

**Extração, caracterização, atividade antioxidante e antimicrobiana de resíduos de manga
(Tommy Atkins)**

**Extraction, characterization, antioxidant and antimicrobial activity of mango (Tommy
Atkins) residues**

**Extracción, caracterización, actividad antioxidante y antimicrobiana de los residuos de
mango (Tommy Atkins)**

Recebido: 22/09/2020 | Revisado: 24/09/2020 | Aceito: 28/09/2020 | Publicado: 29/09/2020

Matheus Péricles Silva Láscaris

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4071-5716>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: matheus1709@hotmail.com

Jessica Vieira Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7121-4562>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: jesiica.vieira@hotmail.com

Tatiana Pacheco Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9106-8622>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: tpnunes@uol.com.br

Jane de Jesus da Silveira Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7586-4856>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: jjsm.ufs@gmail.com

Bruna Stephanny Neves Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4437-9932>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: bruna.engdealimentos@gmail.com

Alessandra Almeida Castro Pagani

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4191-3888>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: ale.sandrafts@yahoo.com.br

Ana Karla de Souza Abud

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6610-6084>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: ana.abud@gmail.com

Antônio Martins de Oliveira Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8635-7048>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: amartins.junior@gmail.com

Resumo

A manga é um fruto tropical muito conhecido e difundido, porém quase metade do seu peso é descartado por ser considerado resíduo. Com isso, essa pesquisa objetivou caracterizar as farinhas desses resíduos (casca-FC, fibra-FF e amêndoa-FA), e elaborar extratos hidroalcolicos (80%) com o intuito de avaliar a capacidade antioxidante e antimicrobiana. Para isso, os resíduos foram separados, desidratados a 55°C e triturados para a obtenção das farinhas, e posteriormente foram elaborados os extratos. A FC apresentou os maiores teores de vitamina C (179,98 mg/100 g) e minerais (2,62 % de cinzas), enquanto a FF, foi superior em sólidos solúveis (6,40 °Brix) e fibras (11,89 %) e a FA mostrou-se rica em lipídeos (11,17 %). Quanto aos compostos bioativos, a FA apresentou maiores teores de compostos fenólicos (85,69 mg EAG g⁻¹), seguido das FF e da FC (78,45 e 71,42 mg EAG g⁻¹, respectivamente). O extrato FA apresentou maior capacidade antioxidante por FRAP e ABTS (3139,90 µmol de Fe(II)g⁻¹ e 1370,23 µmol L⁻¹ de Trolox), respectivamente, seguido do extrato FC (2359,90 µmol de Fe(II)g⁻¹ e 406,90µmol L⁻¹ de Trolox) e FF (1129,90 µmol de Fe(II)g⁻¹ e 177,91 µmol L⁻¹ de Trolox). O extrato FA apresentou atividade antimicrobiana contra *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* e *Salmonella* Enteritidis, seguido do extrato FC (eficiente para *E. coli* e *Salmonella* Enteritidis). Dessa forma, conclui-se que essas farinhas podem ser utilizadas como fonte de enriquecimento e os seus extratos podem ser utilizados como conservante de modo a aumentar a vida útil dos alimentos.

Palavras-chave: Manga; Resíduo; Atividade antioxidante; Atividade antimicrobiana.

Abstract

Mango is a tropical fruit very well known and widespread, but almost half of its weight is discarded for being considered waste. Therefore this research aimed to characterize the flours of these residues (peel flour-PF, fiber flour-FF and kernel flour-KF), and prepare

hydroalcoholic extracts (80%) of these flours in order to evaluate the antioxidant and antimicrobial capacity. For this purpose, the residues were separated, dried at 55°C and ground to obtain the flour, and then the extracts were elaborated. PF was found to have the highest levels of vitamin C (179.98 mg/100 g) and minerals (2.62 % ash), whereas FF was higher in soluble solids (6.40 °Brix) and fibres (11.89 %) and KF was found to be rich in lipids (11.17 %). For bioactive compounds, KF showed higher levels of phenolic compounds (85.69 mg EAG g⁻¹), followed by FF and PF (78.45 and 71.42 mg EAG g⁻¹, respectively). KF extract had the highest antioxidant capacity for FRAP and ABTS (3139.90 μmol Fe(II)g⁻¹ and 1370.23 μmol L⁻¹ Trolox), respectively, followed by PF extract (2359.90 μmol Fe(II)g⁻¹ and 406.90 μmol L⁻¹ Trolox) and FF extract (1129.90 μmol Fe(II)g⁻¹ and 177.91 μmol L⁻¹ Trolox). The KF extract presented antimicrobial activity against *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* and *Salmonella* Enteritidis, followed by PF extract (efficient for *E. coli* and *Salmonella* Enteritidis). It is possible to conclude that these flours can be used as a source of enrichment and their extracts can be used as a preservative to increase the food shelf life.

Keywords: Mango; Residue; Antioxidant activity; Antimicrobial activity.

Resumen

El mango es una fruta tropical conocida y difundida, pero la industria descarta casi la mitad de su peso porque se considera residuo. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo caracterizar las harinas de estos residuos (cáscara-FC, fibra-FF y almendra-FA), y elaborar extractos hidroalcohólicos (80%) para evaluar la capacidad antioxidante y antimicrobiana. Inicialmente se separaron los residuos y se secaron a 55°C y luego se trituraron para obtener las harinas y después se prepararon los extractos. El FC tenía los niveles más altos de vitamina C (179,98mg/100 g) y minerales (2,62% de cenizas), mientras que el FF fue superior en sólidos solubles (6,40 °Brix) y fibras (11.89%) y FA fue rica en lípidos (11.17%). El FA mostró niveles más altos de compuestos fenólicos (85.69 mg EAG g⁻¹), seguido de FF y FC (78.45 y 71.42 mg EAG g⁻¹). El extracto de FA mostró una mayor capacidad antioxidante por FRAP(3139.90 μmol de Fe (II) g⁻¹) y ABTS (1370.23 μmol L⁻¹ de Trolox), seguido por el extracto FC (2359.90 μmol de Fe (II) g⁻¹ y 406.90 μmol L⁻¹ de Trolox) y el extracto FF (1129.90 μmol de Fe (II) g⁻¹ y 177.91 μmol L⁻¹ de Trolox). El extracto de FA mostró actividad antimicrobiana contra *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* y *Salmonella* Enteritidis, seguido por el extracto de FC (eficiente para *E. coli* y *Salmonella* Enteritidis). Se concluye que estas harinas pueden usarse como fuente de enriquecimiento y sus extractos pueden usarse como conservantes para aumentar la vida útil de los alimentos.

Palabras clave: Mango; Residuo; Actividad antioxidante; Actividad antimicrobiana.

1. Introdução

A manga (*Mangifera indica* L.) é nativa do sudoeste da Ásia e atualmente é considerada uma das frutas tropicais mais importantes. Devido ao seu aroma exótico, suculência e sabor doce, essa fruta tem sido consumida não apenas *in natura*, mas também na fabricação de diversos produtos, como sorvetes, sucos, *chutneys* e geleias. É constituída de polpa (33–85 %), fibra da polpa (40 %) semente (9–40 %) e casca (7–24 %), dessa forma uma grande quantidade de resíduos é gerada durante o processo industrial (Asif et al., 2016).

De acordo com Knödler et al. (2008), inúmeros compostos bioativos estão presentes neste fruto e encontram-se distribuídos em várias concentrações e em diferentes partes da manga como na semente, casca e polpa. Entre eles destacam-se os polifenóis como alquilresorcinol, flavonóides, galotaninas, xantanas e derivados de benzofenona.

Segundo Sudha et al. (2015), a semente pode ser considerada uma fonte de gordura, de antioxidante natural e de amido, enquanto, estudos realizados com a casca mostraram a presença de fibra dietética e antioxidantes. Por outro lado, os resíduos da fibra da polpa da manga foram ricos em compostos fenólicos e carotenóides.

Devido à riqueza desses resíduos, eles têm sido utilizados em diversas aplicações, como na incorporação de leites fermentados (Azevedo et al., 2020) ou ainda para a produção de bioetanol (Carlos et al., 2020). Segundo Shabani e Sayadi (2014), os resíduos de manga apresentam potencial anticarcinogênico, anti-inflamatório, antioxidante, analgésico e antimicrobiano. A propriedade antibacteriana de extrato etanólico de semente de manga foi analisado contra 18 espécies de bactérias patogênicas e verificou-se que o extrato foi eficiente contra todas as bactérias, entretanto mais efetivas contra as gram-positivas quando comparadas com as gram-negativas (Kabuki et al., 2000).

Este trabalho teve como objetivo caracterizar os parâmetros físico-químicos dos resíduos da manga (casca, fibra e amêndoa) e analisar a capacidade antioxidante e antimicrobiana dos extratos desses resíduos.

2. Metodologia

Nesse estudo foi utilizada metodologia quantitativa conforme explicado por Pereira et al. (2018).

Materia-Prima

Os frutos da manga (var. Tommy Aktins) no estágio de maturação próprio para o consumo foram adquiridos no CEASA de Aracaju/SE e levados para o Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), onde foram sanitizados com solução hipoclorito de sódio (200 ppm) por trinta minutos, lavados em água corrente e processados.

As frutas foram processadas manualmente com o auxílio de uma faca inox, onde foi separada a casca, polpa e semente, que posteriormente foi aberta para a retirada da amêndoa. Os resíduos foram separados e pesados, foram secos em estufa de circulação de ar (Pardal, modelo PE 100) à temperatura de 55 °C até peso constante onde posteriormente foram triturados em moinho até a obtenção de três farinhas (casca, fibra e amêndoa).

Reagentes Químicos

Todos os produtos químicos e reagentes utilizados eram de grau analítico. Os reagentes Folin-Ciocalteu fenol e ácido ascórbico eram da Fluka (Steinheim, Alemanha), os reagentes ácido gálico (GA); radical 2,20-azino-bis (ácido 3-etilbenzenotiazolina-6-sulfônico) (ABTS); 2,4,6tripiridil-s-triazina (TPTZ), persulfato de potássio, sulfato ferroso, ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico (Trolox), e cloreto férrico eram da Sigma - Aldrich (EUA), acetona, ácido clorídrico (HCl), carbonato de sódio, hidróxido de sódio (NaOH), cloreto de alumínio foram da Dynamic ou Neon (BRASIL) e a D-Glucose foi adquirida de Panreac (Espanha).

Análises Físico-químicas

Todas as análises físico-químicas foram realizadas pelos métodos analíticos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Onde o teor de umidade foi quantificado por infravermelho (Shimadzu, modelo MOC63u), o pH medido com auxílio de um pHmetro digital (Digimed, modelo DM22) e o teor de cinzas foi determinado utilizando mufla (GP Cientifica, modelo TC4S-14R) a 550°C por 12 horas.

Quantificou-se o teor de sólidos solúveis por meio de um refratômetro digital (Hanna, modelo HI 96801) e o resultado foi expresso em °Brix e o teor de ácido ascórbico pelo método colorimétrico, onde foi preparada uma solução extração (ácido oxálico 2%), uma

solução padrão de ácido ascórbico e uma solução corante de 2,6-diclorofenol indofenol (DCPIP), onde as extrações das amostras e a solução padrão foram tituladas com a solução DCPIP.

Preparo dos extratos hidroalcoólicos

Os extratos foram obtidos a partir de cada farinha utilizando a proporção 1:10 (m/v) de álcool etílico 80%, sendo homogeneizados em agitador magnético (KASVI modelo K40-1820H) por 4 horas em temperatura ambiente e protegido da luz. Posteriormente foram filtrados a vácuo e rotaevaporados em pressão reduzida a 40°C (Buchi modelo R-3), por fim foram armazenados em frasco âmbar e congelados até o uso (Boroski et al., 2015).

Quantificação dos compostos fenólicos

A quantificação de compostos fenólicos seguiu a metodologia proposta por Boroski et al. (2015) adaptada, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu e o ácido gálico como padrão analítico. Os resultados foram expressos em mg de compostos fenólicos em equivalente de ácido gálico por g de extrato, sendo as absorbâncias medidas a 725 nm em espectrofotômetro UV-visível (Rayleigh, modelo UV-2601)

Quantificação da atividade antioxidante

A quantificação da atividade antioxidante pelo método de ABTS+ foi realizada pela reação química de uma solução de persulfato de potássio e do radical ABTS+ por 12-16 horas para a formação do radical, esse radical foi diluído até absorbância de $0,70 \pm 0,02$ a 734 nm, quando atingido foi adicionado o extrato e realizado a medição. Os resultados foram expressos em μmol de Trolox (padrão analítico) por litro (Boroski et al., 2015).

Para a quantificação pelo método FRAP, as soluções de acetato de sódio (300 mmol/L), cloreto férrico (20 mmol/L) e TPTZ (10 mmol/L), foram misturadas nas proporções de 10:1:1 (v/v/v), respectivamente. A mistura foi homogeneizada com o extrato em banho maria (KASVI modelo K40-1820H) 37°C por 20 minutos e realizado as leituras em absorbância de 593 nm. Os resultados foram expressos em μmol de sulfato ferroso por grama (Boroski et al., 2015).

Determinação da atividade antimicrobiana

Para a análise da atividade antimicrobiana utilizou-se o método de disco difusão proposto por Jing-En et al. (2015), onde inóculos de *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, *Salmonella* Enteritidis ATCC 13076, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 35150, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Escherichia coli* ATCC 8739 e *Bacillus cereus* ATCC 11778 foram preparados em caldo *Tryptona Soya Broth* (TSB-OXOID). Essas suspensões bacterianas com densidades ajustadas para coincidir com o padrão de turvação de 0,5 unidades de Mc Farland (10^8 UFC/mL) foram semeados em ágar Mueller-Hilton (KASVI).

Após a semeadura, cinco discos de papel de filtro de 6 mm foram colocados na superfície do meio, sendo que em um disco foi adicionado o controle positivo (clorexidina 0,12 %), em outro o controle negativo (solução tampão pH 7) e nos outros três foram adicionados 10 μ L dos extratos. A zona de inibição do crescimento microbiano foi avaliada pelo diâmetro do halo de inibição em mm ao redor dos discos após 24 horas de incubação a 37 ± 1 °C.

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos pela média aritmética dos valores dos halos obtidos nas três repetições. Esses resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$), pelo programa gratuito Sisvar.

3. Resultados e Discussão

Foram utilizados dez quilogramas de manga, dos quais 4130 gramas corresponderam às cascas, 1140 g às amêndoas e 1565 g às fibras das polpas. Foram obtidos 846,7 g de farinha da casca, 241,5 g de farinha da fibra e 465,2 g de farinha de amêndoa, o que corresponde a um rendimento de 20,5 % para casca, 15,43 % para a fibra e 40,8 % para amêndoa quando comparado com os valores *in natura*.

Os valores médios para as análises de umidade, pH, cinzas, sólidos solúveis, ácido ascórbico e lipídeos encontram-se na Tabela 1, com os respectivos desvios padrões. Para a análise estatística, apenas as farinhas foram analisadas e comparadas entre si em função da similaridade da matéria prima.

Tabela 1. Análise físico-química da polpa e das farinhas dos resíduos de manga.

Análise	Polpa	Farinha da Casca	Farinha da Fibra	Farinha da Amêndoa
Umidade (%)	84,00±1,00	6,11±0,69 ^a	4,81±1,07 ^a	4,43±0,94 ^a
pH	4,06±0,01	4,67±0,02 ^c	3,89±0,01 ^b	5,64±0,01 ^a
Cinzas (%)	0,31±0,01	2,62±0,03 ^a	2,30±0,02 ^a	2,51±0,04 ^a
Sólidos solúveis (°Brix)	13,63±0,05	5,70±0,3 ^b	6,40±0,05 ^a	1,10±0,26 ^c
Ácido ascórbico (mg/100g)	12,20±0,36	179,98±1,67 ^a	65,06±7 ^c	102,06±7,2 ^b
Lipídeos	n/d	2,46±0,07 ^b	0,62±0,17 ^c	11,17±1,58 ^a

Legenda: n/d = não determinado. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados estão expressos pela média± desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$), segundo teste Tukey. Fonte: Os autores (2020).

É possível verificar na Tabela 1 que houve uma redução no teor de umidade entre a polpa (84%) e as farinhas (4,43% a 6,11%), resultado já esperado visto que as farinhas passaram pelo processo de secagem, o qual remove a água do produto. A polpa apresentou teor de umidade próximo aos relatados por outros autores como Moreira et al.(2013) que verificaram a umidade de 85,48% e Santos (2003) de 82,54% para a mesma amostra, por outro lado, o teor da umidade das farinhas aqui produzidas variou de 4,43% a 6,11% e não apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,5$).

A umidade é um dos índices mais avaliados e importantes nos alimentos, pois reflete o teor de água de um produto e conseqüentemente influencia na sua perecibilidade. O teor de umidade de todas as farinhas deste trabalho está dentro da legislação brasileira (RDC 263/2005), onde estabelece que o limite máximo de umidade para farinhas seja de 15% (Brasil, 2005).

O valor de pH obtido variou entre as amostras, sendo o da farinha de amêndoa o mais próximo da neutralidade (5,64) e o da farinha da fibra o mais ácido (3,89), segundo Moreno (2016) farinhas derivadas de frutas possuem um pH inferior quando comparado com a farinha de trigo por exemplo, devido a presença de ácidos orgânicos, elevando a acidez e diminuindo o pH, ou seja, a farinha da amêndoa possui menos ácidos orgânicos que da farinha da fibra. O pH da polpa (4,06) mostrou-se semelhante ao de outros autores, como 4,15 reportado por Brunini et al. (2002) e 4,54 por Boas (2004).

Dentre os teores de cinzas, a polpa apresentou o menor valor (0,31%) quando comparado com as farinhas (variando entre 2,62% para a farinha da casca e 2,30% para a farinha da fibra), porém foi semelhante aos valores obtidos por outros autores como Silva e Menezes (2001) 0,3%. Vale ressaltar que o valor obtido pela polpa é inferior aos demais devido ao fato que os compostos estarem diluídos na água presente.

Sabe-se que teor de sólidos solúveis totais indica a quantidade de açúcares existente na amostra e é fundamental para a determinação do sabor. Segundo Martim (2006), a variedade Tommy Atkins tem um teor aproximadamente de 12% no início da maturação, baixo se comparado a outras variedades, que apresentam até 21,9%. Por essa razão, pela polpa ser a parte tradicionalmente comestível do fruto, apresentou o maior valor (13%), seguido das farinhas da fibra (6,40%), casca (5,70%) e amêndoa (1,10%).

Em relação ao teor de ácido ascórbico foi observada diferença significativa entre as amostras, sendo a farinha da fibra o menor teor (65,06 mg/100g) e o maior teor foi encontrado na farinha da casca (179,98 mg/100g). A polpa apresentou um valor inferior às farinhas, novamente pode-se justificar devido a diluição do composto na água presente, porém esse valor (12,20mg/100g) é próximo ao reportado por outros autores, como Alberton (2014) que encontrou 12,4 mg/100g.

Para o teor de lipídeos, verificou-se que a farinha de amêndoa (11,17%) apresentou maior valor, enquanto a farinha da casca e da fibra foram cerca de 77% e 95% inferior, respectivamente. Esses valores já eram esperados, pois, segundo Gondim et al. (2005), tradicionalmente resíduos como amêndoas acumulam maiores concentrações de lipídeos.

A Tabela 2 apresenta os resultados para as análises de compostos fenólicos, FRAP e ABTS dos extratos das farinhas.

Tabela 2. Quantificação de compostos fenólicos e da atividade antioxidante pelos métodos de FRAP e ABTS dos resíduos da manga.

Análises	Extrato de FC	Extrato de FF	Extrato de FA
Compostos fenólicos (mg EAG g ⁻¹)	71,42±1,09 ^b	78,45±2,67 ^b	85,69±3,83 ^a
FRAP (μmol de Fe(II) g ⁻¹)	2.359,90±8,16 ^b	1.129,90±3,68 ^c	3.139,90±12,28 ^a
ABTS (μmol L ⁻¹)	406,90±3,17 ^b	177,91±6,40 ^c	1.370,23±4,45 ^a

Legenda: FC: Farinha da Casca da Manga; FF: Farinha da Fibra da Manga; FA: Farinha da Amêndoa da Manga. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados estão expressos pela média± desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si (p<0,05), segundo teste Tukey. Fonte: Os autores (2020).

Na Tabela 2, observa-se os resultados do teor de compostos fenólicos totais, a farinha da amêndoa (85,69 mg EAG g⁻¹) foi significativamente maior, sendo 15% mais rica em comparação com a da casca (71,42 mg EAG g⁻¹) e cerca de 10% mais rica que a farinha da fibra (78,45mg EAG g⁻¹).

Sogi et al. (2013) analisaram diferentes métodos de secagem para a casca e para a amêndoa e assim como na presente pesquisa reportaram valores de fenólicos maiores para a amêndoa (125,35 mg EAG g⁻¹) do que para a casca (23,20 mg EAG g⁻¹), utilizando acetona como solvente na extração. Hung et al. (2010) também encontraram valores maiores para a amêndoa do que para a casca, 138,82 mg EAG g⁻¹ e 69,35mg EAG g⁻¹, respectivamente, também utilizando acetona.

Candeias e Souza (2019) analisaram apenas o extrato da farinha da amêndoa pelo método de maceração e sistema Soxhlet em etanol e reportaram um valor superior ao encontrado no presente estudo, 451,32 mg EAG g⁻¹.

Por outro lado, Arbos et al. (2013), diferente da presente pesquisa e dos outros autores citados, relataram maiores teores de compostos fenólicos para a farinha da casca (6.644,68 mg/100g) aos quantificados no extrato da farinha de amêndoa (3.123,13mg/100g).

Berardine et al. (2005) estudaram o teor de compostos fenólicos na casca de 14 variedades de manga e relataram que a Tommy Aktins apresenta o maior teor de polifenóis e para se evitar a perda desses compostos, recomendam que o tempo entre a secagem e a extração seja o menor possível para diminuir a degradação enzimática ou microbiana. Por outro lado, Chagas (2019) explica que os diferentes teores encontrados na literatura podem ser

justificados em relação ao tempo de secagem, pois o estresse causado por esse processamento pode degradar em maior ou menor grau os compostos fenólicos presentes nos alimentos.

A capacidade antioxidante dos extratos dos resíduos de manga pelos métodos FRAP e ABTS+ pode ser observada na Tabela 2. Nos dois ensaios as amostras apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si, mas ao comparar os resultados das duas metodologias, verificase que os obtidos pelo método FRAP foram maiores, isso pode ser justificado pela afinidade do método com as amostras, pois ambos foram realizados em meio aquoso.

O extrato da farinha da amêndoa apresentou a maior capacidade antioxidante no ensaio de FRAP quando comparada às farinhas da casca e da fibra. Esses resultados corroboram com o maior teor de compostos fenólicos encontrado no extrato de amêndoa. Sogi et al. (2013) reportaram valores bem inferiores aos da presente pesquisa, $126 \mu\text{mol de Fe(II).g}^{-1}$ para casca e $666 \mu\text{mol de Fe(II).g}^{-1}$ para amêndoa e Menezes et al.(2019) encontraram valor similar ao estudo de Sogi et al. (2013) para o extrato de farinha da casca, $172,50 \mu\text{mol de Fe(II).g}^{-1}$.

No ensaio de ABTS+, Sogi et al. (2013) relataram um valor quatro vezes menor para o extrato da farinha da casca ($187 \mu\text{mol l}^{-1}$) e um resultado similar para o extrato de farinha da amêndoa ($1233 \mu\text{mol l}^{-1}$). Dorta et al. (2012) avaliaram o efeito do tipo de secagem e de solvente na capacidade antioxidante do extrato de amêndoa e de casca de manga e constataram que secagem em estufa com circulação de ar diminuiu a atividade antioxidante (método ABTS+) comparado com técnicas que não utilizam calor, como liofilização. Nesse estudo reportaram também que o extrato hidroetanólico dobrou a atividade antioxidante em comparação com o extrato etanólico e quadruplicou quando comparado com o extrato elaborado com acetona e água.

A variação desses resultados reportados na literatura pode ser justificada devido a diversos fatores aos quais as plantas e os frutos são expostos, como umidade, tipo de solo, clima (Djeridane et al., 2013), alterações na maturidade, assimetria genética e formas de armazenamento (Pinto et al., 2010), diferença geográfica dos frutos (Cheng et al., 2012), como também o método de preparo dos extratos, uso de diferentes solventes e tempo de extração (Crozier et al., 2009), devido à grande diversidade química dos compostos antioxidantes, deve-se realizar os ensaios por diferentes metodologias para determinar a atividade antioxidante, pois cada uma se difere em relação ao mecanismo de ação, espécies, condições reacionais e a forma como os resultados são expressos (Oliveira et al., 2009).

Na Tabela 3 encontram-se os resultados referentes à atividade antimicrobiana dos extratos das farinhas.

Tabela 3. Atividade antimicrobiana dos extratos dos resíduos da manga pelo diâmetro do halo de inibição em mm.

Microrganismo	Extrato FC	Extrato FF	Extrato FA	Controle negativo	Controle positivo
<i>Listeria monocytogenes</i>	-	-	-	-	10,33±0,57
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	8,66±0,76
<i>Escherichia coli</i>	12,33±0,93 ^a	-	15,33±0,28 ^b	-	12,00±1,00 ^a
<i>Salmonella</i> Infantis	-	-	-	-	11,66±1,15
<i>Bacillus cereus</i>	10,50±0,32 ^a	-	15,33±0,28 ^b	-	15,53±0,64 ^b
<i>Salmonella</i> Enteritidis	-	-	15,50±0,86 ^a	-	9,5±0,1 ^b
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	-	-	-	-	15,33±0,57

Legenda: FC: Farinha da Casca da Manga; FF: Farinha da Fibra da Manga; FA: Farinha da Amêndoa da Manga. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados estão expressos pela média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si (p<0,05), segundo teste Tukey. Fonte: Os autores (2020).

Na Tabela 3 pode ser observada a atividade dos extratos frente aos microrganismos. Observou-se que o extrato da farinha da fibra não apresentou atividade contra nenhum microrganismo testado, e segundo Mothana e Lingequist (2005) os extratos que formam halos de inibição entre 8 e 13 mm são considerados com atividade moderada, já halos maiores que 14 mm são muito ativos. Sendo assim, podemos considerar o extrato da farinha da casca com atividade antimicrobiana moderada contra *Escherichia coli* e *Bacillus cereus* e o extrato da farinha da amêndoa muito ativo contra os mesmos microrganismos, bem como para *Salmonella* Enteritidis.

Ainda nessa tabela, verifica-se que o extrato da farinha de amêndoa foi significativamente mais eficiente (p<0,5) que o extrato da casca e que o controle positivo (clorexidina 0,12%) para *E. coli* e *S. Enteritidis*.

Arbos et al. (2013) acreditam que a ação antimicrobiana de extratos de resíduo de manga pode ser em parte atribuída ao seu alto teor de compostos fenólicos de

aproximadamente 79,5%. Dessa forma, isso justificaria o maior potencial antibacteriano do extrato da amêndoa do que o da casca. Esses resultados concordam com diversos trabalhos reportados na literatura, como o estudo de Abdalla et al. (2007) que afirmaram que a ação antimicrobiana da amêndoa da semente de manga deve-se principalmente à presença de compostos fenólicos, ou o de Mirghani et al. (2009) que afirmaram que o potencial antimicrobiano da amêndoa pode estar associado ao teor de taninos hidrolisados, que pertencem à classe de compostos fenólicos. Segundo esses autores, esse grupo de fenólicos interage com as proteínas, inibindo a atividade enzimática dos microrganismos.

Por outro lado, diferente da presente pesquisa, Arbos et al. (2013) demonstraram que a farinha da casca foi significativamente mais eficiente que a da amêndoa. Esses pesquisadores indicaram que a zona de inibição do crescimento de *E. coli*, para esse extrato foi de 17,1 mm, enquanto que o da presente pesquisa foi de 12,33 mm. Para *Salmonella* sp. verificaram uma atividade ainda maior (18,1 mm), ao passo que nessa pesquisa, não foi observada atividade para esse microrganismo, o que pode ser justificado provavelmente devido a técnica de extração utilizada.

A variação dos tamanhos dos halos de inibição encontrada na literatura para um mesmo extrato com atividade antimicrobiana pode ser justificada em função da concentração do extrato, bem como o volume do mesmo adicionado no disco de papel.

4. Considerações Finais

As farinhas dos resíduos da manga (casca, fibra e amêndoa), produtos de baixo custo e abundantes no Brasil, demonstram ser ótimas para serem utilizadas pela indústria por apresentarem teor de minerais e ácido ascórbico que contribuem para o enriquecimento de diversos produtos. Foi observado que o extrato de amêndoa possui elevada atividade antioxidante e atividade antimicrobiana contra alguns microrganismos patogênicos responsáveis pelas doenças veiculadas por alimentos. Sendo assim, os extratos podem ser incorporados em diversos segmentos tanto da indústria de alimentos como a farmacêutica substituindo conservantes sintéticos. Esses resultados possibilitam novos estudos com a aplicação dessas farinhas e/ou dos extratos em embalagens biodegradáveis, buscando a transferência dos compostos bioativos para o alimento embalado objetivando maior durabilidade dos produtos e redução de embalagens plásticas no meio ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento da pesquisa, aos técnicos e coordenadores do laboratório de Análises de Alimentos e laboratório de Biotecnologia do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe pelos auxílios durante a execução do projeto.

Referências

Abdalla, A. E. M., Darwish, S. M., Ayad, E. H. E., & El-Hamahmy, R. M. (2007). Egyptian mango by product 2: Antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. *Food Chemistry*, 103 (4), 1141-1152.

Alberton, A. C. M. (2014). *Caracterização da manga Tommy Atkins in natura e após a liofilização*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, Brasil. <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4428>

Arbos, K. A., Stevani, P. C., & Castanha, R. F. (2013). Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. *Revista. Ceres*, 60 (2), 161-165.

Asif, A., Farooq, U., Akram, K., Hayat, Z., Shafi, A., Sarfraz, F., Sidhu, M.A.I., Ur-Rehman, H., & Aftab, S. (2016). Therapeutic potentials of bioactive compounds from mango fruit wastes. *Trends in Food Science & Technology*, 53, 102-112.

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). Integral utilization of mango pulp residue in the preparation and sensory evaluation of fermented milk. *Research, Society and Development*, 9(6), e94963557. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3557>

Berardine, N., Fezer, R., Conrad, J., Beifuss, U., Carle, R., & Schieber, A. (2005). Screening of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for their contents of flavonol O- and xanthone C-

glycosides, anthocyanins and pectin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 1563-1570.

Boas, B. M. V., Nunes, E. R., Fiorini, F. V. A., Lima, L. C. O., Boas, E. V. B. V., & Coelho, A. H. R. (2004). Avaliação Da Qualidade De Manga Tommy Atkins Minimamente Processadas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24 (3), 540 – 543.

Boroski, M., Visentainer, J. V., Cottica, S. M., & Morais, D. R. (2015). *Antioxidantes – Princípios e métodos analíticos*. Appris Editora.

Brasil (2005). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, constantes do anexo desta Portaria. Diário Oficial da União, Poder Executivo. Brasília.

Brunini, M. A., Durigan, J. F., & Oliveira, A. L. (2002). Avaliação das alterações em polpa de manga Tommy Atkins congeladas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24 (3), 651-653.

Candeias, V. M. S., & Souza, M. E. A. O. (2019, Setembro). Determinação do composto fenólico e do potencial antioxidante do óleo/extrato da amêndoa do caroço da manga da região submédio do vale do São Francisco aplicando diferentes técnicas de extração. In: XIV Jornada de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica, VIII Jornada de Trabalhos de Extensão e VII Jornada de Iniciação a Docência do IF Sertão, Floresta, PE, Brasil, 14. Recuperado de <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/jince/article/view/507>.

Carlos, B. E., Egídio, K. E., Oliveira, M. N. M., Melo, R. P. F., Sousa, C. R. C., & Carmo, S. K. S. (2020). Influence of magnetic stirring and particles size of mango peel flour in an acid hydrolysis process. *Research, Society and Development*, 9(9), e685997697. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7697>

Chagas, E. G. L. (2019). *Produção, caracterização e aplicação de farinhas obtidas a partir do resíduo agroindustrial do processamento do camu-camu*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, Brasil. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74132/tde-29042019-145950/pt-br.php>

Cheng, V. J., Bekhit, A. E. D. A., McConnell, M., Mros, S., & Zhao, J. (2012). Effect of extraction solvent, waste fraction and grape variety on the antimicrobial and antioxidant activities of extracts from wine residue from cool climate. *Food Chemistry*, 134 (1), 474–482.

Crozier, A., Jaganath, I. B., & Clifford, M. N. (2009). Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Products Report*, 26 (8), 1001-1043.

Djeridane, A., Hamdi, A., Bensania, W., Cheifa, K., Lakhdari, I., & Yousfi, M. (2013). The in vitro evaluation of antioxidative activity, α -glucosidase and α -amylase enzyme 54 inhibitory of natural phenolic extracts. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 9 (4), 324-331. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsx.2013.10.007>.

Dorta, E. M., Lobo, M., & González, M. (2012). Using drying treatments to stabilise mango peel and seed: Effect on antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 45 (2), 261 – 268.

Gondim, A. M., Moura, V. M. F., Dantas, S. A., Medeiros, R. L. S., & Santos, K. M. (2005). Composição Centesimal e De Minerais Em Cascas De Frutas. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, 25 (4), 825-827.

Hung, L. M., Mason, S. L., & Bickerstaffe, R. (2010). Total phenolic content of Tommy Atkins mangoes imported into New Zealand. *Proceeding of the Nutrition Society of New Zealand*, 34, 34-40.

Instituto Adolfo Lutz. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. [*e-book*]. São Paulo. Ed. Recuperado de <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>.

Jing-En, L., Song-Tao, F., Zeng-Hui, Q., Chang, L., & Shao-Ping, N. (2015). Total flavonoids content, antioxidant and antimicrobial activities of extracts from *Mosla chinensis* Maxim. cv. Jiangxiangru. *LWT - Food Science and Technology*, 64 (2), 1022-1027. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.033>

Kabuki, T., Nakajima, H., Arai, M., Ueda, S., Kuwabara, Y., & Dosako, S. (2000). Characterization of novel antimicrobial compounds from mango (*Mangifera indica* L.) kernel seeds. *Food Chemistry*, 71 (1), 61-66.

Knödler, M., Conrad, J., Wenzig, E. M., Bauer, R., Lacorn, M., & Beifuss, U. (2008). Antiinflammatory 5-(11Z-heptadecenyl) and 5-(8Z, 11Z-heptadecadienyl)-resorcinols from mango (*Mangifera indica* L.) peels. *Phytochemistry*, 69 (4), 988–993.

Martim, N. S. P. P. (2006). *Estudo das características de processamento da manga (Mangifera indica L.) variedade Tommy Atkins desidratada*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/5884>

Menezes, L. S. A., Souza, E. C. G., Troiani, C. A. L., Moreira, A. M., & Germer, S. P. M. (2019). Desidratação de cascas de manga por *drum drying*: desempenho de diferentes variedades e avaliação do resíduo industrial. In: 13º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica. Campinas, São Paulo, Brasil. Retirado de http://www.ciic.net.br/resumos_2019/ITAL/RE19242_Silvia%20Germer.pdf.

Mirghani, M., Yosuf, F., Kabbashi N. A., Vejayan, J., & Yosuf, Z. B. M. (2009) Antibacterial activity of mango kernel extracts. *Journal of Applied Sciences*, 9, 3013-3019.

Mothana, R. A. A., & Lindequist, U. (2005). Antimicrobial activity of some medicinal plants of the island soqotra. *Journal of Ethnopharmacology*, 96, 177-181.

Moreira, T. B., Rocha, e. M. F. F., Afonso, M. R. A., & Costa, J. M. C. (2013). Behavior of adsorption isotherms of freeze-dried mango pulp powder. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17 (10), 1093-1098. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n3p269-274>

Moreno. J. S. (2016). *Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, Brasil. <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/JOYCE-MORENO.pdf>

Oliveira, A. C., Valentim, I. B., Goulart, M. O. F., Silva, C. A., Bechara, E. J. H., & Trevisan, M. T. S. (2009). Fontes vegetais naturais de antioxidantes. *Química Nova*, 32 (3), 689-702.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Pinto, M. S., Kwon, Y., Apostolidis, E., Lajolo, F. M., Genovese, M. I., & Shetty, K. (2010). Evaluation of red currants (*Ribes rubrum* L.), black currants (*Ribes nigrum* L.), red and green gooseberries (*Ribes uva-crispa*) for potential management of type 2 diabetes and hypertension using in vitro models. *Journal of Food Biochemistry*, 34 (3), 639-660.

Santos, C. N. P. (2003). *Elaboração de um estruturado de polpa de manga (Mangifera indica L. cv Tommy Atkins) parcialmente desidratada por osmose*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/255223>

Shabani, Z., & Sayadi, A. (2014). The antimicrobial in vitro effects of different concentrations of some plant extracts including tamarisk, march, acetone and mango Kernel. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4 (5), 75-79.

Silva, A. V. C., & Menezes, J. B. 2001. Caracterização físico-química da manga Tommy Atkins submetida à aplicação de cloreto de cálcio pré-colheita e armazenamento refrigerado. *Scientia Agricola*, 58 (1), 67-72. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000100012>.

Sogi, D. S., Siddiq, M., & Dolan, K. D. (2013). Total phenolics, carotenoids and antioxidant properties of Tommy Atkin mango cubes as affected by drying techniques. *Food Science and Technology*, 62 (1), 564-568.

Sudha, M. L., Indumathi, K., Sumanth, M. S. Rajarathnam, S., & Shashirekha, M. N. (2015). Mango pulp fibre waste: characterization and utilization as a bakery product ingredient. *Food Measure*, 9 (3), 382-388. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9246-3>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Matheus Péricles Silva Láscaris – 25%

Jessica Vieira Leite – 15%

Tatiana Pacheco Nunes – 10%

Jane de Jesus da Silveira Moreira – 10%

Bruna Stephanny Neves Brito – 10%

Alessandra Almeida Castro Pagani – 10%

Ana Karla de Souza Abud – 10%

Antônio Martins de Oliveira Junior – 10%