Farinha de coprodutos do processamento de acerola: caracterização física e físico-química

Krystal Cardoso Soares Estefan de Paula, Lucas Martins da Silva, Solciaray Cardoso Soares Estefan de Paula, Cassiano Oliveira da Silva, Juliana Gonçalves Vidigal, Ligia Portugal Gomes Rebello & Kátia Yuri Fausta Kawase.

Instituto Federal Fluminense, *Campus* Bom Jesus do Itabapoana, Bom Jesus do Itabapoana, RJ, Brasil, e-mail: krystal-soares@hotmail.com.br

Resumo

A acerola é uma fruta difundida em praticamente todo o território brasileiro e com considerável expressão econômica. Ela se destaca pelo teor de ácido ascórbico elevado, além de fibras solúveis e insolúveis. O consumo de polpa de acerola é crescente e o processamento da fruta também gera aumento da produção de semente e bagaço, que são resíduos ainda subaproveitados. A farinha de coprodutos do processamento da acerola (FCA) possui potencial de utilização industrial por apresentar elevado teor de fibras e minerais, bem como elevada capacidade de hidratação. Este trabalho objetivou a caracterização física e físico-química da FCA. As sementes e o bagaço do processamento de acerola foram secos em desidratador com circulação forçada de ar a 55-60 ºC por 23 horas, e triturados para obtenção da FCA. Foram realizadas análises físicas (volume de intumescimento, índice de absorção de óleo e densidade aparente) e físico-químicas (composição centesimal, pH e atividade de água). A FCA apresentou altos valores de intumescimento (8,09 mL g^{-1}±0,38), demonstrando elevada capacidade de hidratação e de absorção de óleo (10,57 g óleo g^{-1}±0,53). Para densidade aparente, o valor encontrado foi de 0,21 g mL^{-1}±0,02. A determinação do percentual proteico da FCA resultou em 8,17%±0,01, enquanto que para os percentuais de lipídios, cinzas e carboidratos, os valores foram de 1,23%±0,37; 2,37±0,14 e 67,95%±0,46; respectivamente. A FCA apresentou pH de 3,60±0,32, conferindo maior estabilidade à deterioração. Como o valor de Aw encontrado (0,572±0,08) foi inferior a 0,6; a FCA pode ser considerada estável microbiologicamente. Conclui-se que a FCA apresentou características tecnológicas adequadas, percentuais satisfatórios de proteína, lipídios, cinzas e carboidratos, além de condições desfavoráveis para o desenvolvimento e multiplicação de micro-organismos, em virtude dos baixos valores de pH e Aw.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata* DC, uso de resíduos agroindustriais, coprodutos da acerola, capacidade de hidratação, absorção de óleo, impacto ambiental.

Abstract

Flour of co-products of barbados cherry processing: physical and physical-chemical characterization

The barbados cherry is a fruit spread in practically all the Brazilian territory and with considerable economic expression. It stands out for its high content of ascorbic acid and soluble and insoluble fibers. Although the consumption of barbados cherry pulp is

increasing, the processing of this fruit implies a greater seed and bagasse production, being these residues still underutilized. The flour of co-products of barbados cherry processing (FCB) has potential for industrial utilization by presenting high content of fibers and minerals, as well as high hydration capacity. This work aimed at the physical and physical-chemical characterization of the FCB. The seeds and the bagasse of barbados cherry processing were dried in dryer with forced circulation o fair at 55-60ºC for 23 hours, and crushed to obtain the FCB. Were performed physical analysis (swelling volume, oil absorption index and apparent density) and physical-chemical (centesimal composition, pH and water activity). The FCA presented high values of the intumescence (8,09 mL g^{-1}±0,38), showing high hydration capacity, and oil absorption (10,57 g oleo g^{-1}±0,53) with high absorption capacity of vegetable oil. For the apparent density parameter, the value found was 0,21 g mL^{-1}±0,02. The determination of protein percentage of FCB resulted in a value of 8,17%±0,01, while for the lipids, ashes and carbohydrates percentage the values were 1,23%±0,37; 2,37±0,14 e 67,95%±0,46; respectively. The FCB pH of 3,60±0,32 gives it a greater stability delaying deterioration. The value of Aw (0,572±0,08) was less than 0,6; so FCB can be considered microbiologically stable. It was concluded that the FCB presented adequate technological characteristics, satisfactory percentage of protein, lipids, ashes and carbohydrates, besides presenting unfavorable conditions for the development and multiplication of microorganisms, due to the low pH and Aw values.

Keywords: *Malpighia emarginata* DC, agro-industrial waste use, barbados cherry co-products, hydration capacity, oil absorption index, environmental decrease impact.

Introdução

A busca por alternativas viáveis de aproveitamento dos resíduos das indústrias de alimentos para desenvolvimento de novos produtos tem sido impulsionada pelo elevado índice de desperdício causado pelas mesmas e pela crescente preocupação com os impactos ambientais (Garmus et al., 2009).

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de frutas do mundo, e a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) se destaca pelo seu elevado teor de ácido ascórbico, e tem sido objeto de pesquisas, com o intuito de aumentar sua qualidade nutricional, com isso, agregar valor ao produto (Aquino et al., 2010).

A quantidade de polpa comestível que a acerola produz é responsável pelo sucesso de sua industrialização. Porém, 15 a 41% do volume total de toda acerola processada corresponde ao bagaço, casca e sementes, que são desprezados durante seu processamento, acarretando em custo operacional para as empresas (Aguiar et al*.,* 2010; Vasconcelos et al., 2002) e, embora estes apresentem elevada capacidade de aproveitamento industrial, são na maioria das vezes descartados incorretamente (Freitas et al., 2006).

A casca, o caroço ou sementes e o bagaço são considerados fontes de matéria orgânica, servem como fonte de fibras, minerais, compostos antioxidantes, proteínas, enzimas, carboidratos, lipídios e vitaminas (Sousa et al., 2011).

A elaboração de farinha pela indústria de alimentos está ligada ao conceito de sustentabilidade ambiental, fundamentado na filosofia de "Reduzir, Reaproveitar, e Reciclar", possibilitando o aproveitamento integral dos alimentos (CRN, 2012), além de apresentar efeitos benéficos à saúde e possuir boa conservação e diferentes propriedades

químicas e físicas, o que permite sua aplicação como ingredientes na produção de diversos produtos alimentícios como biscoitos, pães, iogurtes e doces (Marques, 2013).

A farinha dos coprodutos do processamento de acerola, em virtude do seu elevado teor de fibras e minerais, bem como elevada capacidade de absorver água de óleo, apresenta potencial para incorporação em diversos produtos (Marques, 2013).

Assim, este trabalho teve como objetivo a elaboração e a caracterização física e físico-química da farinha de coprodutos do processamento de acerola, com o intuito de agregar valor a esses rejeitos de processamento agroindustrial.

Material e Métodos

A acerola foi obtida do setor de fruticultura do Instituto Federal Fluminense *Campus* Bom Jesus do Itabapoana em estádio de plena maturação, com a coloração vermelho-púrpura e, em seguida, houve a seleção da mesma. O material selecionado foi imerso em solução clorada a 50 mg L^{-1} durante 15 minutos. Após a higienização, as frutas foram despolpadas, obtendo-se o bagaço, a semente e a casca.

Os resíduos do processamento de acerola (bagaço, semente e casca) foram secos em desidratador com circulação forçada de ar a 55-60 ºC durante 23 horas. As sementes inteiras e desidratadas foram trituradas em moedor de facas de 60 mesh. Após o beneficiamento, a farinha de coprodutos de acerola (FCA) foi embalada a vácuo em embalagens de polipropileno e armazenada até sua utilização sob temperatura ambiente.

Foram realizadas, em triplicata, análises físicas de volume de intumescimento (VI), de índice de absorção de óleo (IAO) e de densidade aparente (DA) da FCA.

O VI foi determinado em 1 g de amostra, misturado a 30 mL de água destilada em proveta de 100 mL. A suspensão foi continuamente agitada por 2 horas com barra magnética e posteriormente deixada em repouso para completa decantação. O volume ocupado pela amostra na proveta, denominado volume de intumescimento, foi expresso em mL g^{-1} de matéria seca (Seibel & Beléia, 2009).

O IAO foi determinado utilizando 1 g de amostra misturada com 10 mL de óleo em tubos de centrífuga, previamente pesados. Os tubos foram agitados em aparelho agitador de tubos e, posteriormente, centrifugados sob refrigeração a 3700 rpm por 20 minutos. O sobrenadante de cada tubo foi descartado e o sedimento úmido pesado. O índice de absorção foi obtido através da razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca, expressa em grama de óleo absorvido por grama de matéria seca (g óleo g^{-1}) (Seibel & Beléia, 2009).

Para determinar a DA, foram utilizados balança analítica e proveta graduada de 50 mL. O peso gerado foi dividido pelo volume ocupado pela farinha na proveta; com a DA expressa em g mL^{-1}.

Foram realizadas, em triplicata, análises físico-químicas de composição centesimal, de pH e de atividade de água (Aw) da FCA.

Para a determinação da composição centesimal foram realizadas as análises de: umidade, baseada na determinação da perda de peso da FCA submetida ao aquecimento em estufa com circulação e renovação de ar a 105 ºC, até peso constante (IAL, 2008); proteínas, pelo método Micro Kjeldahl, com digestão incicial das amostras a 350 ºC por duas horas e, posterior destilação em destilador de nitrogênio e titulação com HCl 0,05M (IAL, 2008); lipídios, pelo processo de extração por Soxhlet por seis horas em refluxo,

seguida da secagem dos em estufa com circulação e renovação de ar a 105ºC até peso constante (IAL, 2008); cinzas, com a carbonização das amostras à 250ºC e posterior incineração em mufla à 550 ºC, até a obtenção de cinzas claras (IAL, 2008); carboidratos, determinados pelo cálculo da diferença entre 100 gramas de FCA e a soma total dos teores de umidade, proteínas, lipídios e cinzas.

O pH (potencial de hidrogênio) foi determinado conforme método Nº 017/IV (IAL, 2008), utilizando-se potenciômetro digital previamente calibrado (Marca: MS Tecnopon Instrumentação – mPA 210). A Aw foi realizada em analisador de Aw (Marca: Nova Sina-LabSwift Aw).

Para as análises físicas e físico-químicas realizadas, foram apresentadas as médias de três repetições com seus respectivos desvios-padrão.

Resultados e Discussão

Análises físicas

O estudo do comportamento tecnológico de farinhas de coprodutos é importante para verificar a viabilidade de incorporação dessas matérias-primas em diferentes formulações da área de panificação. Visto isso, foram realizadas as análises de intumescimento, absorção de óleo e densidade aparente na farinha de coprodutos do processamento de acerola (FCA). Os resultados dos parâmetros físicos da FCA estão no quadro 1.

O volume de intumescimento (VI) é definido como a fixação espontânea de água pela matriz proteica e depende da densidade, porosidade e solubilidade. Assim como a absorção de óleo, o VI está relacionado com as propriedades de hidratação da farinha. O VI da FCA obtida neste trabalho foi considerado elevado, 8,09±0,38 mL g^{-1}, superior ao encontrado por Ribeiro (2014) em farinhas de trigo (3,14 mL g^{-1}), de quinoa (2,55 mL g^{-1}), de linhaça dourada (6,47 mL g^{-1}) e de soja (6,86 mL g^{-1}). Com isso, observa-se que a FCA apresenta maior capacidade de hidratação, quando comparada às farinhas de outras matérias-primas alimentícias.

Segundo Padilla et al. (1996), o Índice de Absorção de Óleo (IAO) é atribuído principalmente à combinação de gordura aos grupos não polares das proteínas ou à disponibilidade de grupos lipofílicos e reflete a capacidade de absorção e retenção de óleo vegetal da farinha. O IAO encontrado (10,57 g óleo g^{-1}) foi superior ao da farinha de trigo (2,73 mL g^{-1}) obtida por Ribeiro (2014).

López et al. (1996) relataram que as fibras têm propriedade de absorver óleo devido à presença de lignina na composição química, sendo as fibras insolúveis as que absorvem maior quantidade de óleo, quando comparadas às fibras solúveis. O expressivo valor de IAO encontrado neste trabalho pode ser atribuído ao fato da FCA, segundo Sobrinho (2014), apresentar maior percentual de fibras insolúveis (49,80%) do que solúveis (17,55%).

As farinhas com elevado IAO podem ser utilizadas em alimentos ricos em gordura e emulsões por facilitarem a estabilização (Gricelmo-Miguel et al., 1999). Entretanto, segundo Betancur-Ancona et al. (2003), um baixo IAO está associado à diminuição da absorção do colesterol, podendo estes produtos serem úteis na alimentação de pacientes hipercolesterolêmicos.

Para o parâmetro físico de densidade aparente, o resultado obtido foi de 0,21 g mL^{-1}. Resultados superiores foram encontrados por Alcântara et al. (2012) na farinha de casca de maracujá (0,345 g mL^{-1}). As diferenças na densidade das farinhas apresentadas podem ser atribuídas às alterações nas estruturas físicas das matrizes das diferentes matérias-primas utilizados (Pereira et al., 1999).

Análises físico-químicas

Os resultados dos parâmetros físico-químicos da farinha de coprodutos de acerola estão apresentados no quadro 2.

O teor de umidade encontrado para FCA é considerado alto, e embora o número de dados na literatura referente à caracterização da FCA para a alimentação humana seja limitado, o percentual de umidade é considerado superior ao trabalho de Abud & Narain (2009), que encontraram, para farinha de coprodutos de acerola, valores médios de 7,02 g $100g^{-1}$.

A determinação do teor proteico da FCA resultou no valor médio de 8,17%. Silva et al. (2011) também caracterizaram farinha de bagaço e semente de acerola, encontrando percentual proteico equivalente a 7,04±0,05%. Mendes (2013) caracterizou farinhas de casca de abacaxi e de casca de manga obtendo percentuais médios de 4,49± 0,40% e 2,19± 0,82%, respectivamente.

O valor médio de lipídios foi de 1,23%, sendo inferior ao de farinha de trigo (3,45%) e de farinha de fruta-pão (3,85%), segundo Cavallini (2015). O processo de oxidação de lipídios insaturados faz com que se inicie uma série complexa de reações com radicais livres, que produzem compostos de importante impacto sobre as propriedades sensoriais e a estabilidade oxidativa de farinhas durante a estocagem e o armazenamento (Ortolan et al., 2010).

Com relação ao teor de cinzas (resíduo mineral fixo), o valor encontrado foi de 2,37%. Em farinha de coprodutos de acerola, Silva et al. (2011) encontraram resultado próximo de 1,99%. Tal diferença pode ser explicada por diversos fatores, como a composição do solo, que pode interferir na presença de minerais nos alimentos (Ordoñez, 2005).

O teor de carboidratos da FCA foi de 67,95%. Couto (2007) obteve um percentual de carboidratos de 79,52% para farinha de casca de pequi. Para farinha de trigo, Cavallini (2015) encontrou percentual de 73,84%.

O valor de pH da FCA foi de 3,60, similar ao da farinha de coprodutos de acerola (3,87) caracterizada por Abud & Narain (2009). Cavallini (2015), na caracterização de farinha de fruta-pão, obteve valor de pH 6,34. Valores maiores de pH podem influenciar na qualidade e na durabilidade da farinha, visto que produtos com menor pH (mais ácidos) são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração por micro-organismos (Couto, 2007).

Para o parâmetro Aw, o valor obtido foi de 0,572. De acordo com Gava et al. (2007), alimentos com Aw inferior a 0,6 são microbiologicamente estáveis, uma vez que os micro-organismos contaminantes não encontram condições favoráveis para desenvolvimento e multiplicação.

Os resultados obtidos mostram que a farinha de coprodutos do processamento de acerola desenvolvida neste trabalho encontra-se dentro da faixa estabelecida para alimentos secos e estáveis do ponto de vista microbiológico, uma vez que apresenta umidade menor

que 25% e Aw inferior a 0,6, faixa considerada mínima para o desenvolvimento de micro-organismos (Gava et al., 2007).

Conclusões

O expressivo percentual de intumescimento e absorção de óleo caracteriza a farinha de coprodutos do processamento de acerola como tendo elevado potencial de hidratação. As condições desfavoráveis para o desenvolvimento e multiplicação de micro-organismos possibilitam, de forma segura, a sua utilização e aplicação em produtos alimentícios. Além disso, é uma alternativa para a redução do impacto ambiental gerado pelo descarte inadequado dos coprodutos do processamento de acerola.

Referências

Abud, A.K.S. & Narain, N. 2009. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. *Brazilian Journal* of *Food Technology* 12(4):257-265.

Aguiar, T.M., Rodrigues, F.S., Santos, E.R. & Sabaa-Sur, A.U.O. 2010. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição 35(2):91-102.

Alcântara, S.R., Sousa, G.A.B., Almeida, F.A.C. & Gomes, J.P. 2012. Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais 14:473-478.

Aquino, A.C.M.S., Móes, R.S., Leão, K.M.M., Figueiredo, A.V.D. & Castro, A.A. 2010. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com farinha de resíduos de acerola. Revista do Instituto Adolfo Lutz 69(3):379-386.

Betancur-Ancona, D., Peraza-Mercado, G., Moguelordoñez, Y. & Fuertes-Blanco, S. 2004. Physicochemical characterization of lima bean (*Phaseolus lunatus*) and jack bean (*Canavalia ensiformis*) fibrous residues. Food Chemistry 84:287-295.

Cavallini, O.F. 2015. Caracterização físico-química do amido e da farinha da fruta-pão (*Artocarpus altilis*) e aplicação em pão de forma. 2015. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.

Couto, E.M. 2007. Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na elaboração de pão de forma. 2007. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2007.

CRN (Conselho Regional de Nutricionistas). 2012. O aluno de nutrição na busca de um mundo sustentável. São Paulo: Conselho Regional de Nutricionistas da Terceira Região.

Freitas, C.A.S., Maia, G.A., Costa, J.M.C., Figueiredo, R.W. & Sousa, P.H.M. 2006. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. Revista Brasileira de Agrociência 12:395-400.

Garmus, T.T., Bezerra, J.R.M.V., Rigo, M. & Córdova, K.R.V. 2009. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.). *Revista* Brasileira de Tecnologia Agroindustrial 3(2):56-65.

Gava, A.J., Silva, C.A.B. & Frias, J.R.G. 2007. Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2009. 512p.

Gricelmo-Miguel, N., Carrerasboladeras, E. & Martín-Belloso, O. 1999. Development of high-fruit-dietary-fibre muffins. European Food Research and Technology 210(2):123-128.

IAL (Instituto Adolf Lutz). 2008. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: 5.ed., 2008. 1020p.

López, G., Ros, G., Rincon, F., Periago, M.J., Martínez, M.C. & Ortuño, J. 1996. Relationship between physical and hydration properties of soluble and insoluble fiber of artichoke. Journal of Agriculture and Food Chemistry 44(9):2773-2778.

Marques, T.R. 2013. Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: Farinhas e barras de cereais. 2013. 103f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica), Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

Mendes, B.A.B. 2013. Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga. 2013. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

Ordoñez, J.A. 2005. Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, v.2, 280p.

Ortolan, F., Heckttheuer, L.H. & Miranda, M.Z. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (-4ºC) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. Ciência e Tecnologia de Alimentos 30(1):55-59.

Padilla, F.C., Alvarez, M.T. & Alfaro, M.J. 1996. Functional properties of barinas nut flour (*Caryodendron orinocense* Karst., Euphorbiaceae) compared to those of soybean. Food Chemistry 57(2):191-196.

Pereira. J., Ciacco, C.F., Vilela, E.R. & Teixeira, A.L.S. 1999. Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas. Food Science and Technology 19(2):287-293.

Ribeiro, G.P. 2014. Elaboração e caracterização de farinhas de quinoa, linhaça dourada e soja para aplicação em biscoitos doce sabor coco. 2014. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Seibel, N.F & Beléia, A.D.P. 2009. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. Brazilian Journal Food Technology 12(2):113-122.

Silva, I.F.B., Sousa, B.A.A., Beserra, A., Silva, W.A. & Medeiros, G.C.A. 2011. Elaboração de biscoitos tipo *cookies* com farinha de resíduos do processamento de polpa de acerola. In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia, 2011, Sousa-PB. Anais... Sousa-PB.

Sobrinho, I.S.B. 2014. Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas. 2014. 166f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

Sousa, M.S.B., Vieira, L.M., Silva, M.J.M. & Lima, A. 2011. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. Ciência e Agrotecnologia 35(3):554-559.

Vasconcelos, V.R., Neiva, J.N.M. & Pimentel, J.C.M. 2002. Utilização de subprodutos do processamento de frutas na alimentação de caprinos e ovinos. In: Seminário Nordestino de Pecuária (PECNORDESTE), 2002. Fortaleza. Anais... Fortaleza.

Quadro 1 - Parâmetros físicos da farinha de coprodutos do processamento de acerola.

Parâmetros Físicos*	
Intumescimento (mL g^{-1})	8,09 ± 0,38
Índice de absorção de óleo (g óleo g^{-1})	10,57 ± 0,53
Densidade aparente (g mL^{-1})	0,21 ± 0,02

* Média de três repetições seguida de desvio-padrão.

Quadro 2 - Parâmetros físico-químicos da farinha de coprodutos de acerola.

Parâmetros Físico-Químicos*	
Umidade (%)	20,32 ± 0,01
Proteína (%)	8,17 ± 0,08
Lipídios (%)	1,23 ± 0,37
Cinzas (%)	2,37 ± 0,14
Carboidratos (%)	67,95 ± 0,46
pH	3,60 ± 0,32
Aw	0,572 ± 0,08

* Média de três repetições seguida de desvio-padrão.