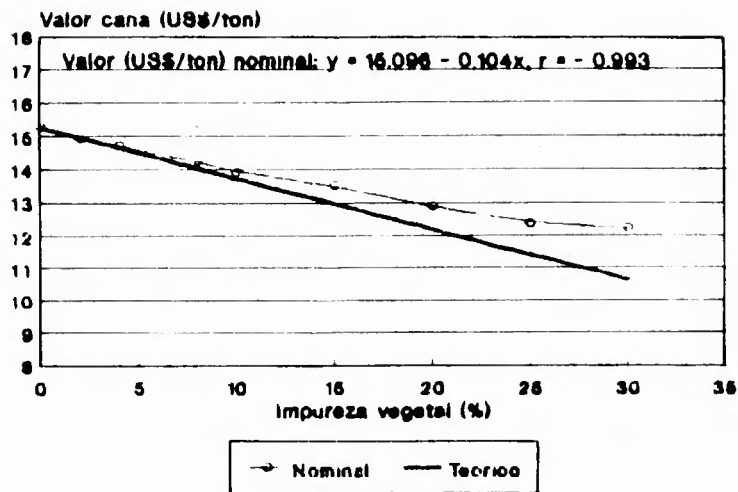


FIGURA 10 - Resultados dos valores de cana-de-açúcar (US\$/ton) nominal e teórico em função do nível de impureza vegetal.

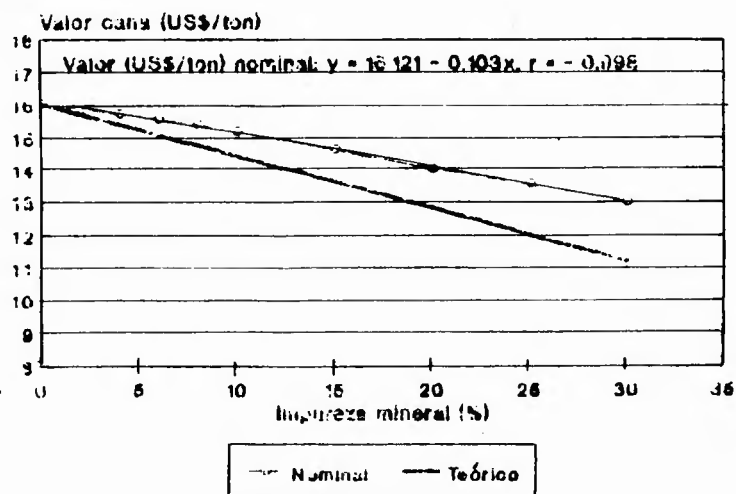


FIGURA 11 - Resultados dos valores de cana-de-açúcar (US\$/ton) nominal e teórico em função do nível de impureza mineral.

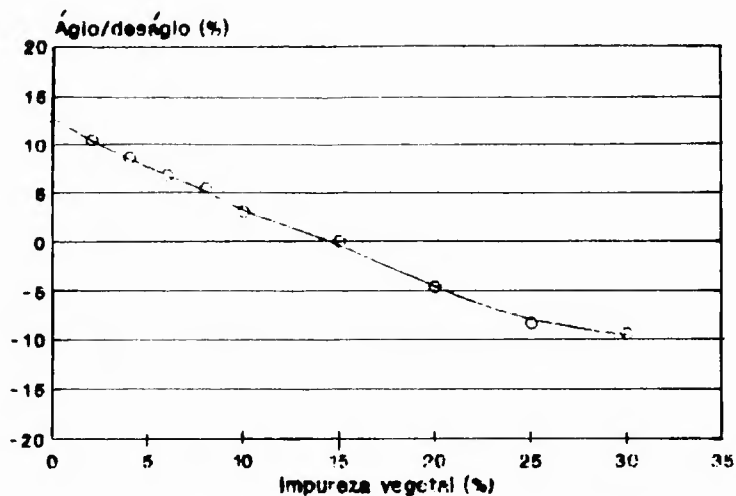


FIGURA 12 - Resultados de ágio/deságio (%) da cana-de-açúcar em função do nível de impureza vegetal.

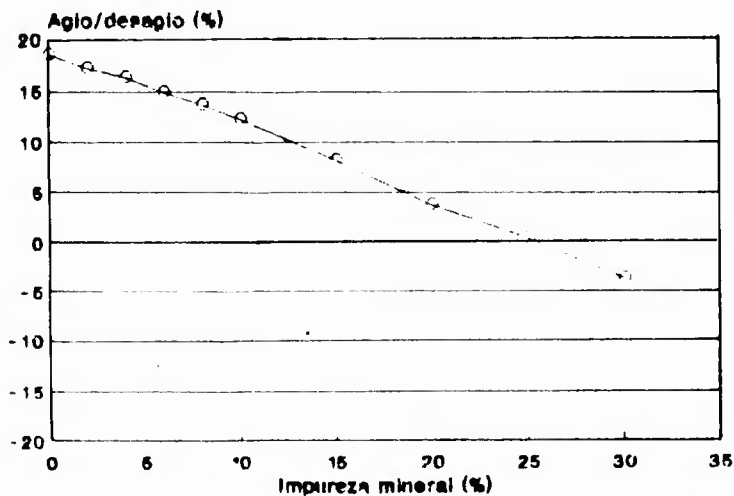


FIGURA 13 - Resultados de ágio/deságio (%) da cana-de-açúcar em função do nível de impureza mineral.

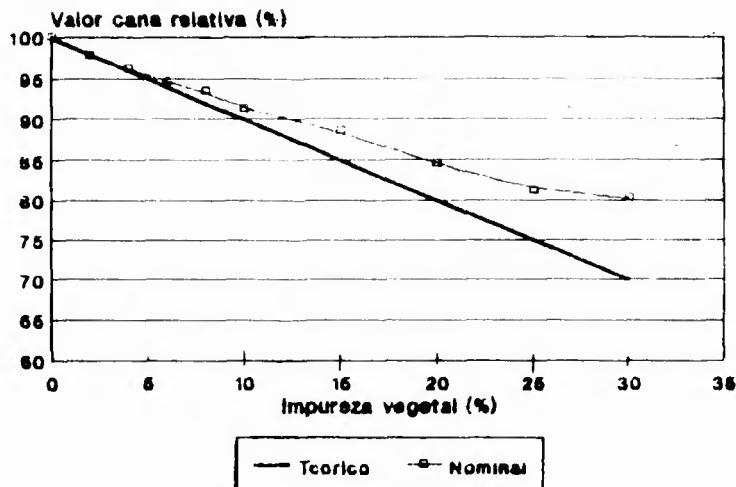


FIGURA 14 - Resultados dos valores relativos da cana-de-açúcar em função do nível de impureza vegetal.

e 17, respectivamente. Para a cana estudada, contendo 30% de impureza vegetal, a diferença entre os valores nominal e teórico alcança ca. US\$ 1.6 por ton de cana (Figura 16). Enquanto que para a amostra de cana contendo 30% de impureza mineral, a diferença entre os valores nominal e teórico alcança ca. US\$ 1.8 por ton de cana (Figura 17). Verifica-se portanto, que as impurezas vegetal e mineral influem na metodologia analítica do sistema de pagamento adotado atribuindo a matéria prima uma qualidade acima da real.

Os rendimentos industriais em termos de L álcool/ton cana e Kg açúcar/ton cana em função das impurezas vegetal e mineral estão apresentados nas Figuras 18 e 19, respectivamente. Estes dados indicam que os rendimentos calculados a partir dos parâmetros determinados pelo sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose são superiores aos teóricos, a partir de um nível de impureza vegetal de 4% (Figura 18). Por outro lado para a cana contendo impureza mineral, os rendimentos industriais calculados a partir dos parâmetros determinados pelo sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose são todos superiores aos teóricos (Figura 19)

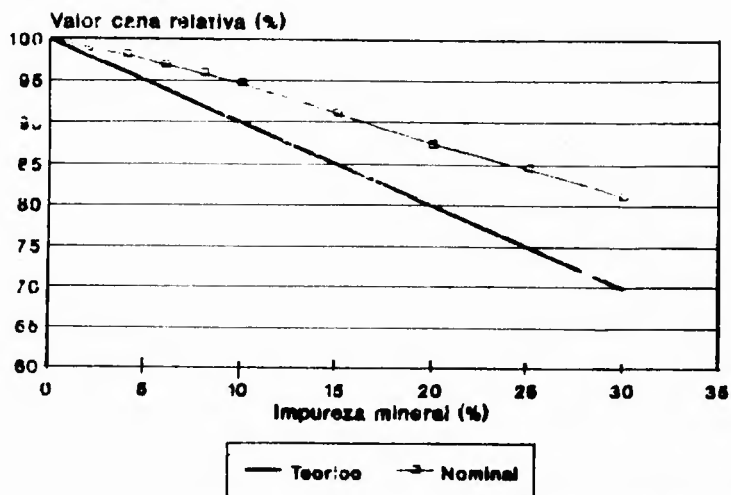


FIGURA 15 - Resultados dos valores relativos da cana-de-açúcar em função do nível de impureza mineral.

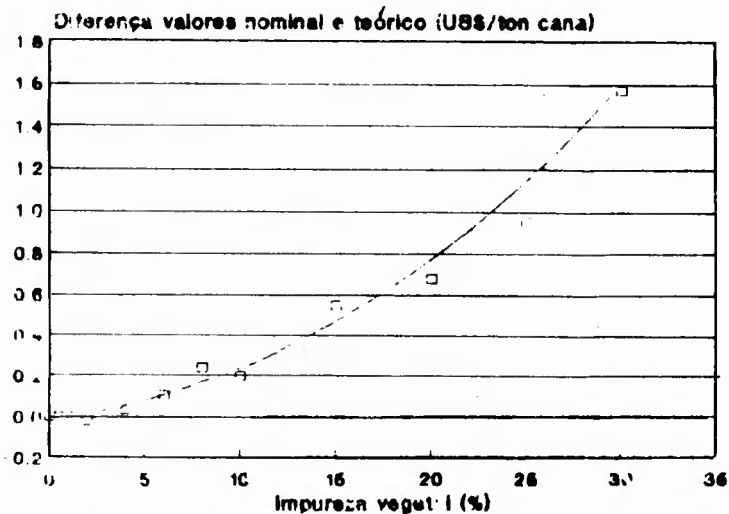


FIGURA 16 - Diferença dos valores nominal e teórico da cana-de-açúcar (US\$/ton cana) em função do nível de impureza vegetal.

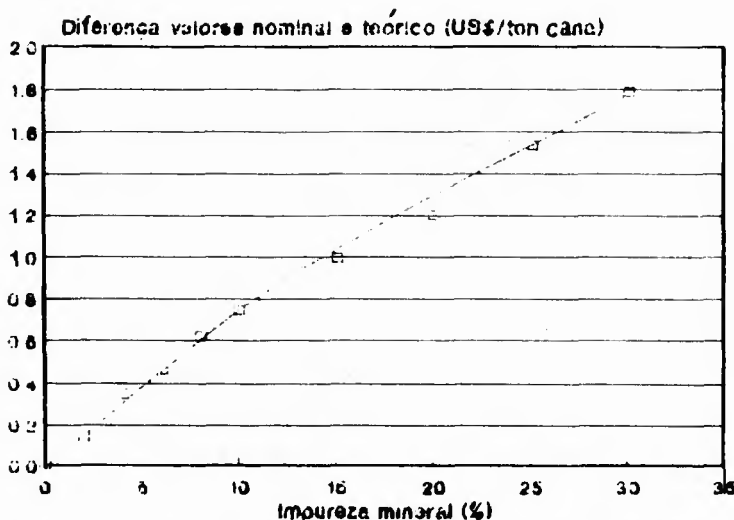


FIGURA 17 - Diferença dos valores nominal e teórico da cana-de-açúcar (US\$/ton cana) em função do nível de impureza mineral.

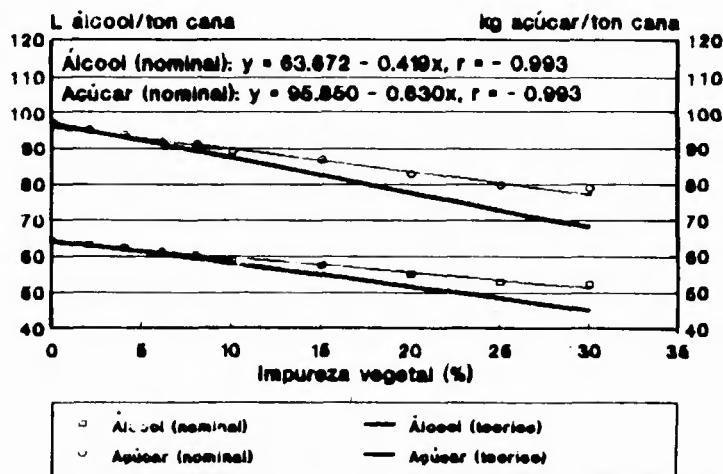


FIGURA 18 - Rendimentos industriais em L álcool/ton cana e Kg açúcar/ton cana, em função do nível de impureza vegetal presente na cana-de-açúcar.

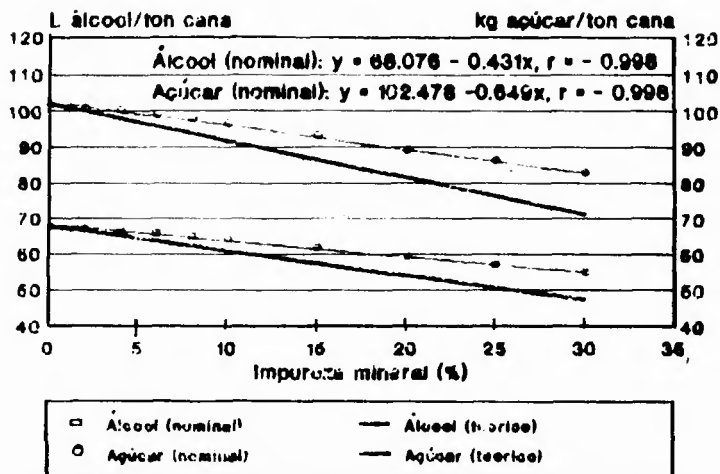


FIGURA 19 - Rendimentos industriais, em L álcool/ton cana e Kg açúcar/ ton cana, em função do nível de impureza mineral presente na cana-de-açúcar.

CONCLUSÕES

- A pureza do caldo decresceu com o aumento do nível de impureza vegetal, mineral, principalmente com relação a primeira;
- As extrações relativas dos sólidos totais e da pol no caldo para as amostras contendo impureza vegetal foram inferiores as extrações teóricas esperadas sugerindo que houve retenção de caldo e pol pelas impurezas presentes. Para as amostras contendo impureza mineral, as extrações relativas do caldo foram superiores até o limite de 20% de impureza;
- A redução do PCC não foi proporcional ao nível de impurezas. Esta defasagem induz em questionamento nos parâmetros e conceitos utilizados no Sistema de Pagamento de Cana pela qualidade;
- As impurezas vegetal e mineral influem na metodologia analítica do Sistema de Pagamento adotado, atribuindo a matéria prima uma qualidade acima do real;

- e) - Os resultados industriais calculados de uma forma geral foram superiores aos teóricos para a matéria prima com impurezas. Com relação a vegetal, a partir do nível de 4%, enquanto que para o mineral em todos os níveis.

ABSTRACT

It was studied of vegetable and mineral impurities on the quality of sugarcane. It was determined by the system of payment of sugarcane by the sucrose content, both established by the Sugar and Alcohol Institute. Vegetable impurities (dry leaves and roots) and mineral impurities (sand) were added to the sugarcane at various levels (0 to 30%). The parameters Brix of juice pol of cane, purity of Juice, industrial fibre and value of sugarcane (US\$/ton) were according to the methods established by the system of payment and by the sucrose content. The results showed the presence of impurities altered the technological parameters specially the industrial fibre and the pol of cane. The value of sugarcane (US\$/ton) containing vegetable impurities above 4% was altered, it was superior to the theoretical values estimated from the clean cane. Yet the value of sugarcane containing mineral impurities was higher than the theoretical value in all levels. Therefore, more studies are necessary to correct the parameters of the system of payment of sugarcane by its sucrose content.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BARRETO, L. Efecto de varios porcentajes y tipos de "trash" en rendimiento de azucar. *International Sugar Journal*, Glamorgan, v. 93, n. 1113, p. 191-194, 1991.
- 2 FERNANDES, A. C.; OLIVEIRA, E. R. Impurezas em carregamento de cana-de-açúcar. *Boletim Técnico COPERUCAR*, São Paulo, v. 5, p. 5-8, 1977.
- 3 GONÇALVES, L. A. C. Influência da fibra, da pol da cana e da pureza do caldo no processo de fabricação de açúcar e álcool. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v. 105, n. 4/6, p. 49-64, 1987.
- 4 IAA. Ato no. 40/87, de 22 de setembro de 1987. Dispõe sobre as normas de execução do sistema de pagamento de cana de fornecedores pelo teor de sacarose e pureza no Estado da Paraíba. Rio de Janeiro, 1987. 5 p.
- 5 LAMUSSE, J. P. ; MUMSAMY, S. Extraneous matter in cane and its effect on the extraction plant. *South African Sugar Journal*, Durban, v. 64, n. 3, p. 113-121, 1980.
- 6 MUTTON, M. J. R. ; STUPIELLO, J. P. ; MUTTON, M. A. et al. Consequências das impurezas minerais na avaliação da qualidade da cana. *Stab*, Piracicaba, v. 10, n. 4, p. 17-22, 1992.

- 7 OLIVEIRA, C. G. ; MELO, F. A. D. ; MENDONÇA, R. J. *Matéria estranha e sua influência no sistema de pagamento de cana*. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2., 1981, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, 1981. v. 4, p. 1-11.
- 8 PEIXOTO, A. A. ; DELGADO, F. R. M. C. R. *Manejo da colheita. II. Índices de impurezas na matéria-prima, com o corte em efeitos de 5 e 7 linhas*. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v. 106, n. 3, p. 13-17, 1988.
- 9 PERES, N. P. *Eficiência em caldeiras na agro-indústria canavieira*. In: SEMINÁRIO SOBRE RACIONALIZAÇÃO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA NA AGRO-INDÚSTRIA CANAVIEIRA DO NORDESTE, 1979, Maceió. [S. l. : s. n. , 19-].
- 10 SOBRAL, J. L. ; BARBOSA, G. V. S. *Um modelo para determinar o poder calorífico do bagaço da cana-de-açúcar*. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 4., 1987, Olinda. *Anais...* Olinda : STAB, 1987. p. 576-580.
- 11 TENÓRIO, C. J. M. ; LIMA, M. C. ; MACEDO, A. E. S. L. C. et al. *Influência da matéria estranha na qualidade da cana-de-açúcar*. *Álcool e Açúcar*, São Paulo, v. 3, n. 13, p. 14-18, 1983.

Recebido para publicação em 15 de setembro de 1994.