

CARACTERIZAÇÃO DO BAGAÇO DE LARANJA ÚMIDO E SECO

JOSÉ ROBERTO CAVICHIOLO¹,
JOÃO DOMINGOS BIAGI², ANTONIO MARSAIOLI JUNIOR³

1 Instituto de Tecnologia de alimentos, ITAL, Av. Brasil 2880, Campinas 13070-178, SP, Brasil jroberto@ital.sp.gov.br

2 Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp, Caixa postal 6011, Campinas, 13083-970, SP, Brasil biagi@feagri.unicamp.br

3: Instituto de Tecnologia de alimentos, ITAL, Av. Brasil 2880, Campinas 13070-178, SP, Brasil, tonymars@ital.sp.gov.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Na fabricação do suco de laranja concentrado e congelado, para cada 100 kg de laranja são produzidos 55 kg de suco simples e os 45 kg restantes são os resíduos do processo de extração constituídos de laranjas descartadas, bagaço, casca, semente, borra de extração de óleo essencial, polpa lavada, que podem ser denominados, genericamente de "bagaço", material comumente destinado à produção de ração para alimentação animal. O conhecimento das propriedades físicas dos materiais biológicos é de fundamental importância em projetos de engenharia envolvendo dimensionamento de máquinas e equipamentos para semeadura, colheita, manuseio, armazenamento, secagem e aeração. O objetivo deste trabalho foi o levantamento de dados para caracterizar a matéria-prima, bagaço de laranja, fornecido pela Citrosuco situado na cidade de Limeira (SP) com 68% de umidade (bu). Para a obtenção do bagaço seco, o lote foi submetido à secagem em secador microondas até atingir umidade final desejada ao redor de 12 % (bu).

PALAVRAS-CHAVE: bagaço de laranja, alimentação animal, microondas.

CHARACTERIZATION OF ORANGE BAGASSE WET AND DRY

ABSTRACT: In the manufacture of frozen concentrate orange juice, if considered 100 kg of oranges, 55 kg of simple juice is extracted, producing in the end 45 kg of waste wich includes: discarded oranges, bagasse, peels, seeds, lees from essence oil extraction, washed pulp, which is generically called bagasse and is commonly used for animal feed food production. The knowledge of the physical properties of biological materials is of fundamental importance in engineering projects involving design of machinery and equipment for planting, harvesting, handling, storage, drying and aeration. The aim of this study was data raising to characterize the raw material, orange bagasse, provided by Citrosuco located in the city of Limeira (SP). whit moisture content 68% (wb) To obtain the dry bagasse, the lot was submitted to drying in the microwave dryer until it reaches the desired final moisture content of around 12% (wb).

KEY WORDS: Orange bagasse, animal feed food, microwave.

INTRODUÇÃO: A agricultura moderna trouxe novos conceitos sobre o manuseio e o processamento de materiais de origem vegetal sob vários aspectos, relacionados quanto as suas características físicas, mecânicas, térmicas, ópticas e etc. O conhecimento das propriedades físicas dos materiais biológicos é de fundamental importância em projetos de engenharia envolvendo dimensionamento de máquinas, equipamentos para semeadura, colheita, manuseio, armazenamento, secagem e aeração. Também útil em problemas relacionados com fenômenos de transferência de calor e massa durante a secagem e armazenamento de produtos com alto nível de umidade (BENEDETTI, 1987). O conhecimento das propriedades físicas e aerodinâmicas é essencial ao projeto, construção e operação dos equipamentos de limpeza, secagem, armazenamento, beneficiamento e classificação dos produtos agrícolas. Essas características são parâmetros imprescindíveis para que esses equipamentos trabalhem de forma eficiente e econômica. O conhecimento das propriedades térmicas é de fundamental importância na predição da taxa de secagem ou distribuição de temperatura em produtos agrícolas úmidos sujeitos as diferentes condições de

secagem, aquecimento, resfriamento, otimização do desempenho de equipamentos de transferência de calor e reidratação, dentre outros. (NUNES, 2000)

MATERIAL E MÉTODOS: Foi utilizado o bagaço de laranja pêsca úmido fornecido pela Citrosuco/Limeira SP, resíduo de extração do suco processado. Para a obtenção do bagaço seco, o lote foi submetido à secagem através da aplicação de microondas, utilizando-se um secador adaptado de forno de microondas convencional com controle das condições do ar em seu interior reduzindo a umidade do bagaço de laranja até atingir o valor final desejado em torno de 12% (bu). O secador encontra-se instalado no Laboratório de Microondas Aplicadas, do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Para a determinação da umidade foi utilizado o método da estufa à pressão atmosférica, conforme norma da **Association of Official Analytical Chemists** (AOAC, 2000). Para a realização da análise granulométrica das amostras do produto úmido e seco foi utilizado um peneirador vibratório PRODU-TEST com temporizador e um conjunto de peneiras da série TYLER e balança com precisão de duas casas decimais. Foi utilizado 200 gramas de bagaço e foram realizadas 3 repetições. A determinação do peso específico aparente do produto úmido e seco seguiu a metodologia proposta por BENEDETTI (1987), onde o equipamento utilizado para a determinação é constituído de uma parte semelhante a um funil dotado de abertura de escoamento, onde o produto é colocado. Distante exatamente 7,65 cm deste funil, a partir da abertura de escoamento, encontra-se um recipiente de volume igual a 1.420 ml. Foram realizadas 5 repetições. A determinação do peso específico real do produto seco foi obtida através do método por picnometria a gás, que consiste em injetar gás hélio em um compartimento de volume conhecido contendo a amostra e depois fazer este gás expandir-se para outra câmara, também de volume conhecido, foram realizadas 10 corridas. Para a determinação do ângulo de talude do produto úmido e seco, seguiu-se a metodologia proposta por BENEDETTI (1987), que consiste em colocar a amostra em um recipiente triangular com abertura tipo guilhotina na sua parte inferior, para promover um escoamento em fluxo constante. Este recipiente é fixado na parte superior de uma caixa retangular construída em acrílico transparente, que permite a visualização perfeita da formação do ângulo de talude característico na posição horizontal. Foram realizadas 5 repetições. Para a determinação da velocidade terminal do produto úmido e seco, foi utilizada uma coluna vertical existente no Laboratório de Tecnologia Pós-colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP. O equipamento consiste de uma coluna de seção retangular, construída em acrílico, apoiada sobre um ventilador centrífugo, cuja tomada de ar pode ser regulada para maior ou menor vazão. A leitura da velocidade do ar é realizada a partir de um tubo de “pitot” localizado no interior da coluna. A velocidade terminal do bagaço foi lida quando as partículas de uma amostra de cerca de 50 g ficaram suspensas numa região intermediária da coluna. Foram realizadas 5 repetições. A análise bromatológica do produto seco compreendeu pela obtenção da composição centesimal da fibra detergente neutro, (FDN), onde foi utilizando a metodologia proposta por VAN SOEST et al. (1991). A análise da composição centesimal da proteína foi realizada de acordo com a metodologia proposta por HORWITZ et al. (2010). Para a determinação do calor específico foi utilizado equipamento de calorimetria diferencial de varredura marca SHIMADZU, modelo DSC 50 com incertezas de $\pm 0,1$ °C (0,1K) e $\pm 0,5$ mW. A metodologia para este ensaio foi feita de acordo com as especificações do fabricante do equipamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados obtidos para as determinações da granulometria do bagaço úmido e seco estão apresentados na Tabela 1, onde pode-se observar que para a amostra úmida a maior parte das partículas se concentram na faixa compreendida entre as peneiras com diâmetros de 4,45 a 9,5 mm composta em sua maioria de bagaço, seguido pela peneira de diâmetro maior que 9,5 mm, composta principalmente de cascas, mantendo uma distribuição uniforme à medida que os diâmetros dos furos diminuem. Para a amostra de bagaço seco pode-se observar que também ocorre uma concentração maior em duas faixas de diâmetro, para as peneiras com furos maiores que 4,76mm e na faixa compreendida pelas peneiras de diâmetro entre 2,38 a 3,36 mm.

TABELA 1. Distribuição granulométrica do bagaço de laranja seco

Distribuição granulométrica do bagaço de laranja					
Bagaço de laranja úmido			Bagaço de laranja seco		
Abertura (mm)	Faixa	F _r (%)	Abertura (mm)	Faixa	F _r (%)
9,5	> 9,5	21,66	4,76	> 4,76	59,41
4,75	4,75 < d < 9,5	32,93	3,36	3,36 < d < 4,76	10,53
3,35	3,35 < d < 4,75	17,16	2,38	2,38 < d < 3,36	12,93
2,36	2,36 < d < 3,35	11,65	2,0	2,0 < d < 2,38	2,69
1,4	1,4 < d < 2,36	8,10	1,19	1,19 < d < 2,0	7,79
Fundo	D < 1,4	8,50	Fundo	D < 1,19	6,56

Pode-se observar que para a amostra úmida as partículas se concentram na faixa de diâmetro igual a 9,5 mm, composta principalmente de cascas e sementes e nas peneiras com diâmetros na faixa compreendida entre 4,45 a 9,5 mm composta em sua maioria de bagaço, mantendo uma distribuição uniforme à medida que os diâmetros dos furos diminuem. Entretanto para a amostra de bagaço seco pode-se observar que ocorre uma concentração maior em duas faixas diferentes, nas peneiras com diâmetro igual a 4,76 mm, composta principalmente de cascas e sementes e a outra faixa para as peneiras que possuem diâmetro na faixa compreendida entre 2,38 a 3,36 mm.

TABELA 2. Resultados das determinações realizadas com o bagaço de laranja seco e úmido.

Determinações	Bagaço seco	Bagaço úmido
Umidade	12,16	68,73
Peso específico aparente (g ml ⁻¹)	0,12	0,22
Peso específico real (g ml ⁻¹)	1,5	nc
Velocidade terminal (cm s ⁻¹)	5,32	5,32
Ângulo de talude (graus)	44,70	41,15
Fibras em detergente neutro (g 100g ⁻¹) de MS	21,76	nc
Proteínas (g 100g ⁻¹) de MS	5,76	nc

Os demais resultados obtidos estão representados através da Tabela 2, onde verificou-se que o teor médio de umidade encontrado para bagaço seco foi de 12,16% (b.u.). Por sua vez a amostra de bagaço úmido, apresentou umidade média de 68,73% (b.u.), valor este mais elevado do que o determinado na indústria Citrosuco na linha de produção (68,01%) obtido por intermédio do aparelho infravermelho. A amostra de bagaço de laranja seco apresentou valores menores de peso específico aparente do que a amostra de bagaço úmido, provavelmente porque a redução da massa ao secar o bagaço é maior do que a redução de seu volume aparente. Também partículas menores (caso do bagaço seco) reduzem o volume intersticial. Este resultado está próximo dos valores obtidos por GONÇALVES (1996). O resultado do peso específico real do bagaço de laranja seco encontrado 1,5 g ml⁻¹ possui valor inferior em relação ao obtido por GONÇALVES (1996) que foi de 2,154 g ml⁻¹. Em relação à velocidade terminal da amostra de bagaço úmido e seco, não foi possível verificar durante a realização do experimento o ponto em que as partículas se encontravam todas em suspensão, pois o tamanho das partículas não é uniforme dificultando a avaliação da estabilidade do produto em suspensão na coluna do equipamento. O ângulo de talude é influenciado por parâmetros tais como: tamanho, forma, rugosidade, materiais estranhos, orientação das partículas e teor de umidade, sendo reportado que em alguns casos o ângulo de talude aumenta rapidamente quando o teor de umidade excede à 17% (bu), no entanto como pode ser observado houve pouca variação no ângulo do bagaço em relação aos dois teores de umidade. Em relação à análise bromatológica, os valores encontrados para Proteína bruta 5,76% e os encontrados para Fibras em Detergente Neutro (FDN) 21,76 % se encontram próximos aos valores observados nas análises realizadas por SCHALCH et al. (2001).

O Gráfico 1, mostra o valor obtido do calor específico que variou de 0,015 J g °C⁻¹ para a temperatura inicial de 38,54 °C até 0,52 J g °C⁻¹ para a temperatura final de 199,8 °C O teste com bagaço de laranja úmido deve ser desconsiderado em função do elevado teor de umidade que não permite sua combustão completa. O Calor específico é um dado importante para o desenvolvimento de trabalhos que envolvam a utilização do bagaço de laranja em processos industriais para geração e conservação de energia.

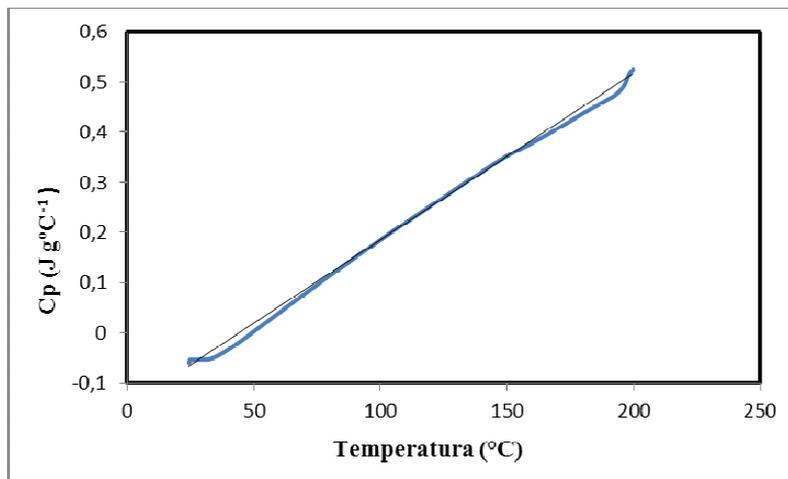


Gráfico 1. Calor específico do bagaço de laranja seco

CONCLUSÕES: A partir das análises dos coeficientes de variação que apresentaram valores baixos, pode-se concluir que os métodos utilizados, para caracterização do bagaço de laranja, foram eficientes e que não apresentaram discrepância entre as repetições.

REFERÊNCIAS

AOAC ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (2000), **Official Methods of Analysis of AOAC International**,. Gaithersburg.

BENEDETTI, B.C. (1987), Influência do teor de umidade sobre propriedades físicas de vários grãos. FEAGRI/UNICAMP. Campinas-SP, 125 p. (dissertação de mestrado).

GONÇALVES, E. C. (1996), Secagem Ciclônica do Resíduo da Indústria Processadora de Laranja, DEQ/FEQ/UNICAMP. – Campinas SP, 87 p. (Dissertação de mestrado)

HORWITZ, W.; LATIMER JR.; GEORGE W. (2010), **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed., 2005 Current through Revision 3, Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2010. Chapter 37, Met 920.152, p 10

NUNES, A.S. (2000), Determinação das propriedades térmicas do grão de soja. FEAGRI/UNICAMP. Campinas-SP, 124 p. (dissertação de mestrado).

SCHALCH, F.J.; SCHALCH, E.; ZANETTI, M.^a; BRISOLA, M.L. (2001), Substituição do milho grão moído pela polpa cítrica na desmama precoce de bezerros leiteiros. In: **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.280-285.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. (1991), Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597.