

Métodos de análise de bagaço e caldo de cana-de-açúcar *Sacharrum officinarum* L.

Isamara Godoi¹; Rosane Krohling Lira² e Vanessa Taques Batista³

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Mestrado em Engenharia Agrícola. Rua Universitária, 2069, Bairro Faculdade, Cascavel, PR.

²Universidade Paranaense - Unipar, Curso de Ciências Biológicas. Rua Rui Barbosa 611, CEP: 85.810-240, Cascavel, PR.

³Universidade Estadual do Norte do Paraná- Rodovia BR-369 Km 54, Vila Maria, CP 261 CEP 86360-000 - Bandeirantes - Paraná - Brasil

isgodoi@gmail.com, rosanek20@hotmail.com, vanessa.taques@agroplano.net.br

Resumo: O Brasil atualmente é o principal país produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) e em seu processamento é extraído o caldo e gerado inúmeros resíduos, entre eles o bagaço. Devido à utilização do caldo e do bagaço da cana-de-açúcar na cadeia alimentar se faz necessário o conhecimento de seus compostos e entre eles a presença de micronutrientes ou micro metais como o cálcio, ferro e sódio, importantes elementos para a nutrição animal e humana. Nesse contexto o presente trabalho objetivou comparar quatro diferentes métodos de análise química de abertura de amostra: digestão nitro-perclórica, Tedesco *et al.* (1985), método clássico de extração via seca e por microondas. Como material, foram analisadas caldo e bagaço de cana-de-açúcar (*Sacharrum officinarum* L.). As amostras foram coletadas na cidade de Cascavel, PR, e as análises foram realizadas no laboratório RHESA da Unioeste. Dentre os minerais avaliados (Ca, Na e Fe) verificou-se que todos os métodos extraíram porções dos compostos avaliados, porém o melhor método de extração para a amostra avaliada é o método via seca seguido pelo método de microondas.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, abertura amostra, via seca.

Methods of analysis of pulp and juice of cane sugar *Sacharrum officinarum* L.

Abstract: Brazil is currently the main producer of sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) and processing the juice is extracted and generated several residues, including bagasse. Due to the use of juice and bagasse from sugar cane in the food chain is necessary the knowledge of compounds and among them the presence of micro or micro nutrient metals such as iron, calcium and sodium are important elements for animal nutrition and human. In this context the present study aimed to compare four different methods of chemical analysis of sample opening: nitro-perchloric digestion, Tedesco *et al.* (1985), the classical method of extraction and microwave dry. As material, juice and bagasse were analyzed for sugar cane (*Sacharrum officinarum* L.). The samples were collected in the city of Cascavel, PR, analyses were performed in the laboratory RHESA Unioeste. Among the valued mineral (Ca, Na and Fe) showed that all methods extracted portions of the compounds evaluated, but the best method of extraction for the sample evaluated is the dry method followed by the microwave method.

Key words: cane sugar, open sample, dry.

Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) é uma planta bastante representativa para a economia brasileira, sendo o Brasil atualmente o principal país produtor do mundo, com produção de cerca de 460 milhões de toneladas em 2006 (Cordeiro *et al.*, 2009). O processamento desta tem se demonstrado ao longo dos anos ser uma grande geradora de empregos e de energia via industrialização, na produção de açúcar e álcool. Como consequência do processamento industrial da cana, após a extração do caldo ocorre a geração de inúmeros resíduos, dentre eles o bagaço (Manzano *et al.*, 2000).

Existem diversas utilizações para o bagaço, que vai desde a produção de energia térmica à indústria de papel e celulose, passando pela alimentação animal. O resíduo se caracteriza por ser lignocelulósico estando bastante disponível para a ração animal, como fonte energética para geração de vapor e em projetos para produção de bioprodutos como o etanol (Reis *et al.*, 2008).

O caldo de cana é a parte da matéria prima mais utilizada industrialmente, podendo ser aproveitada como bebida energética onde Prati *et al.* (2005) comenta que o caldo de cana ou garapa é considerado um produto altamente nutritivo, de sabor agradável, e barato comercializado na rua. Outra utilização que se pode citar é na fabricação da bebida alcoólica conhecida popularmente como “aguardente”, também conhecida como caninha, obtida pela destilação do caldo de cana fermentado (Nascimento, 1998).

Devido à utilização do caldo e do bagaço da cana-de-açúcar na cadeia alimentar se faz necessário o conhecimento de seus compostos e entre eles a presença de micro nutriente ou micro metais como o cálcio, ferro e sódio, importantes elementos para a nutrição animal e humana. Neste contexto é de grande importância a determinação das concentrações de metais para os efeitos essenciais ou tóxicos presentes em amostras exigindo a disponibilidade de métodos analíticos altamente sensíveis e precisos para a determinação de metais em amostras de interesses diversos (Filho, 1999).

A utilização de métodos de análises físicas e químicas é empregada para verificar a qualidade dos compostos através do processo chamado “Abertura de amostras”, sendo esta uma expressão para a prática experimental de análise quali e/ou quantitativa de um material com o objetivo indicar e/ou quantificar componentes químicos presentes. Podendo ser caracterizado como digestão de amostras, este procedimento pode ser realizado via úmida ou seca, e o procedimento é realizado com auxílio de ácido (digestão ácida), base (digestão básica) e fótons (microondas) (Almeida, 2007).

O processo por via seca é caracterizado pela transformação do material em cinzas através da incineração e posterior adição de ácido e a via úmida é realizada através da utilização dos compostos sem incineração, por métodos com utilização de ácidos ou bases (Morgano *et al.*, 2002).

O estudo dos métodos de abertura de amostra também é relevante devido aos aspectos ambientais, pois o bagaço da cana-de-açúcar se não devidamente analisado e tratado para a cadeia alimentar pode trazer contaminação ao animal e posteriormente a seus consumidores, através dos metais, e também a contaminação do meio ambiente devido ao aproveitamento inadequado na alimentação animal, onde a alimento não digerido contribui para a produção de grandes volumes de dejetos. Como comenta Berndt *et al.* (2002), os grandes excedentes de bagaço de cana de açúcar são produzidos no Brasil e este bagaço vem sendo tradicionalmente utilizado na alimentação animal após algum tipo de tratamento físico e/ou químico.

Na alimentação animal a formulação e o balanceamento de rações consistem na mistura de vários alimentos a fim de atender as exigências nutricionais dos animais, tornando necessário, então, o conhecimento da composição nutricional e os respectivos valores energéticos dos alimentos, bem como suas limitações nutricionais (Nunes, 2001).

Diante desta problemática apresentada, o estudo para encontrar melhores métodos de análises de diferentes compostos se faz importante e o presente trabalho irá analisar diferentes métodos de abertura de amostra para verificar a quantidade de cálcio (Ca), ferro (Fe) e sódio (Na), componentes estes escolhidos por fazerem parte do grupo de elementos importantes para a nutrição animal.

O objetivo do trabalho foi comparar quatro diferentes metodologias de abertura de amostra; sendo uma via seca e duas via úmida, a fim de verificar qual é a mais indicada para caldo e bagaço de cana-de-açúcar para a extração dos minerais Ca, Fe e Na.

Material e Métodos

Foram adquiridas amostras no mês de junho de 2009 de caldo e cana-de-açúcar através do comércio de rua do Município de Cascavel, PR. Após estas foram acondicionadas em isopor e encaminhadas ao Laboratório RHESA da Unioeste, Campus Cascavel.

O caldo foi mantido em refrigeração em geladeira doméstica a 10°C até a análise, sendo, portanto, utilizado *in natura* na execução das análises. Para o bagaço este foi devidamente cortado e submetido à secagem em estufa convencional por 12 horas á 70°C.

Posteriormente foi moído em micro moinho tipo Willue TE-648 Tecnal até a obtenção de pó fino.

As amostras foram submetidas a quatro diferentes métodos de abertura, em triplicata: Nitroperclórica, Tedesco *et al.*, 1985, Via seca e Microondas.

Segundo Sarruge e Haag, 1974 para a digestão nitro-perclórica pesou-se 0,100g (bagaço) ou pipetou-se 1 mL (caldo) e colocou-se no tubo de digestão. Adicionou-se 2 mL de HNO (ácido nítrico) concentrado e foi deixado em repouso *over night*, em capela. Após foi submetido a aquecimento em bloco digestor 80-90°C por meia hora. Posteriormente aumentou-se a temperatura até restar cerca de 1 mL de ácido e foi deixando esfriar. Adicionou-se 1 mL de HClO₄ (ácido perclórico) concentrado. Levou-se em seguida, ao bloco digestor sob temperatura de 180-190°C por 2 horas. Foi deixado esfriar novamente, e após colocou-se um pouco de água destilada. Na seqüência realizou-se a passagem do material digerido ao balão volumétrico de 50 mL e completou-se com água destilada até a marca de aferição.

Método Tedesco

Para a realização desse método, pesou-se 0,100g (bagaço) ou pipetou-se 1 mL (caldo) e colocou-se no tubo de digestão. Adicionou-se 2 mL de H₂O₂ (água oxigenada) e de H₂ SO₄ (ácido sulfúrico) concentrado. Após foi submetido a aquecimento em bloco digestor 300°C por 1 ½ hora. Após foi deixado esfriar e adicionou-se 2 mL de H₂O₂. Novamente levou-se ao aquecimento a 350°C por 1 ½ hora e foi deixado esfriar e então, adicionou-se um pouco de água destilada. Realizou-se a passagem do material digerido ao balão volumétrico de 50 mL e completou-se com água destilada até a marca de aferição.

Método Clássico Digestão Via Seca

Pesou-se 1 g (bagaço) ou pipetou-se 50 mL (caldo) em cadinho de porcelana. Em seguida, foi levado à mufla para calcinação a 550°C por 6 horas. Posteriormente foi adicionado 1 mL de ácido sulfúrico concentrado em capela. Homogeneizou-se e foi adicionado um pouco de água destilada. Por último foi passado o material digerido ao balão volumétrico de 50 mL e completou-se com água destilada até a marca de aferição.

Método Digestão por Microondas

Primeiramente, pesou-se 0,100g (bagaço) ou pipetou-se 1 mL (caldo) e colocou-se em erlenmeyer de 150 mL. Foi adicionado sobre a amostra 1 mL de H₂SO₄ 9,0 mol/L. Posteriormente as amostras foram levadas a forno microondas doméstico (Brastemp Maxi 31 L) por 5 minutos na potência de 50% (equivalente a 450 Wats). Após adicionou-se um pouco de água destilada e com o auxílio do bastão para retirar os resíduos na parede da vidraria. Em

seguida foi passado o material digerido ao balão volumétrico de 50 mL e completou-se com água destilada até a marca de aferição.

Após a realização de todos os processo analíticos de abertura das amostras, estas foram acondicionadas em frascos com capacidade de 5 mL e em seguida foram submetidas a leitura em Espectrofotômetro de Absorção Atômica modelo 6300.

Resultados e Discussão

Os resultados para a determinação de Ca, Fe e Na nas amostras de caldo e bagaço de cana encontram-se nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Resultados das extrações dos metais com os diferentes métodos em Bagaço de cana-de-açúcar.

BAGAÇO			
Métodos	Metais*		
	Ca	Fe	Na
NP	0,00164	0,0033	1,507
T	0,002472	0,02	1,848
VS	0,0098	0,09708	1,334
MO	0,000706	0,05888	2,67

*Metais em mg/L. NP- nitroperclórica. T- Tedesco. VS- via seca. MO- microondas.

Tabela 2: Resultados das extrações dos metais com os diferentes métodos em Caldo de cana-de-açúcar.

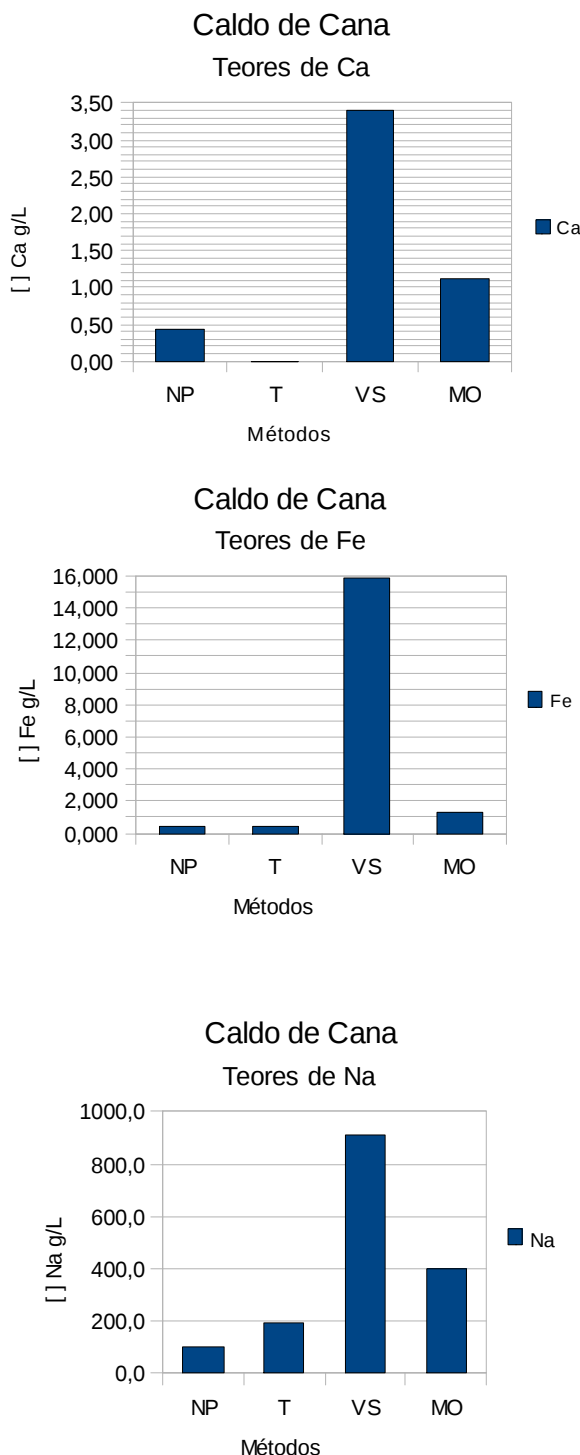
CALDO			
Métodos	Metais*		
	Ca	Fe	Na
NP	0,43	0,478	99,3
T	0,0006	0,488	197,2
VS	3,39	15,840	910,2
MO	1,1092	1,272	400,8

*Metais em mg/L. NP- nitroperclórica. T- Tedesco. VS- via seca. MO- microondas.

Nas determinações dos minerais avaliados observou que para a determinação de Ca, Fe e Na para amostras de bagaço de cana-de-açúcar conforme tabela 1, notou-se que o método que obteve maior extração para os elementos cálcio (Ca) e ferro (Fe) foi o método por Via Seca e para o sódio (Na) foi do fótons através do microondas.

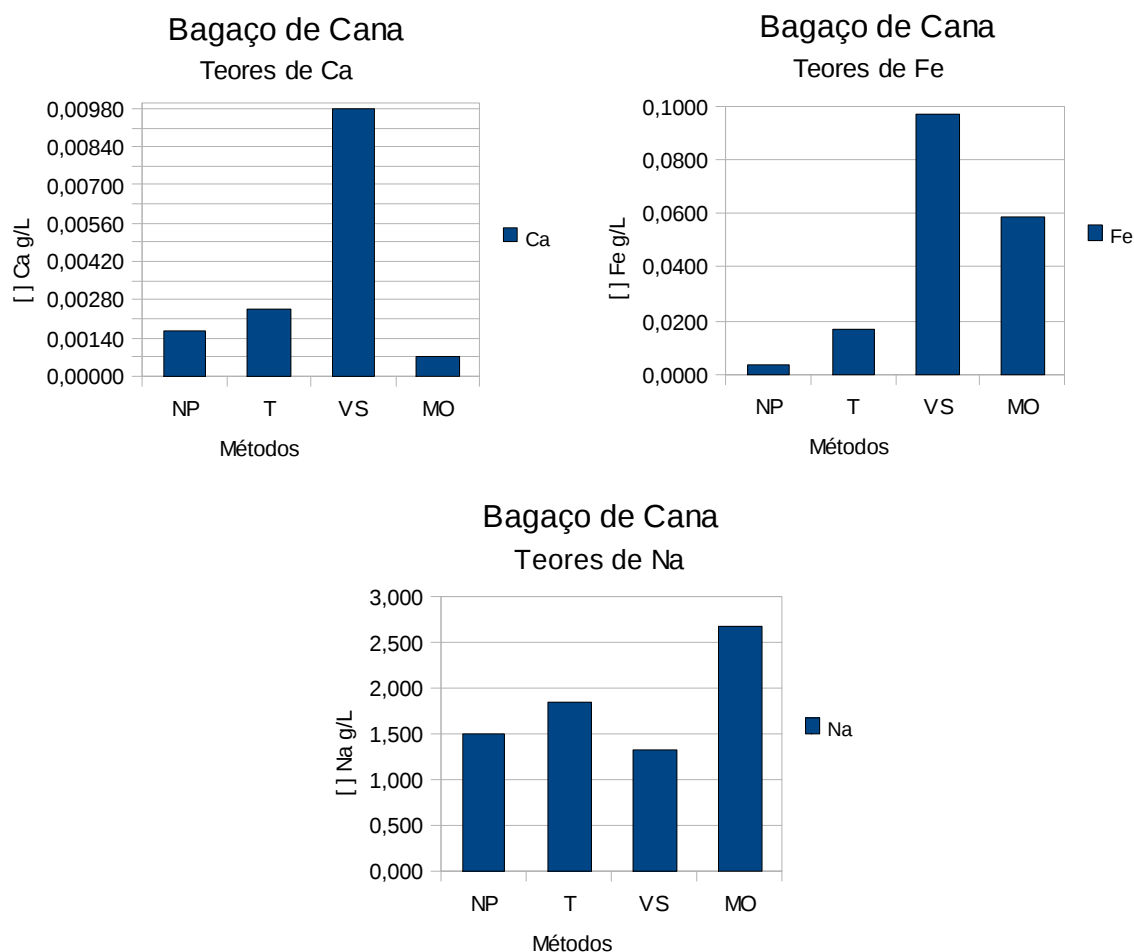
Evidenciou-se também que para análise dos mesmos minerais em caldo de cana-de-açúcar a melhor extração foi o método clássico via seca, seguido pelo método de fótons por microondas.

Nas figuras 1 a 2 é possível verificar melhor estas constatações.



* NP- nitroperclórica. T- Tedesco. VS- via seca. MO- microondas

Figura 1: Comparativo dos diferentes métodos de extração dos minerais em Caldo de cana-de-açúcar para os minerais avaliados.



* NP- nitroperclórica. T- Tedesco. VS- via seca. MO- microondas

Figura 2: Comparativo dos diferentes métodos de extração dos minerais em Bagaço de cana-de-açúcar para os minerais avaliados.

Submetendo os valores apresentados acima à análise estatística, onde é possível comparar os diferentes métodos de extração (tratamentos) tanto para caldo como para bagaço e a sua concentração apresentada dos minerais extraídos, verifica-se através da análise de variância em teste de Tukey a nível de 5% de significância que todos os tratamentos diferem entre si tanto pelo método de extração utilizado, como pelo mineral extraído. Sendo possível afirmar que todos os métodos se mostram eficiente para extração, porém neste caso da amostra avaliada o método clássico via seca seguida por método do microondas foram os mais satisfatórios, pois conseguiram extrair frações maiores de concentração dos minerais avaliados.

Conclusão

Na análise de abertura de amostra de caldo e bagaço de cana-de-açúcar o melhor método de extração para os minerais Ca, Na e Fe foi o método Clássico via seca. Não

existindo dados de abertura de amostras para comparação ao caldo e bagaço de cana-de-açúcar, o presente trabalho serve como base para posteriores comparações a fim de melhorar as técnicas analíticas para submissão em amostras vegetais.

Referências

ALMEIDA, M.V. **Química analítica qualitativa - Abertura de amostras**. Universidade de Itauna, 2007.

BERNDT, A.; HENRIQUE, W.; LANNA, D.P.D.; LEME, P.R.; ALLEONI G.F. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto teor de concentrado. Composição corporal e taxas de deposição dos tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.2105-2112, 2002.

CORDEIRO G. C.; DIAS R.T.F.; FAIRBAIRN E.M.R. Caracterização de cinza do bagaço de cana-de-açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios. **Revista Química Nova**, Rio de Janeiro, v.32, n.1, p.82-86, 2009.

FILHO, E.R.P. **Sistemas mecanizados acoplados a forno de microondas para a mineralização em linha de amostras de interesse alimentício: Determinação de ferro e cobalto**. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, p. 90, 1999.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MANZANO R.P, FUKUSHIMA R.S., GOMES J.D.F.; GARIPPO, G. Digestibilidade do bagaço de Cana-de-açúcar tratado com reagentes químicos e pressão de vapor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.1196-1204, 2000.

MORGANO, M.A; PAULUCI, L.F; MANTOVANI, D.M.B; MORY, E.E.M. Determinação de minerais em café cru. **Revista Ciência Tecnologia Alimentar**, Campinas, v.22, n.1, p.19-23, 2002.

NASCIMENTO, R.F. Influência do material do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar. **Revista Química Nova**, São Paulo, v.21, p.735-737,1998.

NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; AKMINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; TOLEDO, R.S. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.785-793, 2001.

PRATI, P.; MORETTI, R.H.; CARDELLO, H.M.A.B. **Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas**. Ciência Tecnologia Alimentar, Campinas, 2005.

REIS, S.S.O.; SALAZAR, R.F.S.; HIZÁRIO FILHO, H.J.; CAPRI NETO, A.; CAPRI, M.R. Bagaço de cana-de-açúcar - Comparação de métodos de digestão para a determinação de Cd por Gf-Aas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 48, 2008, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 5p.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1985. 188p.

VACCARO, S.; BRUN, E.J.; SCHUMACHER, M.V.; KONIG, F.G.; KLEINPAUL, I.S.; CECONI, D.S. Comparação entre três diferentes métodos de análise de tecido vegetal. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.48, p.15-28, 2004.

Recebido em: 13/06/2011

Aceito para publicação em: 28/06/2011