

## **PROPRIEDADES FÍSICAS DE FARINHA MISTA DE FRUTAS**

ELY FÉLIX DE SÁ CARNEIRO<sup>1\*</sup>; RAPHAELA MACEIÓ DA SILVA<sup>2</sup>;  
SEMIRAMES DO NASCIMENTO SILVA<sup>3</sup>; THALIS LEANDRO BEZERRA DE LIMA<sup>4</sup>;  
ALEXANDRE JOSÉ DE MELO QUEIROZ<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, elyfelixsc@gmail.com;

<sup>2</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, maceiosilva@hotmail.com;

<sup>3</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, semirames.agroecologia@gmail.com;

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, tthallisma@gmail.com;

<sup>5</sup>Dr. Prof. Titular, UFCG, Campina Grande-PB, alex@deag.ufcg.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** As frutas constituem uma das mais ricas fontes de substâncias nutritivas, sendo bastante importantes para a alimentação humana e manutenção da vida, fornecendo aporte calórico e nutrientes necessários para o bom funcionamento do organismo. Embora normalmente descartadas, as cascas muitas vezes apresentam os mesmos princípios nutricionais da polpa, às vezes até em maiores proporções, razão pela qual seu estudo é oportuno. A utilização de farinhas mistas de frutas expandiu-se, sendo utilizada na fabricação de produtos de panificação, já que estes são produtos altamente aceitos e consumidos por pessoas de todas as faixas etárias. Com base no exposto, teve-se como objetivo determinar as propriedades físicas de farinha mista de cascas de frutas. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas, da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba. As cascas utilizadas foram de banana prata e de abacaxi variedade pérola. As farinhas foram formuladas da seguinte maneira: Farinha Mista 1, FM1 (75% banana + 25% abacaxi); Farinha Mista 2, FM2 (50% banana + 50% abacaxi); Farinha Mista 3, FM3 (25% banana + 75% abacaxi). As determinações realizadas foram: massa específica aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), massa específica real ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), densidade de compactação ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), porosidade (%), índice de compressibilidade (%) e fator de Hausner. As três farinhas mistas obtidas das cascas apresentaram propriedades físicas semelhantes. Os resultados para a densidade de compactação foram iguais para as farinhas mista FM2 e FM3. A farinha mista FM1 apresentou maior porosidade, enquanto que a farinha FM3 apresentou o menor valor. As farinhas foram classificadas como de bom fluxo e de fácil escoamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade, meio ambiente, resíduos agrícolas.

## **PHYSICAL PROPERTIES OF FRUIT MIXED FLOUR**

**ABSTRACT:** Fruits are one of the richest sources of nutrients and are very important for human nutrition and maintenance of life, providing the necessary nutrients and energy necessary for the proper functioning of the body, which is why its study is always opportune. The use of mixed fruit flours has expanded, being used in the manufacture of bakery products, since these are highly accepted products and consumed by people of all age groups. Based on the above, the objective was to determine the physical properties of mixed fruit flour. The work was conducted at the Laboratory of Processing and Storage of Agricultural Products, Federal University of Campina Grande, Paraíba. The peels used were the banana silver and the pineapple pearl variety. The flour was formulated as follows: Mixed Flour 1 (75% banana + 25% pineapple); Mixed Flour 2 (50% banana + 50% pineapple); Mixed Flour 3 (25% banana + 75% pineapple). The determinations were: apparent specific mass ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), actual specific mass ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), compaction density ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), porosity (%), compressibility index (%) and Hausner's factor. Mixed meal obtained from fruit peels had similar physical properties. The flours presented similar values for the physical properties studied. The results for the compaction density were the same for the mixed flours 2 and 3. The mixed flour 1 presented higher porosity, while the flour 3 presented lower value. Flours were classified as having good flow and easy flow.

**KEYWORDS:** Sustainability, environment, agricultural storage.

## INTRODUÇÃO

A má nutrição e o desperdício de alimentos são dois dos maiores problemas que o Brasil enfrenta, constituindo-se em um paradoxo em um país com alta produção agropecuária. Produzem-se milhões de toneladas de alimentos por ano, somos um dos maiores exportadores de produtos agrícolas do mundo e, ao mesmo tempo, temos milhões de excluídos, sem acesso ao alimento em quantidade e/ou qualidade. Frutas e vegetais são exemplos de importantes fontes de elementos essenciais (Gondim et al., 2005).

A produção de bananas no Brasil é predominante na região nordeste (39,1%) (IBGE, 2015). Estima-se que aproximadamente um quinto da produção mundial de banana seja desperdiçado, por questões relacionadas ao seu consumo in natura (Nunes, 2011). O principal componente da banana verde é o amido resistente, que pode corresponder de 55 a 93% do teor de sólidos totais (Schrammel e Ribeiro, 2014). O amido da farinha de banana tem um grande potencial tecnológico principalmente em relação às suas características funcionais, digestivas e uma boa compatibilidade sensorial com outros alimentos, podendo ser acrescentada em produtos de panificação, barras de cereais, biscoitos e bolos (Santos et al., 2010).

De acordo com Gondim et al. (2005) a casca do abacaxi destaca-se pela presença de minerais (4,74% em base seca) como cálcio, sódio, magnésio e potássio, como também pelo conteúdo de fibras (17,92% em base seca). Estudos realizados a cerca do abacaxi mostram que tanto a sua casca como o seu cilindro são fontes consideráveis de fibras alimentares como lignina, hemicelulose e celulose, concluindo-se, além disso, que sua casca fornece teores de nutrientes superiores à sua parte comestível (Mendes, 2013). Apesar de a casca ser considerada fonte alternativa de nutrientes, a indústria alimentícia a descarta e a considera como resíduo industrial desprezando seu potencial para elaboração de novos produtos (Oliveira, 2014).

O surgimento de farinha mista no Brasil teve como objetivo diminuir a importação do trigo, mas hoje visa a melhorar e enriquecer nutricionalmente novos produtos (Paraginski et al., 2010). Estudos comprovam que a incorporação de farinhas não convencionais incrementam o valor nutritivo, surgindo assim, como uma opção para adição em produtos diversos (Borges et al., 2009). Na produção de farinha de frutas, é permitido o uso de frutas rejeitadas para a venda in natura ou o uso das suas cascas e sementes (Santos et al., 2010). O desconhecimento dos princípios nutritivos dos alimentos induz ao mau aproveitamento, o que ocasiona o desperdício de toneladas de recursos alimentares. A farinha obtida de cascas de frutas apresenta grande viabilidade na utilização em produtos de panificação, além da qualidade nutricional e menor custo comparado ao trigo (Borges et al., 2009). Com base no exposto, teve-se como objetivo determinar as propriedades físicas de farinhas mistas de cascas de abacaxi e banana.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas - LAPPA, da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba. As cascas utilizadas foram da banana prata (*Musa paradisiaca*) e de abacaxi variedade Pérola, ambas provenientes do descarte doméstico. O processamento consistiu na lavagem das cascas em água corrente, imersão em água clorada (20 ppm) por 10 min, secagem em secador convectivo a 60 °C por 24h e trituração em liquidificador doméstico. Ao final do processamento as farinhas foram formuladas variando as proporções de cascas de banana e abacaxi da seguinte forma: Farinha Mista 1, FM1 (75% banana + 25% abacaxi); Farinha Mista 2, FM2 (50% banana + 50% abacaxi); Farinha Mista 3, FM3 (25% banana + 75% abacaxi). As farinhas mistas assim elaboradas foram acondicionadas em embalagens laminadas até o momento das análises.

As determinações realizadas foram: massa específica aparente ( $\text{g/cm}^3$ ), massa específica real ( $\text{g/cm}^3$ ), densidade compactada ( $\text{g/cm}^3$ ), porosidade (%), índice de compressibilidade (%) e fator de Hausner. A massa específica aparente foi calculada segundo o método de Caparino et al. (2012) modificado; para a massa específica real pesou-se 1 g do pó em uma proveta graduada de 10 mL, completando-se o volume da proveta com óleo, determinando-se a quantidade de óleo necessário para completar a proveta; determinou-se a porosidade pelo método de Krokida e Maroulis (1997); a densidade compactada foi obtida a partir da massa contida em uma proveta de 10 mL, submetida a

batimentos manuais repetidos 50 vezes sobre a superfície de uma bancada, de acordo com a metodologia de Tonon et al. (2013); o índice de compressibilidade foi determinado através da comparação entre a massa específica aparente e a densidade compactada do pó; o fator de Hausner foi determinado a partir da relação entre a massa específica aparente e a densidade compactada (Hausner 1967).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos, expressos na Tabela 1, observou-se que as farinhas mistas obtidas apresentaram propriedades físicas semelhantes. Verificou-se para a massa específica real valor maior que a aparente, devido à estrutura porosa da farinha. A densidade aparente, segundo Martins (2006) é a razão entre a massa do sólido e o volume do sólido englobando os espaços vazios. Francisoni et al. (2002) ao verificar as propriedades físicas do suco em pó de maracujá com adição de maltodextrina, desidratado em secador por aspersão, encontrou valores entre 0,38 a 0,57 para a massa específica real.

Os valores médios para a densidade compactada foram iguais para as farinhas mista FM2 e FM3. Dias et al. (2010) ao estudarem as propriedades tecnológicas de granulados de amido e lactose, reportaram valores de densidade compactada de 0,580 e 0,710 g/cm<sup>3</sup>, sendo portanto, superiores ao verificados na presente pesquisa. Valores inferiores (0,40 e 0,33 g/cm<sup>3</sup>) aos deste trabalho foram encontrados por Dantas et al. (2009) ao estudarem as propriedades físicas de pós de misturas de polpas de manga, seriguela e umbu.

**Tabela 1.** Valores médios e desvio padrão das propriedades físicas de farinhas mistas decasças de banana e abacaxi.

| Propriedades                                   | Farinha mista |            |            |
|--|---------------|------------|------------|
|  | FM1*          | FM2**      | FM3***     |
| Massa específica aparente (g/cm <sup>3</sup> ) | 0,35±0,01     | 0,37±0,01  | 0,37±0,01  |
| Massa específica real (g/cm <sup>3</sup> )     | 0,57±0,11     | 0,54±0,01  | 0,51±0,01  |
| Densidade compactada(g/cm <sup>3</sup> )       | 0,44±0,01     | 0,45±0,01  | 0,45±0,04  |
| Porosidade (%)                                 | 35,11±12,07   | 30,66±1,70 | 27,24±1,18 |
| Índice de compressibilidade (%)                | 0,20±1,01     | 0,17±1,94  | 0,17±2,18  |
| Fator de Hausner                               | 1,25±0,03     | 1,21±0,02  | 1,22±0,01  |

\*FM1: Farinha Mista 1 (75% banana + 25% abacaxi); \*\*FM2: Farinha Mista 2 (50% banana + 50% abacaxi); \*\*\*FM3: Farinha Mista 3 (25% banana + 75% abacaxi).

Segundo Mohsenin (1978) a porosidade de uma massa granular pode variar de 30 a 50%. A farinha mista FM1 apresentou maior valor médio para porosidade (proporção volumétrica de ar entre os grânulos de pó), enquanto a farinha mista FM3 apresentou menor média. Resultados diferentes (37,83 a 38,50%) foram encontrados por Ormond et al. (2013) ao estudarem as propriedades físicas de sementes de trigo. Com a compactação, a maior porosidade em princípio resultaria em maior acomodação do particulado, o que aumentaria a densidade compactada pela maior redução de volume, fato este não observado neste trabalho, provavelmente pela existência de número elevado de dutos de ar no interior da partícula de pó que, mesmo comprimida, manteve-se inalterada pela formação de película de aditivos que manteve o ar aprisionado, favorecendo desta forma a obtenção de maiores volumes após a compactação (Goula e Adamopoulos, 2008). A porosidade é uma característica física importante em operações de processos de uma agroindústria, estando associada à resistência que a camada de produtos oferece à movimentação do ar, sendo largamente utilizada nos projetos de equipamentos para secagem e armazenamento de grãos, sementes e pós (Silva, 2008).

O índice de compressibilidade trata-se de um método para avaliar indiretamente as propriedades de fluxo de produtos em pó por meio da relação das densidades aparente e compactada. Ele expressa a capacidade de escoamento e compressão de um sólido; valores entre 0,5 e 0,15 são indicativos de fluxo excelente e valores entre 0,12 e 0,16, indicam um bom fluxo. Valores superiores de 0,23 até 0,35 são atribuídos a materiais cuja fluidez é pobre, conforme relata Villanova et al. (2012). Verificou-se que as farinhas mistas apresentaram índice de compressibilidade próximo da faixa considerada de bom fluxo, estando correlacionada positivamente com o fator de Hausner. Fatores de Hausner superiores a 1,4 são classificados como coesivos, enquanto que os que apresentam valores inferiores a 1,25 são enquadrados como de fácil escoamento, sendo assim, as farinhas produzidas nesta pesquisa podem ser classificadas como de fácil escoamento. Resultados superiores (1,31 e 1,45) ao desta pesquisa foram encontrados por

Silva (2016) ao estudar a composição física dos extratos em pó de amendoim com e sem pele. Resultados reportados por Bhusari et al. (2014) ao avaliarem o fator de Hausner de pó de tamarindo adicionado de diferentes adjuvantes de secagem variaram entre 1,3 e 1,5, também, superiores aos verificados neste estudo.

## CONCLUSÃO

As farinhas apresentaram valores semelhantes para as propriedades físicas estudadas.. Os resultados para a densidade compactada foram iguais para as farinhas mistas FM2 e FM3. A farinha mista FM1 apresentou a maior porosidade, enquanto que a farinha FM3 apresentou a menor. As farinhas foram classificadas como de bom fluxo e de fácil escoamento.

## REFERÊNCIAS

- Borges, A. de M.; Pereira, J.; Lucena, E. M. P. de. Caracterização de farinha de banana verde. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 29, n. 2, p. 333-339, 2009.
- Bhusari, S. N.; Muzaffar, K.; Kumar, P. Effect of carrier agents on physical and microstructural properties of spray dried tamarind pulp powder. *Powder Technology*, v. 266, n. 1, p. 354-364, 2014.
- Caparino, O. A.; Tang, J.; Nindo, C. I.; Sablani, S. S.; Powers, J. R.; Fellman, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine ‘Carabao’ var.) powder. *Journal of Food Engineering*, v. 111, n. 1, p. 135-148, 2012.
- Dantas, T. N. P.; Souza, J. S.; Souza Júnior, F. E.; Medeiros, M. F. D. Propriedades físicas e físico-químicas de pós de misturas de polpas de frutas com diferentes fontes lipídicas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 8, 2009. Anais... Uberlândia: COBEQIC, 2009.
- Dias, I. L. T.; Souza, H. B.; Pinto, J. D. B.; Menin, S. E. A.; Pinto, M. C. Avaliação das propriedades tecnológicas de granulados de amido e lactose e para produção de comprimidos por compressão direta. *Ciência & Inovação, Americana*, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2010.
- Francisoni, A. D.; Campos, F. R.; Pereira, D. B.; Oliveira, V. M. De; Borges, S. V.; Gay, J. Influência da concentração de maltodextrina e velocidade de atomização sobre as propriedades físicas do suco de maracujá desidratado. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 18., 2002, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBCTA, 2002. CD.
- Gondim, J. A. M.; Moura, M. de F. V.; Dantas, A. S.; Medeiros, R. L. S.; Santos, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.
- Goula, A. M.; Adamopoulos, K. G. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. Powder properties. *Drying Technology*, New York, v. 26, n. 6, p. 726-737, 2008.
- Hausner, H. H. Friction conditions in a mass of metal powder. *International Journal of Powder Metallurgy*, v. 3, n. 4, p.7-13, 1967.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento sistemático da produção agrícola. 2015. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201501.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201501.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2018.
- Krokida, M. K., Maroulis, Z. B. Effect of drying method on shrinkage and porosity. *Drying Technology*, v. 15, n. 10, p. 2441-2458, 1997.
- Martins, P. C. Estudo da influência de uma fase lipídica na aglomeração de pós alimentícios. 2006. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2006.
- Mendes, B. A. B. Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga. 2013. 77 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.
- Mohsenin, N. N. Physical properties of plant and animal materials. New York, Gordon and Breach Science Publishers, 1978. 734 p.
- Nunes, J. M. Desenvolvimento de biscoitos de chocolate com potenciais propriedades hipoglicêmicas e hipocolesterolêmicas. 2011. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2011.

- Oliveira, A. S. B. Estudo da secagem de casca de abacaxi visando desenvolvimento de chá a partir do produto seco. 2014. 82 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências e Tecnologias Agropecuárias) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Goytacazes, 2014.
- Ormond, A. T. S.; Nunes, J. A. S.; Caneppele, C.; Silva, S. L. S. da.; Pereira, M. T. J. Análise das características físicas de sementes de trigo. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 17; p. 108, 2013.
- Paraginski, R. T.; Wally, A. P. do S.; Rutz, D.; Ferreira, C. D.; Elias, M. C. Efeito da composição química de farinhas mistas com arroz, trigo e soja desengordurada na qualidade de panificação. In: XIX Congresso de Iniciação Científica e XII Encontro de Pós-Graduação e II Mostra Científica da Universidade Federal de Pelotas, 2010, Pelotas. Anais do XIX Congresso de Iniciação Científica e XII Encontro de Pós-Graduação e a II Mostra Científica da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas: UFPel, 2010.
- Santos, J. C.; Silva, G. F.; Santos, J. A. B.; Oliveira Júnior, A. M. Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde. *Exacta*, v. 8, n. 2, p. 219-224, 2010.
- Schrammel, F.; Ribeiro, J. Desenvolvimento de barra mista de frutas com açaí (*Euterpe precatoria*) e com cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*): avaliação físico-química, sensorial e microbiológica. 2014. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Rondônia, Ariquemes-RO, 2014.
- Silva, J. S. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 559 p.
- Silva, L. M. de M. Produção de extratos em pó de amendoim por liofilização. 2017. 140 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2017.
- Tonon, R. V.; Brabet, C.; Hubinger, M. D. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí. *Inclusão Social*, v. 6, n. 2, p. 70-76, 2013.
- Villanova, J. C. O.; Lima, T. H.; Patrício, P. S.; Pereira, F. V.; Ayres, E. Síntese e caracterização de beads acrílicos preparados por polimerização em suspensão visando aplicação como excipiente farmacêutico para compressão direta. *Química Nova*, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 124-131, 2012.