

Caracterização física e química de farinha de arroz, farinhas de cascas de abacaxi e banana e farinha de sementes de abóbora

Physical and chemical characterization of rice flour, pineapple and banana peel flour and pumpkin seed flour

Caracterización física y química de harina de arroz, harinas de cáscara de piña y banano y harina de semillas de calabaza

Recebido: 06/08/2020 | Revisado: 07/08/2020 | Aceito: 20/08/2020 | Publicado: 23/08/2020

Rafael Ribeiro Fortes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3983-8401>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: rafaelfortes1997@gmail.com

Thalita Caroline Silva Brigagão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9197-5804>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: thabrigagao@gmail.com

Carina Oliveira Lourenço

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8558-6025>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: carina_oliveira22@hotmail.com

Elisângela Elena Nunes Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1124-8066>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: elisangelacarvalho@dca.ufla.br

Olga Luisa Tavano

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4319-4661>

Universidade Federal de Alfenas, Brasil

E-mail: olga.tavano@unifal-mg.edu.br

José Antonio Dias Garcia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4024-3045>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: jose.garcia@ifsuldeminas.edu.br

Aline Manke Nachtigall

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9691-0361>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: aline.manke@ifsuldeminas.edu.br

Brígida Monteiro Vilas Boas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9010-2972>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Brasil

E-mail: brigida.monteiro@ifsuldeminas.edu.br

Resumo

A produção de farinhas é uma forma de aproveitar partes de frutas e hortaliças que são descartadas e uma alternativa na elaboração de produtos alimentícios livres de glúten, juntamente com a farinha de arroz. Objetivou-se avaliar as características físicas e químicas da farinha de arroz (FA), farinha de casca de abacaxi (FCA), farinha de casca de banana (FCB) e farinha de semente de abóbora (FSA). A FA foi adquirida no comércio. As cascas de banana e abacaxi foram secas em desidratadora de bandejas e as sementes de abóbora torradas em fogão industrial, em seguida moídas e analisadas. A FCB apresentou menor valor L*, ou seja, mais escura, além de menor ângulo hue e maior valor a*, resultado contrário foi observado na FA. A FCB apresentou maior teor de umidade (9,91%), seguida da FA (7,95%), FCA (5,67%) e FSA (4,11%). A FSA apresentou alto teor de lipídeos (35,41%). As FCA e FCB tiveram os maiores teores de fibras solúveis (5,25% e 6,20%, respectivamente) e a FCA o maior teor de fibra insolúvel (45,06%). Não foi detectada atividade de inibição de tripsina nas farinhas. As FCA e FCB tiveram os maiores teores de fenólicos totais, logo maior atividade antioxidante. A FSA apresentou entre o conjunto de seus fenólicos, compostos com maior poder antioxidante, devido ao maior índice PAOXI. Conclui-se que as FCA, FCB e FSA apresentaram alto teor de fibras, fenólicos totais e atividade antioxidante, sendo uma opção para o enriquecimento de alimentos.

Palavras-chave: Farinhas livres de glúten; Aproveitamento de resíduos; Cor; Fibras; Antioxidante.

Abstract

Flour production is a way to use parts of fruits and vegetables that are discarded and an alternative in the production of gluten-free products, together with rice flour. The objective was to evaluate the physical and chemical characteristics of rice flour (RF), pineapple peel

flour (PPF), banana peel flour (BPF) and pumpkin seed flour (PSF). RF was acquired in market. The banana and pineapple peels were dried in a tray dehydrator and the pumpkin seeds roasted on an industrial stove, then ground and analyzed. The BPF showed a lower L* value, that is, darker, in addition to a lower hue angle and a higher a* value, the opposite result was observed in RF. BPF had a higher moisture content (9.91%), followed by RF (7.95%), PPF (5.67%) and PSF (4.11%). The PSF had a high content of lipids (35.41%). PPF and BPF had the highest soluble fibers contents (5.25% and 6.20%, respectively) and PPF the highest insoluble fiber content (45.06%). No trypsin inhibiting activity was detected in the flours. PPF and BPF had the highest total phenolics contents, thus greater antioxidant activity. The PSF presented among the set of its phenolics, compounds with greater antioxidant power, due to the higher PAOXI index. It is concluded that the PPF, BPF and PSF presented high fiber content, total phenolics and antioxidant activity, being an option for food enrichment.

Keywords: Gluten-free flours; Use of waste; Color; Fibers; Antioxidant.

Resumen

La producción de harinas es una forma de aprovechar partes de frutas y hortalizas que son desechadas y una alternativa en la elaboración de productos alimenticios libres de gluten, juntamente con la harina de arroz. El objetivo fue evaluar las características físicas y químicas de las harinas: de arroz (HA), de cáscara de piña (HCP), de cáscara de banano (HCB) y de semilla de calabaza (HSC). La HA fue adquirida en el comercio. Las cáscaras de banano y piña se secaron en una deshidratadora de bandejas y las semillas tostadas en cocina industrial, enseguida fueron molidas y analizadas. La HCB presentó menor valor L*, o sea, más oscura, además de menor ángulo hue y mayor valor a*, resultado contrario fue observado en la HA. La HCB presentó mayor contenido de humedad (9,91%), seguida de la HA (7,95%), HCP (5,67%) y HSC (4,11%). La HSC presentó alto contenido de lípidos (35,41%). Las HCP y HCB tuvieron los mayores contenidos de fibras solubles (5,25% y 6,20%, respectivamente) y la HCP el mayor contenido de fibra insoluble (45,06%). No se detectó actividad de inhibición de la tripsina en las harinas. Las HCP y HCB tuvieron los mayores contenidos de fenólicos totales, por consiguiente mayor actividad antioxidante. La HSC presentó entre el conjunto de sus fenólicos, compuestos con mayor poder antioxidante, en virtud del mayor índice PAOXI. Se concluye que las HCP, HCB y HSC presentaron alto contenido de fibras, fenólicos totales y actividad antioxidante y son una opción para el enriquecimiento de alimentos.

Palabras clave: Harinas libres de gluten; Uso de residuos; Color; Fibras; Antioxidante.

1. Introdução

As indústrias de processamento de frutas e hortaliças geram milhões de toneladas de resíduos significativos de subprodutos (cascas, sementes, entre outros) todos os anos, causando sérios problemas ambientais se não forem tratados. Estes subprodutos têm o potencial para serem convertidos em produtos comestíveis e considerados como matéria-prima, de baixo custo e acessível. Muitas das vezes, eles são ricos em carboidratos, fibras, minerais e tem alta atividade antioxidante, sendo boa fonte de nutrientes e componentes funcionais (Kowalska et al., 2017; Rico et al., 2020; Roda & Lambri, 2019).

O aproveitamento de cascas, talos e outros componentes descartados pela agroindústria mostra-se uma boa alternativa na alimentação humana, para auxiliar no combater à fome, à miséria e ao desperdício, promovendo a segurança alimentar e o consumo integral de alimentos (Damiani et al., 2011). As cascas das frutas apresentam, em geral, teores de nutrientes maiores do que os das suas respectivas partes comestíveis. Desta forma, as cascas das frutas podem ser consideradas como fonte alternativa de nutrientes (Gondim et al., 2005).

De acordo com Araújo et al. (2017), o processo de secagem pode ser uma alternativa viável ao aproveitamento dos resíduos de cascas de frutas, visto que o seu potencial nutritivo é conservado pela secagem e sua perecibilidade diminuída, tornando-se um produto antes sem valor e descartável em um produto de valor nutritivo e econômico.

Portanto, a produção de farinha a partir de cascas e sementes de frutas e hortaliças é uma forma viável para o aproveitamento destas partes que normalmente são descartadas, pois é possível utilizar esta farinha em diversos produtos principalmente nos de panificação, juntamente com a farinha de arroz como opção para elaboração de produtos livres de glúten.

A doença celíaca é uma doença autoimune caracterizada pela intolerância a ingestão de glúten, presente em cereais como cevada, centeio, trigo e malte, por indivíduos geneticamente predispostos. Esta doença causa uma inflamação grave no intestino que pode levar à desnutrição por má absorção de nutrientes. Seu tratamento consiste na exclusão total do glúten da dieta (Pratesi & Gandolfi, 2005; Silva & Furlanetto, 2010). A maioria dos produtos alimentícios livres de glúten no mercado é rico em amido, mas pobre em termos de outros nutrientes, ingredientes funcionais e benéficos para a saúde (Türker, Savlak & Kaşıkçı, 2016).

A ingestão limitada de fibra alimentar na dieta livre de glúten juntamente com outros nutrientes deficientes é a principal preocupação para os celíacos, pois a farinha de trigo é

substituída por farinha de arroz e amidos disponíveis comercialmente, o que resulta em menor ingestão de fibra alimentar. As pesquisas populacionais indicaram um menor consumo de fibra alimentar por celíacos (Arslan et al., 2019).

Portanto, o uso de farinhas de cascas e sementes de frutos é uma opção na elaboração de produtos alimentícios livres de glúten, em substituição total ou parcial da farinha de arroz. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características físicas e químicas das farinhas de arroz, casca de abacaxi, casca de banana e semente de abóbora.

2. Metodologia

2.1. Obtenção das farinhas

A farinha de arroz marca RisoVita foi adquirida em um supermercado, no município de Machado/MG. As cascas de banana madura 'Anã' (*Musa spp.*) foram obtidas em propriedades rurais do município de Carvalhópolis/MG. As cascas de abacaxi 'Pérola' (*Ananas comosus* L. Merrill.) foram doadas por lanchonetes e as sementes de abóboras maduras (*Cucurbita moschata*) por uma fábrica de doce, ambas situadas no município de Machado/MG. As farinhas das cascas de abacaxi, cascas de banana e sementes de abóbora foram elaboradas na Cozinha Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - *Campus* Machado. As cascas de banana e de abacaxi foram lavadas em água corrente e sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm, por 15 minutos. As cascas foram cortadas, manualmente, e posteriormente secas por 8 horas a 60°C em desidratadora de bandejas marca Macanuda, com circulação forçada de ar. As sementes de abóbora foram torradas, em fogo médio, com auxílio de uma panela de alumínio usando fogão industrial marca ROA, cerca de 15 minutos, até apresentarem cor ligeiramente dourada e desprenderem aroma característico, foram, então, resfriadas à temperatura ambiente. Após a secagem, as cascas de banana e abacaxi e as sementes de abóbora foram trituradas separadamente, em moinho multi-uso marca Tecnal, obtendo-se as respectivas farinhas que foram acondicionadas em potes de vidro hermeticamente fechados.

2.2. Análises físicas e químicas das farinhas

As seguintes análises foram realizadas nas farinhas:

Valor L*, a*, b*, ângulo hue e croma - as leituras dos valores L*, a*, b*, ângulo hue e croma foram realizadas utilizando-se um colorímetro marca Minolta, com iluminante D₆₅, ângulo de observação de 10° e no sistema de cor CIEL*a*b* (Minolta, 1998).

Umidade - determinada segundo a técnica gravimétrica, com emprego de calor em estufa marca Solab a 105°C, até obtenção de massa constante (AOAC, 2012). Os resultados foram expressos em g/100 g.

Lipídeos - a determinação foi realizada por extração com éter etílico em aparelho extrator do tipo Soxhlet marca Tecnal (AOAC, 2012). Os resultados foram expressos em g/100 g.

Fibra alimentar solúvel e insolúvel - as fibras solúveis e insolúveis foram determinadas por método enzimático-gravimétrico com utilização das enzimas α -amilase, protease e amiloglicosidase (AOAC, 2012). Os resultados foram expressos em g/100 g.

Atividade de inibição de tripsina - determinada segundo metodologia de Kakade et al. (1974), pelo ensaio enzimático, utilizando como substrato o benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida (BAPA), conforme descrita pela AACC (1976). Os resultados foram expressos em unidades de tripsina inibidas (UTI)/mg.

Fenólicos totais - determinados utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu conforme metodologia de Lu et al. (2011), com modificações, sendo a leitura realizada em 750 nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico/g.

Atividade antioxidante - determinada conforme o proposto por Ahn, Kim & Je (2014), pelo método ABTS [2,2' - azino - bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)]. Os resultados foram expressos em μ mol de equivalente de Trolox/g.

Índice antioxidante fenol (PAOXI) - calculado através da divisão da atividade de antioxidante (μ mol de equivalente de Trolox/g) pela concentração total de fenólicos (mg de equivalente de ácido gálico/g) (Vinson et al., 1998).

2.3. Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com 4 blocos. As análises estatísticas foram realizadas usando-se o programa Sisvar. Após a análise de variância, as médias foram comparadas mediante o Teste Scott-Knott a 5% (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

A farinha de casca de banana apresentou menor valor L* (Tabela 1), ou seja, coloração mais escura comparada as outras farinhas, conforme Figura 1, uma vez que o zero corresponde ao preto e o cem ao branco. De acordo com Vu, Scarlett & Vuong (2017), esta mudança de cor pode ser explicada pela degradação dos pigmentos, oxidação de polifenol, bem como reações de escurecimento não enzimático (caramelização e a reação de Maillard) que ocorrem durante o processo de secagem. Além do escurecimento enzimático que é um problema bem conhecido na banana (Mahloko et al., 2019).

Tabela 1: Valores médios de L*, a*, b*, ângulo hue e croma das farinhas de arroz, casca de abacaxi, casca de banana e semente de abóbora.

Farinhas	Valor L*	Valor a*	Valor b*	Ângulo hue	Croma
Arroz	86,59 a	-0,30 c	5,49 d	93,16 a	5,50 d
Casca de abacaxi	61,69 b	3,38 b	18,89 b	79,85 c	19,19 b
Casca de banana	43,39 d	4,62 a	13,19 c	70,69 d	13,97 c
Semente de abóbora	59,49 c	3,47 b	27,83 a	82,90 b	28,04 a

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knott ($p < 0,05$).
Fonte: Autores (2020).

Figura 1: Farinhas de arroz (A), casca de abacaxi (B), casca de banana (C) e semente de abóbora (D).



Fonte: Autores (2020).

Mahloko et al. (2019) também verificaram que a secagem da casca de banana madura em secador de forno a 60°C resultou em grandes mudanças na cor da farinha, produzindo uma cor marrom escura. Estes autores encontraram os seguintes resultados para o valor L* (34,63), a* (6,03), b* (13,23), ângulo hue (65,53) e croma (14,53), apenas o valor L* foi inferior.

Enquanto Alkarkhi et al. (2011) observaram valor L^* médio de $37,62 \pm 3,07$ para farinha de casca de banana Cavendish madura. Silva et al. (2020b) relataram que a farinha de casca de banana 'Prata' madura apresentava cor marrom. Estes autores observaram valor L^* , ângulo hue e croma, respectivamente, de $40,83 \pm 0,61$; $62,00 \pm 0,12$ e $27,15 \pm 0,29$, sendo que somente o valor de croma foi superior ao encontrado neste trabalho.

A farinha de arroz apresentou coloração mais clara, este resultado deve-se ao processo de sua obtenção, pois é utilizado apenas o endospermas do grão. Barbosa et al. (2006) ao caracterizarem este mesmo tipo de farinha encontraram maior valor L^* (95,41). As farinhas de casca de abacaxi, casca de banana e semente de abóbora, por suas características peculiares de coloração, apresentaram menor valor L^* em comparação com a farinha de arroz (Tabela 1).

Araújo et al. (2017) também observaram menor valor L^* (28,62) para a farinha de casca de banana Pacovan em relação a farinha da casca de abacaxi 'Pérola' (45,23), devido ao fato do abacaxi apresentar coloração esbranquiçada, espera-se uma coloração mais clara, o que está de acordo com o valor L^* verificado. A cor consiste em um atributo de grande importância, sendo um parâmetro capaz de influenciar a aceitação dos produtos.

A farinha de casca de banana apresentou maior valor a^* e a farinha de semente de abóbora o maior valor b^* (Tabela 1). O ângulo hue caracteriza diferentes tonalidades de cor, sendo que 0° corresponde a cor vermelha, 90° amarelo, 180° verde e 270° azul, enquanto que a cromaticidade ou saturação de cor (C^*) indica a intensidade da cor. De acordo com a Tabela 1, a farinha de arroz apresentou maior valor de ângulo hue (93,19), próximo ao ângulo de 90° (cor amarela) e menor valor de croma (5,50), ou seja, menor intensidade de cor. Por outro lado, a farinha de casca de banana apresentou coloração menos amarelada que as demais.

Os resultados do teor de umidade, lipídeos, fibra solúvel e insolúvel das farinhas encontram-se na Tabela 2. A legislação brasileira não estabelece valor máximo de umidade para farinhas de resíduos de frutas. No entanto, farinhas, amido de cereais e farelos devem possuir valor máximo de 15% (Brasil, 2005), estando todas farinhas analisadas dentro do especificado pela legislação.

Tabela 2: Valores médios (g/100g) de umidade, lipídeos, fibra solúvel e insolúvel das farinhas de arroz, casca de abacaxi, casca de banana e semente de abóbora.

Farinhas	Umidade	Lipídeos	Fibra solúvel	Fibra insolúvel
Arroz	7,95 b	0,93 c	2,06 b	1,79 d
Casca de abacaxi	5,67 c	0,67 c	5,25 a	45,06 a
Casca de banana	9,91 a	3,55 b	6,20 a	27,39 b
Semente de abóbora	4,11 d	35,13 a	3,51 b	21,84 c

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knott ($p < 0,05$).
Fonte: Autores (2020).

A farinha de casca de banana apresentou maior teor de umidade, seguida das farinhas de arroz, de casca de abacaxi e de semente de abóbora (Tabela 2). O maior teor encontrado na farinha de casca de banana deve-se ao teor de umidade da matéria prima, pois as cascas de banana e de abacaxi foram expostas às mesmas condições de tempo e temperatura durante o processo de secagem. Silva et al. (2020a) observaram teores de umidade para cascas de banana de $85,19 \pm 0,34\%$ e para farinha de casca de banana de $9,25 \pm 0,17\%$, e para cascas de abacaxi de $82,05 \pm 0,09\%$ e para farinha de casca de abacaxi de $5,36 \pm 0,06\%$, estando de acordo com o observado no presente trabalho.

A farinha de semente de abóbora apresentou menor teor de umidade (4,11%) e maior de lipídeos (35,13%) em comparação as demais farinhas (Tabela 2). O mesmo foi observado por Anjos et al. (2017), que encontraram teores de umidade (4,46%) e de lipídeos totais (35,94%) para farinhas de semente de abóbora (*Cucurbita moschata*), obtidas pelo processo de secagem em estufa com circulação de ar a 60°C , por 14 horas. Estes autores concluíram que a farinha de semente de abóbora é uma boa alternativa para aplicação em produtos de panificação, pois determina um produto mais rico nutricionalmente, resultante do aumento nos teores de lipídios, proteínas e fibras.

A farinha de casca de abacaxi apresentou menor teor de lipídeos em relação as demais farinhas (Tabela 2). Damasceno et al. (2016) observaram que a farinha de casca de abacaxi ‘Pérola’ possui umidade de $6,78 \pm 0,50\%$ e baixo teor de gordura ($1,17 \pm 0,08\%$), sendo este último valor superior ao encontrado no presente trabalho.

As farinhas de casca de abacaxi e de casca de banana apresentaram estatisticamente maiores teores de fibra solúvel, e a de casca de abacaxi o maior teor de fibra insolúvel em comparação as demais (Tabela 2). Tendo em vista a RDC 54/2012 as farinhas de casca de

abacaxi, casca de banana e semente de abóbora podem ser consideradas com alto teor de fibras, pois apresentaram teores superiores a 6,0 g/100 g (Brasil, 2012).

Santos et al. (2017) ao determinar a composição centesimal de farinha obtida a partir da casca de abacaxi encontraram 5,09% de fibra solúvel e 32,61% de fibra insolúvel. Enquanto Leonel, Leonel & Sampaio (2014) observaram teores de fibra solúvel e insolúvel ao caracterizarem farinha de abacaxi 'Smooth Cayenne', de 2,31% e 35,26%, respectivamente.

Silva et al. (2020b) também verificaram que a farinha de casca de banana 'Prata' madura possui alto teor de fibra alimentar, com a porção insolúvel em maior concentração. Silva et al. (2015) observaram teores, expressos em base seca, de fibras de $32,95 \pm 0,38\%$ e de lipídeos de $38,10 \pm 1,12\%$ para farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*). Estes autores verificaram que esta farinha é uma fonte nutricional importante, pois contém teores elevados de fibras, proteínas, ácidos graxos poli-insaturados e cálcio.

A farinha de arroz apresentou menores teores de fibra solúvel e insolúvel, estando estes valores de acordo com Souza et al. (2013). Logo, adicionar farinhas de casca de abacaxi, casca de banana e semente de abóbora em produtos alimentícios é uma alternativa viável para aumentar o teor de fibras, consequentemente os benefícios a saúde, além de ser uma opção viável para complementar esse importante nutriente na dieta livre de glúten.

Não foi detectada atividade de inibição de tripsina nas farinhas de casca de abacaxi e de banana, semente de abóbora e farinha de arroz, possibilitando seu uso em produtos alimentícios. Alguns autores usaram estas farinhas na elaboração de produtos de panificação, como pães (Anjos et al., 2017), biscoitos (Silva et al., 2015; Sousa et al., 2020), bolos (Oliveira et al., 2020; Türker, Savlak & Kaşıkçı, 2016).

Os resultados dos fenólicos totais, atividade antioxidante e índice PAOXI das farinhas encontram-se na Tabela 3. Em relação ao teor de fenólicos totais, a farinha de casca de banana apresentou maior valor, diferindo-se estatisticamente das demais (Tabela 3). De acordo com Rufino et al. (2010), os teores de fenólicos totais da farinha de casca de abacaxi e de banana são considerados altos.

Tabela 3: Teores médio de fenólicos totais (mg de equivalente de ácido gálico/g), atividade antioxidante - método ABTS⁺ (μmol de equivalente de Trolox/g) e índice PAOXI das farinhas de arroz, casca de abacaxi, casca de banana e semente de abóbora.

Farinhas	Fenólicos totais	Atividade antioxidante	Índice PAOXI
Arroz	189,39 d	2.069,38 d	11,13 b
Casca de abacaxi	6.838,79 b	57.922,47 b	8,48 c
Casca de banana	10.214,15 a	125.715,30 a	12,31 b
Semente de abóbora	963,11 c	14.970,33 c	15,55 a

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knott ($p < 0,05$).
Fonte: Autores (2020).

Para a atividade antioxidante todas as farinhas diferiram-se estatisticamente entre si, sendo que a farinha de casca de banana apresentou maior valor, seguida das farinhas de cascas de abacaxi, de semente de abóbora e por último da farinha de arroz (Tabela 3). A maior atividade antioxidante apresentada pela farinha de casca de banana se deve provavelmente ao elevado teor de fenólicos desta farinha.

De acordo Silva et al. (2020a), o teores de compostos fenólicos foram maiores nas farinhas de cascas de abacaxi, de banana, de lichia e de mamão em comparação com as respectivas cascas *in natura*, indicando que o processo de secagem, em estufa com circulação de ar forçado a 55°C, promoveu a concentração desses compostos, e constitui uma excelente alternativa para a utilização desses subprodutos como fonte de nutrientes. Estes autores também observaram que a atividade antioxidante (ensaio ABTS) foi significativamente maior nas farinhas de cascas de abacaxi e de banana quando comparada com as cascas.

Rebello et al. (2014) também relataram que a farinha de casca de banana (grupo Cavendish, grau 5 de coloração da casca) possui uma elevada atividade antioxidante (242,4 μmol Trolox-eq/g), no entanto este valor foi inferior ao encontrado no presente trabalho. Segundo os autores, este resultado se deve a presença de compostos fenólicos na casca de bananas.

Silva et al. (2020b) observaram que a atividade antioxidante apresentou forte correlação positiva com o teor de compostos fenólicos totais da farinha de casca de banana 'Prata'. Segundo este autores. a casca de banana é um resíduo de fácil disponibilidade e baixo custo, do qual é possível obter uma farinha que contém compostos bioativos, propriedades antioxidantes, altos níveis de carboidratos e fibras alimentares, e pode ser uma fonte alternativa para o desenvolvimento de novos produtos.

O Índice Antioxidante de Fenólicos (PAOXI) relaciona o teor de fenólicos totais de uma amostra e seus potenciais como antioxidantes. A farinha de semente de abóbora apresentou maior índice PAOXI, ou seja, uma vez que o conjunto dos fenólicos totais de uma amostra é composto por diferentes componentes, aqueles compostos fenólicos presentes na farinha de semente de abóbora se apresentam com maior potencial para captura de elétrons do que os conjuntos de compostos encontrados nas demais farinhas, pois segundo Vinson et al. (1998), o PAOXI é um valor que indica a relação entre a qualidade, não somente a quantidade de antioxidantes presentes na amostra, apesar da farinha de casca de banana ter apresentado em resultados absolutos o mais alto teor de fenólicos totais e atividade antioxidante.

4. Considerações Finais

O uso das farinhas de casca de abacaxi, casca de banana e semente de abóbora em produtos alimentícios é uma ótima alternativa para o enriquecimento de alimentos, pela quantidade de fibras, fenólicos totais e atividade antioxidante.

Além da contribuição nutricional, o uso desses resíduos na alimentação humana é uma fonte de renda e reduz os resíduos gerados e o impacto ambiental.

Agradecimentos

Ao CNPq, FAPEMIG, e IFSULDEMINAS pelo apoio financeiro.

Referências

AACC (American Association of Cereal Chemists) (1976). *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. (9a ed.), Saint Paul.

Ahn, C. B., Kim, J. G., & Je, J. I. (2014). Purification and antioxidant properties of octapeptide from salmon byproduct protein hydrolysate by gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 147, 78–83. doi:10.1016/j.foodchem.2013.09.136

Alkarkhi, A. F. M., Ramli, S. B., Yong, Y. S., & Easa, A. M. (2011). Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. *Food Chemistry*, 129(2), 312-318. doi:10.1016/j.foodchem.2011.04.060

Anjos, C. N., Barros, B. H. S., Silva, E. I. G., Mendes, M. L. M., & Messias, C. M. B. O. (2017). Desenvolvimento e aceitação de pães sem glúten com farinhas de resíduos de abóbora (*Cucurbita moschata*). *Arquivos de Ciências da Saúde*, 24(4), 58-62. doi:10.17696/2318-3691.24.4.2017.870

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2012). *Official Methods of Analysis*. 19th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg.

Araújo, K. T. A., Silva, R. M., Silva, R. C., Figueirêdo, R. M. F., & Queiroz, A. J. M. (2017). Caracterização físico-química de farinhas de frutas tropicais. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 7(2), 110-115.

Arslan, M., Rakha, A., Xiaobo, Z., & Mahmood, M. A. (2019). Complimenting gluten free bakery products with dietary fiber: opportunities and constraints. *Trends in food science & technology*, 83, 194-202. doi:10.1016/J.TIFS.2018.11.011

Barbosa, L. N., Garcia, L. V., Tolotti, K. D., Goellner, T., Augusto-Ruiz, W., & Santo, M. E. (2006). Elaboração de embutido tipo mortadela com farinha de arroz. *Vetor*, 16, 11-20.

Brasil. (2005). Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. *Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos*. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 23 set. 2005.

Brasil. (2012). Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. *Regulamento Técnico sobre a informação nutricional complementar*. Diário Oficial União. Brasília, DF, 13 nov. 2012.

Damasceno, K. A., Gonçalves, C. A. A., Pereira, G. S., Costa, L. L., Campagnol, P. C. B., Almeida, P. L., & Pereira, L. A. (2016). Development of cereal bars containing pineapple peel flour (*Ananas comosus* L. Merrill). *Journal of Food Quality*, 39, 417-424. doi:10.1111/jfq.12222

- Damiani, C., Almeida, A. C. S., Ferreira, J., Asquieri, E. R., Vilas Boas, E. V. B., & Silva, F. A. (2011). Doces de corte formulados com casca de manga. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(3), 360-369. doi:10.5216/pat.v41i3.9815
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042. doi:10.1590/S1413-70542011000600001
- Gondim, J. A. M., Moura, M. F. V., Dantas, A. S., Medeiros, R. L. S., & Santos, K. M. (2005). Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Food Science and Technology*, 25(4), 825-827. doi:10.1590/S0101-20612005000400032
- Kakade, M. L., Rackis, J. J., Mcghee, J. E., & Puski, G. (1974). Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chemistry*, 51(3), 376-388.
- Kowalska, H., Czajkowska, K., Cichowska, J., & Lenart, A. (2017). What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 150-159. doi:10.1016/j.tifs.2017.06.016
- Leonel, S., Leonel, M., & Sampaio, A. C. (2014). Processamento de frutos de abacaxizeiro cv smooth cayenne: perfil de açúcares e ácidos dos sucos e composição nutricional da farinha de cascas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(2), 433-439. doi:10.1590/0100-2945-274/13
- Lu, M., Yuan, B., Zeng, M., & Chen, J. (2011). Antioxidant capacity and major phenolic compounds of spices commonly consumed in China. *Food Research International*, 44, 530-536. doi:10.1016/j.foodres.2010.10.055
- Mahloko, L. M., Silungwe, H., Mashau, M. E., & Kgatla, T. E. (2019). Bioactive compounds, antioxidant activity and physical characteristics of wheat-prickly pear and banana biscuits. *Heliyon*, 5, e02479. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e02479
- Minolta. (1998). *Precise color communication: color control from perception to instrumentation*. Tóquio: Konica Minolta.

Oliveira, L. M. C., Pereira, M. J. L., Santos, D. C., Leite, D. D. F., Lima, T. L. B., & Gomes, J. P. (2020). Efeito das concentrações de farinha de cascas de banana e de sacarose nas características físicas e químicas de bolos. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019314. doi:10.1590/1981-6723.31419

Pratesi, R., & Gandolfi L. (2005). Doença celíaca: a afecção com múltiplas faces. *Jornal de Pediatria*, 81 (5), 357-358. doi:10.1590/S0021-75572005000600002

Rebello, L. P. G., Ramos, A. M., Pertuzatti, P. B., Barcia, M. T., Castillo-Muñoz, N., & Herмосín-Gutiérrez, I. (2014). Flour of banana (*Musa AAA*) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. *Food Research International*, 55, 397-403. doi: 10.1016/j.foodres.2013.11.039

Rico, X., Gullón, B., Alonso, J. L., & Yáñez, R. (2020). Recovery of high value-added compounds from pineapple, melon, watermelon and pumpkin processing by-products: An overview. *Food Research International*, 132, 109086. doi:10.1016/j.foodres.2020.109086

Roda, A., & Lambri, M. (2019). Food uses of pineapple waste and by-products: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 1009-1017. doi:10.1111/ijfs.14128

Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996-1002. doi:10.1016/j.foodchem.2010.01.037

Santos, C. C. S., Guimarães, P. B., Ramos, S. A., & Capobianco, M. (2017). Determinação da composição centesimal de farinha obtida a partir da casca de abacaxi. *Sinapse Múltipla*, 6(2), 341-344.

Silva, J. B., Schlabitz, C., Gräff, C., & Souza, C. F. V. (2015). Biscoitos enriquecidos com farinha de semente de abóbora como fonte de fibra alimentar. *Revista Destaques Acadêmicos, Lajeado*, 7(4), 174-184.

Silva, J. S., Ortiz, D. W., Garcia, L. G. C., Asquiere, E. R., Becker, F. S., & Damiani, C. (2020a). Effect of drying on nutritional composition, antioxidant capacity and bioactive compounds of fruits co-products. *Food Science and Technology*. doi:10.1590/fst.21419

Silva, V. D. M., Arquelau, P. B. F., Silva, M. R., Augusti, R., Melo, J. O. F., & Fante, C. A. (2020b). Use of paper spray-mass spectrometry to determine the chemical profile of ripe banana peel flour and evaluation of its physicochemical and antioxidant properties. *Química Nova*, 43(5), 579-585. doi:10.21577/0100-4042.20170521

Silva, T. S. D. G., & Furlanetto, T. W. (2010). Diagnóstico de doença celíaca em adultos. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 56 (1), 122-126. doi:10.1590/S0104-42302010000100027.

Sousa, R. S., Novais, T. S., Batista, F. O., & Zuñiga, A. D. G. (2020). Análise sensorial de cookie desenvolvidos com farinha da casca de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill). *Research, Society and Development*, 9(4), e45942816-e45942816. doi:10.33448/rsd-v9i4.2816

Souza, T. A. C., Soares Júnior, M. S., Campos, M. R. H., Souza, T. S. C., Dias, T., & Fiorda, F. A. (2013). Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. *Seminário: ciências agrárias*, 34(2), 717-728. doi:10.5433/1679-0359.2013v34n2p717

Türker, B., Savlak, N., & Kaşıkçı, M. B. (2016). Effect of green banana peel flour substitution on physical characteristics of gluten-free cakes. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 4 (Special Issue Nutrition in Conference October 2016), 197-204. doi:10.12944/CRNFSJ.4.Special-Issue-October.25

Vinson, J. A., Hao, Y., Su, X., & Zubik, L. (1998). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9), 3630-3634. doi:10.1021/jf980295o

Vu, H. T., Scarlett, C. J., & Vuong, Q. V. (2017). Effects of drying conditions on physicochemical and antioxidant properties of banana (*Musa cavendish*) peels. *Drying Technology*, 35(9), 1141-1151. doi:10.1080/07373937.2016.1233884

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Rafael Ribeiro Fortes – 20%

Thalita Caroline Silva Brigagão – 20%

Carina Oliveira Lourenço – 10%

Elisângela Elena Nunes Carvalho – 05%

Olga Luisa Tavano – 08%

José Antonio Dias Garcia – 05%

Aline Manke Nachtigall – 12%

Brígida Monteiro Vilas Boas – 20%