

Caracterização físico-química, microbiológica e da atividade antioxidante de farinhas de casca e amêndoa de manga (*Mangifera indica*) e sua aplicação em *brownie*

Physicochemical and microbiological characterization and antioxidant activity of mango

(*Mangifera indica*) peel and seed husk powder and its application in brownie

Caracterización físico-química, microbiológica e actividad antioxidante de harinas de almendra y cáscara de mango (*Mangifera indica*) y su aplicación em *brownie*

Recebido: 27/01/2021 | Revisado: 04/02/2021 | Aceito: 09/02/2021 | Publicado: 13/02/2021

Sabrina Alves Ramos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7808-0731>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: sabrinaalvesramos@gmail.com

Mauro Ramalho Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9565-2244>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: mauroramalhosilva@yahoo.com.br

Aureane Rodrigues Jacobino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9226-1130>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: aureanerodrigues@hotmail.com

Iasmin Alves Nani Damasceno

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0768-018X>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: iasminznani@hotmail.com

Sheyla Moreira Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0634-2066>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: rodriguesmsheyla@gmail.com

Gracielle Alves Carlos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2009-5476>
Fundação Ezequiel Dias, Brasil
E-mail: gracielle.carlos@funed.mg.gov.br

Viviane Netto Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0027-8144>
Fundação Ezequiel Dias, Brasil
E-mail: viviane.rocha@funed.mg.gov.br

Rodinei Augusti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9448-9518>
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
E-mail: augusti.rodinei@gmail.com

Júlio Onésio Ferreira Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7483-0942>
Universidade Federal de São João Del-Rei, Brasil
E-mail: onesiomelo@gmail.com

Michely Capobiango

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6016-4969>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: michely@pucminas.br

Resumo

O objetivo desse estudo foi desenvolver farinhas com amêndoa (FAM) e casca de manga (FCM), cultivar Tommy Atkins, caracterizar suas propriedades físico-químicas e microbiológicas, determinar atividade antioxidante e desenvolver *brownie* utilizando as farinhas. Ainda, identificar os compostos voláteis presentes nas farinhas, nos *brownies* e no cacau. Foi elaborado *brownie* de chocolate tradicional e com a substituição de 70% da farinha de trigo pela mistura das farinhas obtidas. As FAM e FCM apresentaram-se como fontes de nutrientes, com destaque ao alto

teor de fibras alimentares (média de 37%), e seguras do ponto de vista microbiológico. Além disto, as FAM e FCM são ricas em compostos fenólicos (4.495 e 3.340 mg AGE/100 g) e possuem elevada atividade antioxidante. O *brownie* elaborado com a mistura de farinhas apresentou perfil nutricional com maior valor de fibras, lipídeos e calorias que o tradicional. Considerando todas as amostras analisadas foram identificados 32 compostos voláteis. Nas farinhas foram encontrados compostos das classes de terpenos, aldeídos e éster. Já nos *brownies*, além das classes citadas, no tradicional foram identificados álcoois, pirazinas e ácidos graxos. No cacau foram encontrados hidrocarbonetos, pirazinas, terpenos, aldeídos, álcoois e ésteres. Dessa forma, pode-se afirmar que a utilização de coprodutos da manga é segura do ponto de vista microbiológico, contribui para o enriquecimento nutricional e funcional de preparações, assim como para a redução dos resíduos descartados no ambiente.

Palavras-chave: Antioxidantes; Compostos fitoquímicos; Compostos voláteis; Farinha de coproduto de fruta; Resíduo agrícola.

Abstract

The objective of this study was to develop flours with almond (FAM) and mango peel (MF), cultivate Tommy Atkins, characterize its physical-chemical and microbiological properties, determine antioxidant activity and develop brownie using the flours. Also, identify the volatile compounds present in flours, brownies and cocoa. A traditional chocolate brownie was prepared and with the replacement of 70% of the wheat flour by the mixture of the flours obtained. The MF and MF presented themselves as sources of nutrients, with emphasis on the high content of dietary fibers (average of 37%), and safe from the microbiological point of view. In addition, MF and MF are rich in phenolic compounds (4,495 and 3,340 mg AGE/100 g) and have high antioxidant activity. The brownie prepared with the flour mixture presented a nutritional profile with higher value of fibers, lipids and calories than the traditional one. Considering all samples analyzed, 32 volatile compounds were identified. In the flours were found compounds of the classes of terpenes, aldehydes and ester. In the brownies, in addition to the classes mentioned, alcohols, pyrazins and fatty acids were identified in the traditional. In cocoa, hydrocarbons, pyrazins, terpenes, aldehydes, alcohols and esters were found. Thus, it can be affirmed that the use of mango co-products is safe from a microbiological point of view, contributes to the nutritional and functional enrichment of preparations, as well as to the reduction of discarded residues in the environment.

Keywords: Antioxidants; Phytochemicals; Volatile compounds; Fruit by-product flour; Agricultural residue.

Resumen

El objetivo de este estudio fue desarrollar harinas con almendra (FAM) y cáscara de mango (FCM), cultivar Tommy Atkins, caracterizar sus propiedades físico-químicas y microbiológicas, determinar la actividad antioxidante e desarrollar *brownie* utilizando las harinas. Además de identificar los compuestos volátiles presentes en las harinas, en los *brownie* y en el cacao. Fue preparado el *brownie* de chocolate tradicional con la sustitución del 70% de la haría de trigo por la mezcla de harinas obtenidas. Las FAM y FCM se presentaron como fuentes de nutrientes, con destaque en el alto contenido de fibras dietéticas (promedio de 37%) y seguras desde el punto de vista microbiológico. Además, las FAM y FCM son ricas en compuestos fenólicos (4.495 y 3.340 mg AGE / 100 g) y tienen una alta actividad antioxidante. El *brownie* elaborado con la mezcla de harinas mostró un perfil nutricional con mayor valor en fibra, lípidos y calorías que el tradicional. Considerando todas las muestras analizadas, fueron identificados 32 compuestos volátiles. En las harinas se encontraron compuestos de las clases de los terpenos, aldehídos y ésteres. Ya en los *brownies*, además de las clases antes mencionadas, en los tradicionales, se identificaron alcoholes, pirazinas y ácidos grasos. En el cacao fueron encontrados hidrocarburos, pirazinas, terpenos, aldehídos, alcoholes y ésteres. Así, se puede decir que el uso de subproductos de mango es seguro desde el punto de vista microbiológico, contribuye al enriquecimiento nutricional y funcional de los preparados, así como a reducir los desechos que se descartan en el medio ambiente.

Palabras clave: Antioxidantes; Compuestos fotoquímicos; Compuestos volátiles; Harina de subproductos de frutas; Residuos agrícolas.

1. Introdução

A Segurança Alimentar e Nutricional é um direito universal do cidadão à alimentação saudável, acessível, de qualidade, em quantidade suficiente e de forma permanente (BRASIL, 2006). Entretanto, estima-se que no mundo todo 1,3 milhões de pessoas passaram por insegurança alimentar em nível moderado e cerca de 700 milhões de pessoas a níveis severos no ano de 2018, o que implica em acesso irregular a alimentação nutritiva e suficiente (FAO, 2019).

O uso de partes não convencionais dos alimentos tem se fortalecido como uma alternativa ao combate do desperdício e da insegurança alimentar, possibilitando a criação de novos produtos nutritivos de forma sustentável (Dantas et al., 2018).

Em contrapartida ao desperdício, coprodutos de frutas, por possuírem alto valor nutricional, podem ser utilizados na produção de farinhas que incrementam preparações (Marques et al., 2010; Lira et al., 2018; Ramos et al., 2020).

A casca da manga Tommy Atkins possui maiores conteúdos de proteínas, cinzas e fibra alimentar quando comparada à polpa do fruto (Marques et al., 2010). A amêndoa deste mesmo cultivar de manga possui consideráveis teores de proteínas, lipídeos, carboidratos e cinzas (Lima et al., 2019). Os coprodutos da manga, além de ricos nutricionalmente, também são abundantes em compostos voláteis que são responsáveis por dar características exóticas, tropicais e agradáveis à manga (Oliver-Simancas et al., 2020). Vale ressaltar que o aroma desempenha um papel fundamental na avaliação sensorial de produtos, uma vez que a escolha dos consumidores está associada às suas características sensoriais (Bonneau et al., 2016). Além disso, os coprodutos da manga apresentam alta atividade antioxidante em razão dos teores de compostos fenólicos presentes, que tem o potencial de inibir a formação de radicais livres (Castro-Vargas et al., 2019; Singh et al., 2018).

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de manga do mundo, sendo esta cultura de grande importância para a economia do país (FAO, 2020). Apesar de ser preferencialmente consumida fresca, há um aumento considerável de alimentos processados à base de manga como geleias, sucos e molhos, além disso, é utilizada em grande escala na indústria cosmética (Oliver-Simancas et al., 2020). Em contrapartida, o setor agroindustrial produz altas quantidades de coprodutos durante o processamento proveniente da remoção das cascas e amêndoas com um grande volume de descarte, o que pode causar sérios problemas de poluição (Castro-Vargas et al., 2019).

Devido aos problemas ambientais gerados pela enorme quantidade de lixo orgânico de origem doméstica e industrial, faz-se necessário a busca de soluções que impactam nos mais diversos aspectos de sustentabilidade e contribua para a qualidade de vida humana (Nascimento Filho et al., 2015; Carvalho et al., 2016; Fioroto et al., 2019). A elaboração de farinhas a partir dos coprodutos de manga torna-se uma alternativa para produção de novos produtos que contribuem como complemento nutricional, além de reduzir resíduos orgânicos jogados no meio ambiente de maneira inadequada (Rybka et al., 2018; Azevedo et al., 2020; Ramos et al., 2020). Farinhas, em geral, apresentam boa qualidade microbiológica devido ao baixo teor de água, o que evita o crescimento microbológico e favorece maior estabilidade aos produtos desenvolvidos (Storck et al., 2015; Soquetta et al., 2016).

Diante disso, o objetivo deste estudo foi desenvolver farinhas da casca e da amêndoa da manga, cultivar Tommy Atkins, e realizar a sua caracterização físico-química, microbiológica, de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. Além disso, elaborar uma preparação utilizando as farinhas e identificar os compostos voláteis nas farinhas empregadas, no cacau e no *brownie* desenvolvido.

2. Metodologia

2.1 Preparação da amostra e material

As mangas do cultivar Tommy Atkins e os ingredientes foram adquiridos em mercado local do município de Belo Horizonte - MG. As amostras foram transportadas em embalagem plástica até o laboratório.

Os padrões Folin-Ciocalteu, 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH), 2,2'-azino-bis (3-etil-benzotiazolina-6-ácido sulfônico (ABTS), 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ), 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico (Trolox), a fibra SPME Polidimetilsiloxano / Divinilbenzeno (PDMS/DVB, 65 µm) e as enzimas empregadas na determinação de fibras foram adquiridos da Sigma Aldrich (São Paulo, SP, Brasil). Os demais reagentes empregados foram de grau analítico.

2.2 Elaboração das farinhas

As farinhas foram preparadas no Laboratório de Técnica Dietética da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG. As mangas foram previamente lavadas em água corrente, sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg/L por 15 min e descascadas manualmente. Em seguida, retirou-se a casca, a amêndoa (semente) foi separada do endocarpo macio (polpa) e do endurecido (parede do caroço), sendo em seguida ralada manualmente. As cascas e amêndoas foram secas em forno a gás a 80 °C por 100 e 40 min, respectivamente, sendo viradas ao longo do processo para não queimarem. Após a secagem, cascas e amêndoas foram trituradas em liquidificador (Philips Walita, modelo RI 2034, SP, Brasil), peneiradas (abertura 1 mm), acondicionadas em pote de vidro e armazenadas em local seco e fresco.

O rendimento (R) das farinhas foi calculado considerando a Equação 1.

$$R(\%) = PF \times 100 / PC \quad (1)$$

Onde: PF = peso da farinha produzida e PC = peso inicial do coproduto (casca ou amêndoa).

2.3 Análise da composição centesimal

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Macroscopia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. A determinação da composição centesimal das farinhas foi realizada, em triplicata, de acordo com os métodos descritos na *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2018). Os carboidratos disponíveis foram quantificados por diferença. O fator de conversão de nitrogênio para proteína utilizado foi de 6,25; a fibra alimentar solúvel e insolúvel foi quantificada por meio do método enzimático-gravimétrico (991.43) e a fibra alimentar total pelo somatório de suas frações. O cálculo do valor energético foi realizado, utilizando os fatores de conversão de 9 kcal/g para os lipídeos e 4 kcal/g para os carboidratos e as proteínas (BRASIL, 2003).

2.4 Extração e análises dos compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante

Os extratos das amostras das farinhas utilizados para a quantificação dos compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante foram obtidos segundo o método de Rufino et al. (2010). A determinação do teor dos compostos fenólicos totais foi realizada conforme método descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999). A capacidade antioxidante foi determinada pelos métodos FRAP e ABTS conforme procedimento de Rufino et al. (2010) e pelo método DPPH de acordo com a AOAC (2018). As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais.

2.5 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas na Fundação Ezequiel Dias. As amostras das farinhas foram submetidas à pesquisa de *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Salmonella* spp. e bolores e leveduras (Silva et al., 2017). As análises foram realizadas nos tempos 0, 30 e 90 dias após a produção. Os resultados obtidos foram comparados com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2019).

2.6 Elaboração do brownie

Os brownies foram preparados no Laboratório de Técnica Dietética da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. A partir da receita de brownie tradicional de chocolate foi desenvolvido um brownie substituindo 70,6% da farinha de

trigo pela mistura de farinhas de casca e amêndoa de manga (Tabela 1). Testes de adequações foram realizados pelos autores do presente estudo levando em consideração aparência, aroma, textura e sabor, chegando à mistura com 58% de farinha de casca manga (FCM) e 42% de farinha de amêndoa de manga (FAM).

As formulações foram preparadas pela completa homogeneização dos ingredientes, sendo as castanhas de caju picadas acrescentadas ao final. A massa foi transferida para forma untada com manteiga e assada em forno a gás pré-aquecido por 40 min a 180 °C.

O valor nutricional das preparações foi calculado a partir dos dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (NEPA, 2011), dos rótulos dos ingredientes utilizados e dos resultados obtidos nas análises de composição centesimal das farinhas produzidas.

Tabela 1. Formulação do *brownie* tradicional de chocolate e do *brownie* acrescido da mistura de farinhas de casca e amêndoa de manga (g/100g).

Ingredientes	<i>Brownie</i> tradicional de chocolate	<i>Brownie</i> produzido com FAM e FCM
	Peso Líquido (g/mL)	Peso Líquido (g/mL)
Açúcar cristal	28,9	28,9
Ovos	27,9	27,9
Farinha de trigo sem fermento	16,3	4,8
Manteiga sem sal	12,0	12,0
Farinha da casca e amêndoa da manga	-	11,5
Castanha de caju	7,5	7,5
Chocolate em pó	7,4	7,4

FAM: Farinha da amêndoa da manga; FCM: Farinha de casca de manga. Fonte: Autores.

2.7 Análises dos compostos voláteis

A análise de compostos voláteis foi realizada no Departamento de Química do ICEx da Universidade Federal de Minas Gerais. Foram analisados o perfil de compostos voláteis em cada uma das farinhas, FAM e FCM, nos *brownies*, tradicional e com acréscimo de farinhas de coprodutos de manga, e no cacau utilizado nas preparações. A extração dos compostos voláteis foi realizada em triplicata, segundo método descrito por Silva et al. (2019), sendo que 2,0 g de cada amostra foram transferidos para um frasco com capacidade de 20 mL, sendo fechado e transferido para um bloco de alumínio (8,5 x 10 cm). O frasco foi pré-aquecido por 5 min a 75 °C. Em seguida, a fibra PDMS/DVB foi inserida e exposta durante 20 min a 75 °C para adsorção dos compostos voláteis. Após a extração a fibra foi inserida e exposta no modo *splitless* no injetor do cromatógrafo por 5 min a 250 °C. Para análise dos compostos voláteis empregou-se a cromatografia gasosa com espectrometria de massas (GC-MS). Utilizou-se o equipamento Polaris Q (Thermo Scientific, San Jose, CA, EUA) com analisador quadrupolo ion trap. O hélio foi utilizado como gás de arraste (fluxo de 1 mL/min) e a coluna capilar HP-MS (5% fenil e 95% metilpolisiloxano, 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) da Agilent Technologies (Munique, Alemanha) foi utilizada para a separação dos compostos voláteis. A temperatura inicial do forno foi de 40 °C (1 min) com aquecimento posterior para 100 °C

(8 °C/min) e depois aumentou 10 °C/min para 120 °C (2 min) e 15 °C/min para 245 °C, permanecendo por 2 min. Os espectros de massas foram obtidos por meio da ionização com impacto de elétrons de 70 eV no modo *FullScan* na faixa de massas de 35 a 300 *m/z*. As temperaturas da linha de transferência e da fonte de íons foram de 275 °C e 200 °C, respectivamente. Os compostos voláteis foram identificados por meio da Biblioteca NIST (*National Institute of Standards and Technology Research Library*).

2.8 Análise estatística

Os resultados da composição química, do teor de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante foram submetidos ao teste *t* de Student simples com nível de significância de 5% para comparação das médias. A determinação da correlação dos fatores avaliados foi realizada por meio do teste de Pearson ($p < 0,05$). Para tal, utilizou-se o *software* Statistica (versão 10.0).

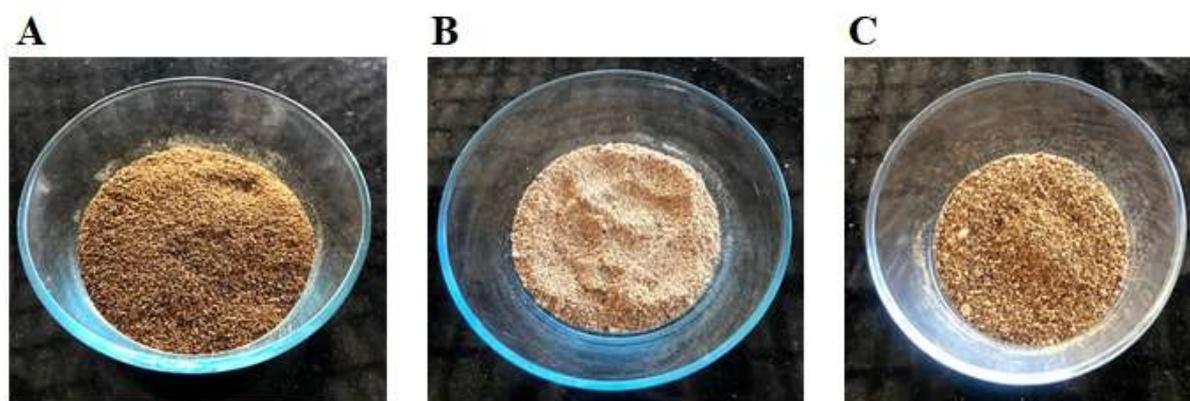
3. Resultados e Discussão

3.1 Obtenção das farinhas

A FAM apresentou rendimento de 37% enquanto a FCM de 17%, resultados estes inferiores aos encontrados por Láscares et al. (2020) que encontraram valores de 41% e 21%, respectivamente. Observou-se reduzido valor de rendimento em ambas as farinhas, uma vez que a amêndoa e a casca da manga *in natura* possuem em torno de 43% e 79% de umidade, respectivamente (Lima et al., 2019; Marques et al. 2010). Estes valores se justificam porque a água é removida pelo processo de secagem, o que contribui favoravelmente na conservação das farinhas produzidas (Láscares et., 2020). Vale ressaltar que o modo de preparo das farinhas também pode influenciar no rendimento final.

A FCM apresentou tonalidade mais escura, aroma mais forte, lembrando mais o odor de manga e ficou um pouco mais granulosa. A FAM ficou mais clara, odor semelhante à de farinha de castanhas e a aparência não diferiu muito entre as duas (Figura 1).

Figura 1. Farinhas produzidas (A) farinha da casca da manga, (B) farinha da amêndoa da manga e (C) mistura das farinhas da casca e amêndoa da manga.



Fonte: Autores.

3.2 Composição centesimal das farinhas

A composição centesimal das farinhas produzidas foi descrita na Tabela 2. Observou-se que a FAM apresentou valor energético, de proteínas e fibras insolúveis estatisticamente superiores à FCM. Já a FCM apresentou maiores valores de umidade, cinzas e fibra solúvel.

Tabela 2. Dados da composição nutricional em g/100 g de farinha de amêndoa e casca de manga*.

Componente	Amostras	
	FAM	FCM
Valor energético (kcal)	241 ^a	234 ^b
Umidade	7,97 ^b	10,25 ^a
Cinzas	2,29 ^b	3,21 ^a
Proteínas	6,81 ^a	3,92 ^b
Lipídeos	6,34 ^a	6,88 ^a
Fibra alimentar total	37,44 ^a	36,67 ^a
Fibra alimentar insolúvel	25,83 ^a	17,25 ^b
Fibra alimentar solúvel	11,61 ^b	19,42 ^a
Carboidratos Disponíveis	39,15 ^a	39,07 ^a

* Resultados apresentados em média. FAM: Farinha da amêndoa da manga; FCM: Farinha de casca de manga. Médias indicadas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si a 5% de significância. Fonte: Autores.

Rybka et al. (2018) analisaram a composição centesimal da farinha da casca da manga Tommy Atkins, exceto valor energético e fibras, encontrando valores abaixo dos observados no presente estudo para umidade (8,17%), proteínas (0,82%), cinzas (3,13%) e lipídeos (2,05%) e maior para carboidratos (85,83%). Estudos com FAM demonstraram resultados diversos, possivelmente devido aos diferentes cultivares de manga e aos métodos empregados para secagem e obtenção da farinha. Irondi et al. (2016) observaram maiores teores de lipídeos (13,68%) e carboidratos (72,73%) e menores de umidade (7,31%), cinzas (1,69%) e proteínas (4,59%). Arogba (1997) verificou maior teor de lipídeos (9,4%) e menor de proteínas (6,61%), fibras (2,8%), cinzas (1,08%) e carboidratos (18,26%). Uzombah et al. (2019) que analisaram dois cultivares detectaram maiores teores carboidratos (69,60%-74,60%), lipídeos (6,60%-8,30%) e cinzas (3,10%-3,80%) e menores de proteína (5,27%-6,70%) e fibra bruta (2,20%-3,70%).

Destaca-se que o teor de fibra alimentar nas duas amostras de farinhas (média de 37%) foi bem superior a 6,0g/100g e, desta forma, segundo a legislação (BRASIL, 2012) estes produtos poderiam ser classificados como alimentos com alto teor de fibra. Os resultados do presente estudo estão de acordo com a literatura, dado que estudos demonstram que farinhas produzidas com coprodutos de frutas apresentam em sua composição quantidades expressivas de fibras totais, variando entre 30 a 58 g/100 g, em farinhas de mamão, laranja, goiaba, uva e abacaxi (Santos et al., 2018; Oliveira et al., 2019; Silveira et al., 2016; Bender et al., 2016; Fortes et al., 2020). Esses resultados demonstram a importância da utilização dos coprodutos de frutas como fonte de fibra alimentar.

3.3 Análises de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante

Os teores de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante das farinhas foram demonstrados na Tabela 3. A FAM apresentou resultados estatisticamente superiores de compostos fenólicos totais e de atividade antioxidante, pelos três métodos utilizados, em relação à FCM. Sogi et al. (2013) encontraram teores de compostos fenólicos maiores na amêndoa (12.535 mg AGE/100g) em relação à casca de manga (2.320 mg AGE/100g) após o processo de secagem em estufa, dados que corroboram com o presente estudo.

Tabela 3. Teores de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante das farinhas de amêndoa e casca de manga.

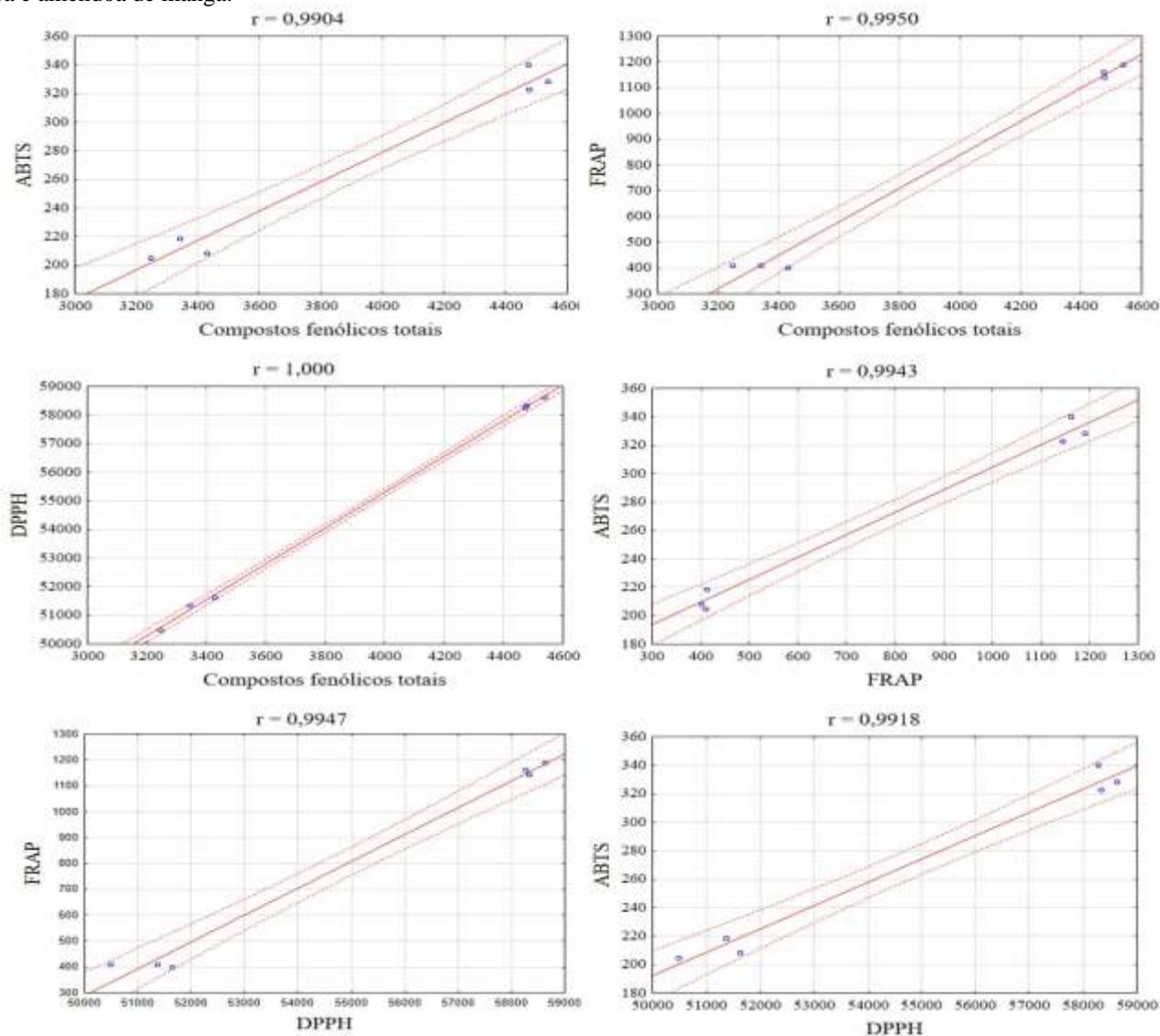
Parâmetros	FAM	FCM
Compostos fenólicos totais (mg AGE/100 g amostra)	4.495,21 ^a	3.339,61 ^b
FRAP (µM sulfato ferroso/g amostra)	1.165,27 ^a	407,45 ^b
ABTS (µM trolox/g amostra)	330,51 ^a	210,62 ^b
DPPH (µM TE/g amostra)	58.404,21 ^a	51.157,26 ^b

AGE: Ácido gálico equivalente. FAM: farinha da amêndoa da manga; FCM: farinha de casca de manga. Médias indicadas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si a 5% de significância. Fonte: Autores.

A capacidade antioxidante está diretamente relacionada ao teor de compostos fenólicos totais (Láscaris et al., 2020). Desta forma, o presente estudo corrobora com essa afirmação (Figura 2), visto que foi observada correlação positiva de forte intensidade ($r > 0,7$) entre o teor total de compostos fenólicos e a atividade antioxidante total para os métodos ABTS ($r = 0,9904$), FRAP ($r = 0,9950$) e DPPH ($r = 1,000$) e entre os métodos FRAP e ABTS ($r = 0,9943$), FRAP e DPPH ($r = 0,9947$) e ABTS e DPPH ($r = 0,9918$).

Tendo em vista o teor de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante das amostras, as FAM e FCM devem ser exploradas para uso em diferentes produtos alimentares.

Figura 2. Correlação de Pearson entre o teor total de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante das farinhas de casca e amêndoa de manga.



Fonte: Autores.

3.4 Análise microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas da FAM e FCM (Tabela 4), nos tempos 0, 30 e 90 dias, foram semelhantes e apresentaram-se de acordo com os limites preconizados nas listas de padrões microbiológicos para alimentos segundo legislação vigente (BRASIL, 2019). Portanto, as farinhas elaboradas estão adequadas para o consumo humano até três meses após sua produção.

Tabela 4 – Análise microbiológica das farinhas de casca e amêndoa de manga nos tempos 0, 30 e 90 dias.

Microrganismo	FAM	FCM	Resultado
<i>Escherichia coli</i>	Menos de 10 NMP/g	Menos de 10 NMP/g	Aprovado
<i>Bacillus cereus</i>	Menos de 100 NMP/g	Menos de 100 NMP/g	Aprovado
<i>Salmonella</i> spp	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g	Aprovado
Bolores e leveduras	Menos de 100 UFC/g	Menos de 100	Aprovado

FAM: farinha da amêndoa da manga; FCM: farinha de casca de manga. Fonte: Autores.

Ao diminuir a atividade de água eleva-se a vida de prateleira do produto, uma vez que a presença de baixos teores de água livre reduz a proliferação de microrganismos, as alterações químicas e físicas fazendo com que o produto demore a se deteriorar e perder qualidade, influenciando positivamente na aceitabilidade de produtos e garantido um alimento seguro do ponto de vista microbiológico para o consumo (Araújo et al., 2017; Storck et al., 2015).

Ramos et al. (2020) demonstraram que a FCM apresenta pH de 4,6 e a FAM 5,3 estando ambas abaixo da neutralidade, o que potencializa a conservação e favorece maior estabilidade ao produto desenvolvido, evitando crescimento de microrganismos indesejados (Soquetta et al., 2016).

3.5 Elaboração dos *brownies*

Comparando os valores da informação nutricional dos dois *brownies*, tradicional e com o emprego da mistura de farinhas, observou-se maiores teores de energia, lipídeos e fibras no *brownie* produzido com a mistura de FCM e FAM, e valores similares de proteínas (Tabela 5).

Tabela 5. Informação nutricional dos *brownies* tradicional de chocolate e acrescido da mistura de farinhas de casca e amêndoa de manga (g/100g).

Preparações	Energia (kcal)	Carboidratos	Proteínas	Lipídeos	Fibra Alimentar
<i>Brownie</i> tradicional de chocolate	421,16	60,20	8,48	19,32	2,20
<i>Brownie</i> produzido com mistura de FAM e FCM	436,88	51,96	8,60	21,60	7,24

FAM: Farinha da amêndoa da manga; FCM: Farinha de casca de manga. Fonte: Autores.

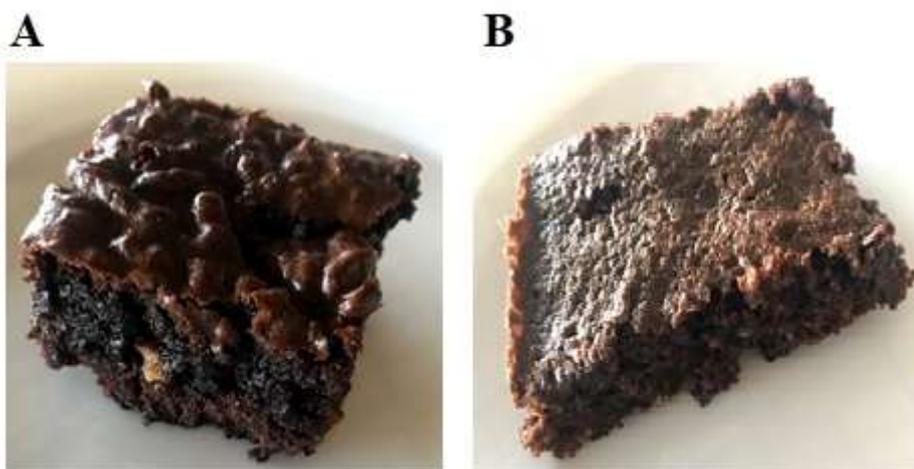
Esta maior quantidade de lipídeos e fibras pode justificar a redução do teor de carboidratos disponíveis, mas interferiu no aumento do valor energético. Vale destacar o alto teor de fibras presente no *brownie* elaborado com a mistura de farinhas (7,24%), o caracterizando como um alimento com alto teor de fibras segundo a RDC nº 54 (BRASIL, 2012).

Verificou-se que o crescimento da massa do *brownie* produzido com a mistura de FCM e FAM foi menor que o tradicional (Figura 3), o que pode ser explicado pela redução da quantidade de farinha de trigo utilizada, já que consequentemente restringe o conteúdo de glúten, ocorrendo redução de incorporação de gás na massa e menor expansão de crescimento na elaboração de produtos, formando uma estrutura compacta e de menor volume (Soares et al., 2018). Outro fator relevante que influencia no crescimento da massa é a maior quantidade de fibras no *brownie* elaborado com FAM e FCM, uma

vez que bolos com altos teores de fibras apresentam massa mais densa, pois às fibras intramoleculares adsorvem água durante a cocção, fazendo com que aumente o peso, mas não a expansão do produto (Oliveira et al., 2016).

O *brownie* tradicional apresentou cor escura, cheiro e sabor de chocolate, crocante e interior úmido. Já o *brownie* produzido com FAM e FCM apresentou cor escura mais intensa, odor e sabor levemente característicos da manga e aspecto de bolo solado, com menor crocância e seu interior mais seco.

Figura 3. *Brownies* produzidos (A) *brownie* tradicional de chocolate e (B) *brownie* acrescido da mistura de farinhas da casca e amêndoa da manga.

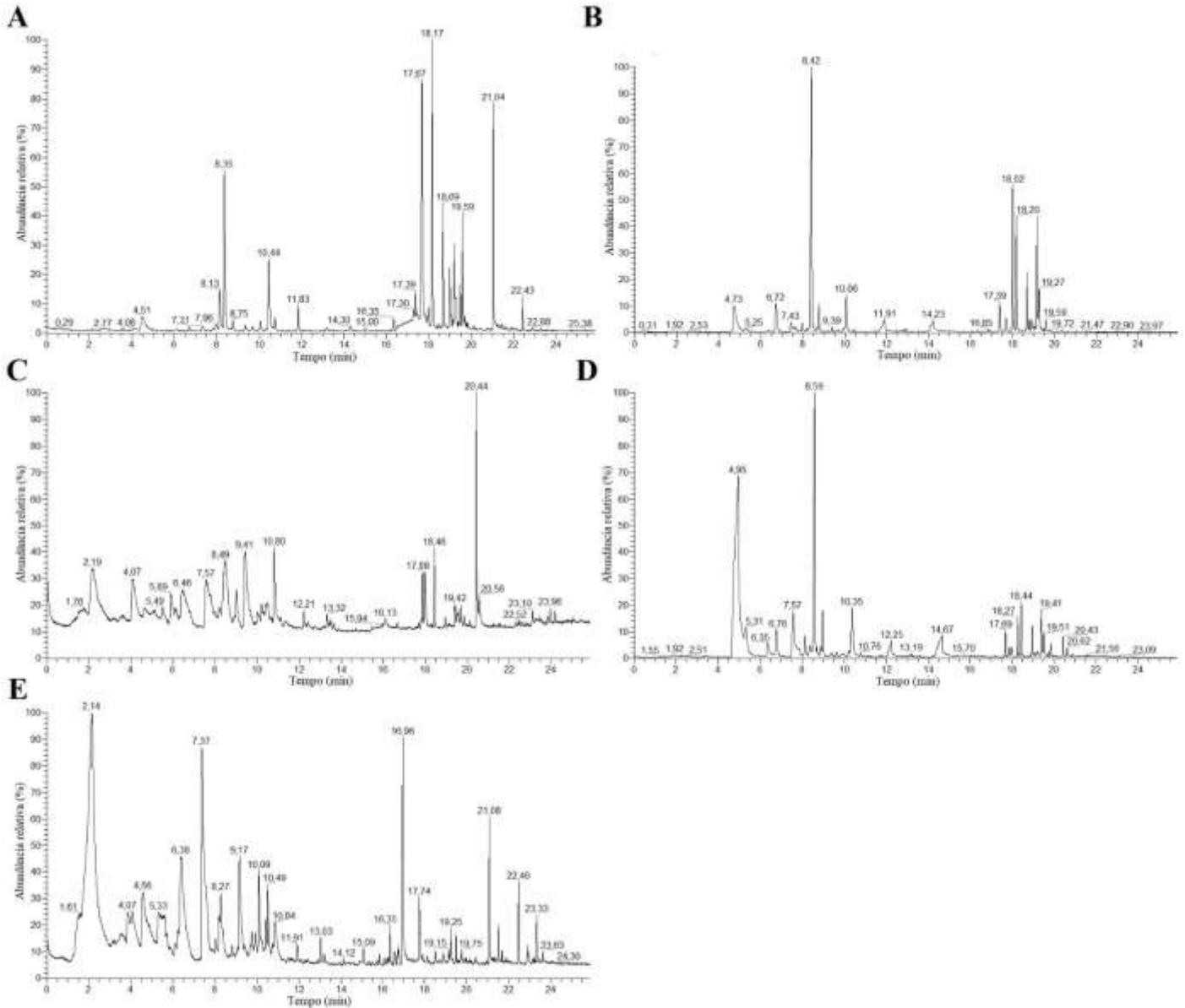


Fonte: Autores.

3.3 Identificação dos compostos voláteis

O cromatograma e a relação dos compostos identificados nas amostras de farinhas dos coprodutos de manga, nos *brownies* e no cacau foram expostos na Figura 4 e na Tabela 6, respectivamente.

Figura 4. Cromatogramas das amostras (A) cacau, (B) *brownie* tradicional de chocolate, (C) farinha de casca de manga, (D) farinha de amêndoa de manga e (E) *brownie* acrescido de farinhas de casca e amêndoa de manga.



Fonte: Autores.

Tabela 6. Compostos voláteis identificados nas amostras de cacau, farinhas de coprodutos de manga e *brownies*.

Nº	Nome	Nº CAS	FCM	FAM	<i>Brownie desenvolvido</i>	<i>Brownie tradicional</i>	Cacau
Ácido graxo							
1	Ácido decanóico	334-48-5	nd	nd	nd	+	nd
Álcoois							
2	2-Heptanol	543-49-7	nd	nd	nd	+	+
Aldeídos							
3	3-Metil-butanal	590-86-3	nd	nd	nd	+	+
4	Benzaldeído	100-52-7	nd	nd	nd	+	+
5	Furfural	98-01-1	+	nd	+	nd	nd
6	5-Metil-furfural	620-02-0	+	nd	+	nd	nd
Ésteres							
7	Hexanoato de etila	123-66-0	+	+	+	nd	nd
8	Decanoato de etila	110-38-3	nd	nd	nd	+	+
Terpenos							
8	Limoneno	5989-27-5	nd	nd	nd	+	+
9	α -Pinoeno	80-56-8	+	+	+	nd	nd
10	3-Careno	13466-78-9	+	+	+	nd	nd
11	α -Terpineno	99-86-5	+	nd	+	nd	nd
12	β -Ocimeno	29714-87-2	+	nd	+	nd	nd
13	4-Careno	29050-33-7	+	nd	nd	nd	nd
14	ρ -Cimeno	99-87-6	+	nd	+	nd	nd
15	Silvestreno	1461-27-4	+	nd	+	nd	nd
16	Terpinoleno	586-62-9	+	+	+	nd	nd
17	Óxido de cariofileno	1139-30-6	+	nd	+	nd	nd
18	δ -Elemeno	20307-84-0	+	+	+	nd	nd
19	Iso mentol	490-99-3	+	nd	+	nd	nd
20	γ -Terpineol	586-81-2	+	nd	+	nd	nd
21	α -Copaeno	3856-25-5	+	+	+	nd	nd
22	Cariofileno	87-44-5	+	+	+	+	+
23	α -Gurjuneno	489-40-7	+	+	+	nd	nd
24	β -Selineno	17066-67-0	+	nd	+	nd	nd
25	α -Guaieno	3691-12-1	+	+	+	nd	nd
26	γ -Gurjuneno	22567-17-5	+	+	+	nd	nd
27	α -Selineno	473-13-2	+	+	+	nd	nd
28	δ -Cadineno	483-76-1	+	nd	+	nd	nd

Pirazinas

29	2,6-Dimetilpirazina	108-50-9	nd	nd	nd	+	+
30	2-etil-6-metilpirazina	13925-03-6	nd	nd	nd	+	+

Hidrocarbonetos

31	Nonadecano	629-92-5	nd	nd	nd	nd	+
32	Pentacosano	629-99-2	nd	nd	nd	nd	+

FCM: Farinha de casca de manga; FAM: Farinha da amêndoa da manga; + = detectado; nd = não detectado.
 Fonte: Autores.

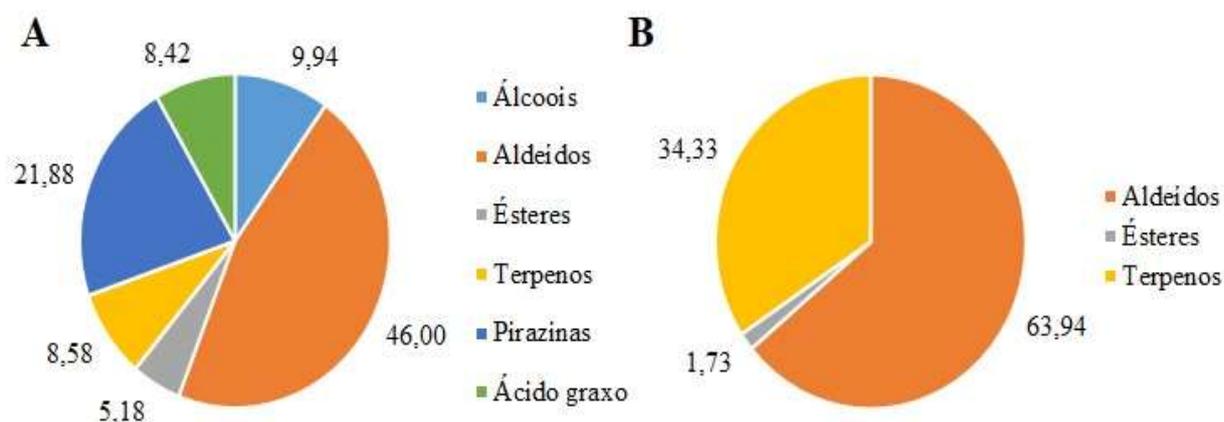
Na FCM (Tabela 6) foram encontrados 23 compostos voláteis, sendo 87% da classe de terpenos, 8,7% de aldeídos e 4,3% de éster. A FAM apresentou 11 compostos, sendo 90,9% da classe de terpenos e 9,1% de éster. Estes resultados se assemelham aos encontrados por Oliver-Simancas et al. (2020) que caracterizaram mais de 60 compostos voláteis da casca e da semente de manga, incluindo monoterpenos, aldeídos, álcoois e cetonas. Todas as classes de compostos voláteis encontradas nas farinhas produzidas no presente estudo também foram observadas em amostras de mangas Tommy Atkins maduras no trabalho de Canuto et al. (2009). Diante disso, pode-se inferir que não houve perda de classes de compostos voláteis devido ao processamento para obtenção das farinhas.

O *brownie* desenvolvido com a mistura de farinhas de coprodutos de manga apresentou todos os compostos voláteis presente nas respectivas FCM e FAM, exceto 4-careno. O efeito do tempo e da temperatura durante o processamento do *brownie* provavelmente provocou a oxidação desse composto. Sabe-se que podem ocorrer perdas de compostos voláteis durante o processo de secagem por evaporação e degradação (Bonneau et al., 2016).

Foram encontrados 10 compostos voláteis no cacau, sendo 20% de hidrocarbonetos, 20% de pirazinas, 20% de terpenos, 20% de aldeídos, 10% de álcoois e 10% de ésteres. O *brownie* tradicional apresentou os compostos voláteis presentes no cacau, porém foi observada perda de compostos da classe dos hidrocarbonetos.

A distribuição percentual das classes químicas dos compostos voláteis das preparações foi apresentada na Figura 5.

Figura 5. Distribuição percentual das classes químicas dos compostos voláteis (A) *brownie* tradicional e (B) *brownie* acrescido de farinhas de casca e amêndoa de manga.



Fonte: Autores.

Pode-se observar que houve predomínio de aldeídos tanto no *brownie* tradicional (46%) quanto no *brownie* com FAM e FCM (63,94%). Álcoois e pirazinas foram encontrados apenas no *brownie* tradicional. Conforme apresentado na Tabela 6, compostos pertencentes a essas duas classes químicas foram provenientes do cacau utilizado nas duas formulações. Uma possível explicação da ausência dessas classes no *brownie* produzido com a mistura de farinhas FAM e FCM, pode estar associada ao efeito da matriz. Os compostos voláteis do *brownie* produzido com as misturas das farinhas de coprodutos de manga provavelmente tiveram maior afinidade pela fibra PDMS/DVB em relação aos compostos voláteis do cacau, impedindo assim a detecção dos compostos típicos do cacau. Estes resultados podem ser justificados pelo maior poder odorífero dos compostos voláteis da manga em relação ao cacau utilizado.

Considerando que as farinhas produzidas a partir dos coprodutos de manga possuem considerável valor nutricional, atividade antioxidante, compostos voláteis e são seguras do ponto de vista microbiológico pode-se afirmar que a sua utilização em *brownie* contribui para a melhora da composição nutricional e propriedade funcional desse produto, assim como a redução dos resíduos descartados no ambiente. Sendo, portanto, uma alternativa sustentável que colabora para a qualidade de vida humana.

4. Considerações Finais

O presente estudo demonstrou que é possível desenvolver farinhas a partir da casca e da amêndoa da manga e aplicá-las em preparações, particularmente na elaboração de *brownie*. Ambas farinhas se apresentaram como fontes de nutrientes com destaque ao alto teor de fibras alimentares e seguras do ponto de vista microbiológico. Além disto, as FAM e FCM são ricas em compostos fenólicos e possuem elevada atividade antioxidante.

Nas farinhas houve maior prevalência dos compostos voláteis das classes de terpenos, aldeídos e éster. O *brownie* desenvolvido com a mistura de farinhas de coprodutos de manga apresentou a maioria dos compostos voláteis presente nas FCM e FAM e o *brownie* tradicional os compostos voláteis presentes no cacau, porém neste foi observada perda de compostos da classe dos hidrocarbonetos.

Deste modo, trabalhos futuros com coprodutos de frutas são necessários visando a aplicação das farinhas em novos produtos, o que poderá corroborar para o adequado aproveitamento de partes usualmente descartadas, reduzindo a quantidade de lixo orgânico dispensada no meio ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais pelo apoio no desenvolvimento das pesquisas, incluindo a PROPPG pelo Fundo de Apoio à Pesquisa (FIP), à concessão de bolsas de iniciação científica da CAPES e CNPq.

Referências

- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. (2018). *Official methods of analysis*, 19th ed. Gaithersburg: AOAC.
- 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.
- Arogba, S. S (1997). Physical, Chemical and Functional Properties of Nigerian Mango (*Mangifera indica*) Kernel and its Processed Flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73, 321-328. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199703\)73:3<321::AID-JSFA722>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199703)73:3<321::AID-JSFA722>3.0.CO;2-4)
- Azevedo, O. O. C., Lima, D. V., Silva, N. S., Silva, G. S., Pontes, E. D. S., Araújo, M. G. G., Pereira, D. E., Martins, A. C. S., Soares, J. K. B., Oliveira, M. E. G. & Viera, V. B. (2020). Aproveitamento integral de resíduo de polpa de manga na elaboração e avaliação sensorial de leite fermentado. *Research, Society and Development*, 9(6), e94963557. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3557>

- Bender, A. B. B., Luvielmo, M. M., Loureiro, B.B., Speroni, C. S., Boligin, A. A., Silva, L. P. & Penna, N. G. (2016). Obtenção e caracterização de farinha de casca de uva e sua utilização em *snack* extrusado. *Braslian Journal of Food Technology*, 19, e2016010. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.1016>
- Bonneau, A., Boulanger, R., Lebrun, M., Maraval, I. & Gunata, Z. (2016). Aroma compounds in fresh and dried mango fruit (*Mangifera indica* L. cv. Kent): impact of drying on volatile composition. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 789–800. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.003>
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2003). Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. *Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional*. Ministério da Saúde. Brasília: Diário Oficial da União.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2019). Instrução normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. *Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos*. Ministério da Saúde. Brasília: Diário Oficial da União.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2012). Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. *Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar*. Brasília: Diário Oficial da União, 2012.
- BRASIL. Presidência da República. (2006). Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o *Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências*. Brasília: Presidência da República.
- Canuto, K. M., Souza Neto, M. A. & Garruti, D. S. (2009). Composição química volátil, em diferentes estádios de maturação, de manga ‘Tommy Atkins’ produzida no vale do São Francisco. *Química Nova*, 32(9), 2377-2381. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000900027>
- Carvalho, C. C. & Basso, C. (2016). Aproveitamento Integral dos Alimentos em escola Pública no Município de Santa Maria. *Disciplinarum Scientia*, 17(1), 63-72.
- Castro-Vargas, H. I., Vivas, D. B., Barbosa, J. O., Medina, S. J. M., Gutiérrez, F. A. & Parada-Alfonso, F. (2019). Bioactive Phenolic Compounds from the Agroindustrial Waste of Colombian Mango Cultivars ‘Sugar Mango’ and ‘Tommy Atkins’ - An Alternative for Their Use and Valorization. *Antioxidants*, 8(41). <https://doi.org/10.3390/antiox8020041>
- Dantas, E. N. A., Silva, E. B., Moura, R. L., Oliveira, N. D., Silva, J. C. C., Cordeiro, S. A., Souza, G. S. F., Maciel, F. F. C., Macedo, N. L. S., Oliveira, D. A. & Vieira, V. B. (2018). A importância do Aproveitamento Integral dos Alimentos. *International Journal of Nutrology*, 11(S01). <http://dx.doi.org/10.1055/s-0038-1674320>
- EMBRAPA. (2018). *Produção brasileira de manga*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/manga/b1_manga.pdf Acesso em: 20 mar. 2020.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2019). *The State of Food Security and Nutrition in the World: Safeguarding against economic slowdowns and downturns*. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf> Acesso em: 20 mar. 2020.
- Fioroto, C. K. S., Schuroff, H. P., Turcheto, Q., Emanuelli, I. P., Lizama, M. A. P., & Gonçalves, J. E. (2019). Composição Química de Resíduos de Alimentos como Fonte Alternativa de Nutrientes: Sustentabilidade Aliado a Promoção da Saúde. *Revista Valore*, 4, 70-83.
- Fortes, R. R., Brigagão, T. C. S., Lourenço, C. O., Carvalho, E. E. N., Tavano, O. L., Garcia, J. A. D., Nachtigall, A. M. & Boas, B. M. L. (2020). Caracterização física e química de farinha de arroz, farinhas de cascas de abacaxi e banana e farinha de sementes de abóbora. *Research, Society and Development*, 9(9), e436997293. <http://dx.doi.org/10.33448/rsdv9i9.7293>
- IBGE. Produção Agrícola Municipal. Área destinada à colheita (Hectares). (2018). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado> Acesso em: 19 mar. 2020.
- Ironi, E. A., Oboh, G. & Akindahunsi, A. A. (2016). Antidiabetic effects of *Mangifera indica* Kernel Flour-supplemented diet in streptozotocin-induced type 2 diabetes in rats. *Food Science & Nutrition*, 4(6): 828–839. <http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.348>
- Láscaris, M. P. S., Leite, J. V., Nunes, T. P., Moreira, J. J. S., Brito, B. S. N., Pagani, A. A. C., Abud, A. K. S & De Oliveira Junior, A. M. (2020). Extração, caracterização, atividade antioxidante e antimicrobiana de resíduos de manga (Tommy Atkins). *Research, Society and Development*, 9(10), e3519108696. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8696>
- Lima, J. R., Rybka, A. C. P., De Souza, A. C. R., Pinto, C. O., Magalhães, H. C. R., Da Silva Araújo, I. M., Wurlitzer, N. J., & Parente, P. V. C. (2019). *Amêndoas dos endocarpos de manga Keitt, Kent, Palmer e Tommy Atkins: Rendimento na obtenção, composição centesimal e da fração lipídica*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 15 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1109147/1/BPD19002.pdf> Acesso em 25 nov. 2020.
- Lira, C. C. S., Lira, L; K. S., Silva, N. S., Pereira, D. E. & Vieira, V. B. (2018). Benefícios nutricionais da utilização do resíduo de manga. *International Journal of Nutrology*, 11(S01). <http://dx.doi.org/10.1055/s-0038-1674508>
- Marques, A., Chicaybam, G., Araújo, M. T., Manhães, L. R. T. & Sabaa- Srur, A. U. O. (2010). Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(4), 1206-1210.
- Nascimento Filho, W. B. & Franco, C. R. (2015). Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil. *Revista Virtual de Química*, 7(6), 1968-1987. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150116>
- NEPA - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (2011). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4. ed. NEPA: UNICAMP, 161p.

- Oliveira, N. A. S., Winkelmann, D. O. V. & Tobal, T. M. (2019). Farinhas e subprodutos da laranja sanguínea-de-mombuca: caracterização química e aplicação em sorvete. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, e2018246. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.24618>
- Oliveira, V. R., Preto, L. T., Oliveira S, H., Komerowski, M., Silva, V. L. & Rios A. O. (2016). Physicochemical and sensory evaluation of cakes made with passion fruit and orange residues. *Journal of Culinary Science & Technology*, 14(2), 166-175. <http://dx.doi.org/10.1080/15428052.2015.1102787>
- Oliver-Simancas, R., Muñoz, R., Diaz-Maroto, M. C., Pérez-Coello, M. S. & Alañón, M. E. (2020). Mango by-products as natural source of valuable odoractive compounds. *International Journal of Food Science and Technology*, 100, 4688-4695. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.10524>
- Ramos, S. A., Pereira, R. D., Andressa, I., Schmiele, M. & Amaral, T. N. (2020). Desenvolvimento de cookies com coprodutos de frutas. *Research, Society and Development*, 9(10), e5799108918. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8918>
- 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, 996-1001.
- Rybka, A. C. P., Lima, A. S., & Nassur, R. C. M. R. (2018). Caracterização da Farinha da Casca de Diferentes Cultivares de Manga. *Enciclopédia Biosfera*, 15(27), 12p. http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2018A25
- Santos, C. M., Rocha, D. A., Madeira, R. A. V., Queiroz, E. R., Mendonça, M. M., Pereira, J. & Abreu, C. M. P. (2018). Preparação, caracterização e análise sensorial de pão integral enriquecido com farinha de subprodutos do mamão. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21, e2017120. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.12017>
- Silva, M. R., Bueno, G. H., Araújo, R. L. B., Lacerda, I. C. A., Freitas, L. G., Morais, H. A., Augusti, R. & Melo, J. O. F. (2019). Evaluation of the Influence of Extraction Conditions on the Isolation and Identification of Volatile Compounds from Cagaita (*Eugenia dysenterica*) Using HS-SPME/GC-MS. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 30(2), 379-387. <http://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20180187>
- Silva, N., Junqueira, V. C. A., Silveira, N. F. A., Taniwaki, M. H., Gomes, R. A. R. & Okazaki, M. M. (2017). *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água*. 5 ed. São Paulo: Blucher, 560 p. Disponível em: https://issuu.com/editorablucher/docs/issuu_8cc4608f0c0cfd?e=1099747/50620170 Acesso em: 25 nov. 2020.
- Silveira, M. L. R., Santos, C. O., Penna, N. G., Sautter, C. K., Rosa, C. S. & Bertagnolli, S. M. M. (2016). Aproveitamento tecnológico das sementes de goiaba (*Psidium Guajaval* L.) como farinha na elaboração de biscoitos. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 34(1), 1-20. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v34i2.53178>
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A. & Singh, N. (2018). Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel: A review. *Food Chemistry*, 261, 75-86. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.039>
- Singleton, V. L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagen. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Soares, J. P., Marques, G. A., Magalhães, C. S., Santos, A. B., São José, J. F. B., Silva, D. A. & Silva, E. M. M. (2018). Efeito da adição de proteína do soro do leite como substituto do trigo na formulação de bolos sem adição de açúcar. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21, e2016190. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.19016>
- Sogi, D. S., Siddiq, M. & Dolan, K. D. (2015). Total phenolics, carotenoids and antioxidante properties of Tommy Atkin mango cubes as affected by drying techniques. *Food Science and Technology*, 62, 564-568. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.015>
- Soquetta, M. B., Stefanello, F. S., Huerta, K. M., Monteiro, S. S., Rosa, C. S. & Terra, N. N. (2016). Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). *Food Chemistry*, 199, 471-478. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.022>
- Storck, C. R., Basso, C., Favarin, F. R., Rodrigues, A. C. (2015). Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. *Brazilian Journal of Food Technology* 18(4), 277-284. <http://dx.doi.org/10.1590/19816723.1615>
- Uzombah, T. A.; Awonorin, S. O., Shittu, T. A. & Adewumi, B. A. (2019). Effect of processing parameters on the proximate and antinutritive properties of mango kernel flour processed for food applications. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43, e14131. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14131>