

Extração de compostos bioativos do flavedo/albedo e da farinha do pomelo submetida a diferentes processamentos

Extraction of bioactive compounds from the flavedo/albedo and from Citrus paradisi Macfad flour subjected to different processes

Extracción de compuestos bioactivos del flavedo/albedo y de la harina del Citrus paradisi Macfad sometida a diferentes procesamientos

Damiane Oliveira Barbosa Rodrigues¹
Rita de Cássia Avellaneda Guimarães²
Danielle Bogo³

¹ Graduação em Tecnologia em Alimentos pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) campus Cidade Universitária, Campo Grande, MS, Brasil. E-mail: damianerodrigues@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9527-8632>

² Doutorado em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Mestrado em Biotecnologia pela Universidade Católica Dom Bosco, com sanduíche na Universidade Católica de Brasília (UCB). Graduação em Nutrição pela UCDB. Atualmente, é professora adjunta nível III do curso de Nutrição da UFMS e docente do quadro permanente do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Faculdade de Medicina (FAMED) da UFMS. E-mail: ritaaguimaraes@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2538-6707>

³ Doutorado e mestrado em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Graduação em Farmácia pela UFMS. Professora adjunta 2 da UFMS em cursos de graduação, e docente permanente em cursos de pós-graduação. Coordenadora do Curso de Alimentos – Tecnológico. E-mail: daniellebogo@hotmail.com, ORCID: <http://orcid.org/000.0003-0233-3047>

Resumo: *Citrus paradisi* Macfad são uma excelente fonte de nutrientes e de fitoquímicos importantes para uma dieta saudável. Nesse contexto, o conhecimento da composição química dos alimentos é fundamental para avaliar os teores de nutrientes e os seus benefícios para a saúde. Entretanto, um dos problemas relacionados ao consumo do pomelo é o sabor amargo proveniente da naringina que apresenta na casca, tornando-se importante desenvolver uma farinha com teor reduzido de sabor amargo. As determinações foram realizadas na casca, no flavedo e no albedo, na farinha obtida por processamento térmico de 48 horas, na farinha por processamento térmico de 72 horas, na farinha processada e lavada em água fria e na farinha triturada, lavada em água fria e processada. Para determinação de ácido ascórbico, utilizou-se o método titulométrico, e os demais bioativos foram determinados por espectrofotometria. Os extratos aquoso, hidroacetônico e etanólico foram utilizados na determinação dos compostos fenólicos totais, taninos totais. A atividade antioxidante DPPH foi determinada pelo método fotocolorimétrico. A farinha com processamento térmico de 72 horas teve diminuição da concentração dos bioativos, e a farinha obtida pela casca e albedo triturados antes do processo de obtenção teve as maiores concentrações, ressaltando um aumento discrepante de ácido ascórbico em relação às outras. O teor de carotenoides não teve diferenças significativas entre as amostras. Entre todos os tratamentos, a farinha obtida por processamento em água fria, sem ser triturada antes da obtenção, é que teve redução do sabor amargo da naringina.

Palavras-chave: pomelo; atividade antioxidante; ácido ascórbico; tratamento térmico.

Abstract: *Citrus paradisi* Macfad are an excellent source of nutrients and important phytochemicals for a healthy diet. In this context, the knowledge of the chemical composition of foods is fundamental to evaluate the nutrient contents and their health benefits. However, one of the problems related to the consumption of pomelo is the bitter taste that comes from the naringin present in the peel, making it important to develop a flour with a reduced content of bitter taste. The determinations were made in the peel, flavedo, and albedo, in the flour obtained by thermal processing of 48 hours, flour by thermal processing of 72 hours, flour processed and washed in cold water and crushed flour, washed in cold water and processed. To determine ascorbic acid, the titration method was used, and the other bioactives were determined by spectrophotometry. Aqueous, hydroacetic, and ethanolic extracts were used to determine the total phenolic compounds, total tannins. Antioxidant activity was determined by the photocolometric method of the stable free radical DPPH. The flour with 72-hour thermal processing had decreased its concentration of bioactive, and the flour that has been obtained by the peel and albedo before being processed had the highest concentrations; thereof, highlighting discrepant increase of ascorbic acid relative to the other. The carotenoid content showed no significant differences between the samples. Among all treatments, the flour obtained by cold water processing, not being crushed before being processed, had reduced the bitterness of naringin.

Keywords: pomelo; antioxidant activity; ascorbic acid; heat treatment.

Resumen: *Citrus paradisi* Macfad son una excelente fuente de nutrientes y fitoquímicos importantes para una dieta sana. En este contexto, el conocimiento de la composición química de los alimentos es fundamental para evaluar los contenidos de nutrientes y sus beneficios para la salud. Sin embargo, uno de los problemas relacionados con el consumo del pomelo es el sabor amargo proveniente de la naringina presente en la corteza, haciéndose importante desarrollar una harina con reducción de sabor amargo. Las determinaciones fueron realizadas en la cáscara, en el flavedo y en el albedo, en la harina obtenida por procesamiento térmico de 48 horas, en la harina por procesamiento térmico de 72 horas, en la harina procesada y lavada en agua fría y en la harina triturada, lavada en agua fría procesada. Para la determinación de ácido ascórbico, se utilizó el método titulométrico y los demás bioactivos fueron determinados por espectrofotometría. Los extractos acuoso, hidroacetónico y etanólico se utilizaron en la determinación de los compuestos fenólicos totales, taninos totales. La actividad antioxidante DPPH fue determinada por el método fotocolorimétrico. La harina con procesamiento térmico de 72 horas tuvo disminución de la concentración de los bioactivos, y la harina obtenida por la cáscara y el albedo triturados antes del proceso de obtención tuvo las mayores concentraciones, ressaltando un aumento discrepante de ácido ascórbico en relación a las otras. El contenido de carotenoides no tuvo diferencias significativas entre las muestras. De entre todos los tratamientos, la harina obtenida por procesamiento en agua fría, sin ser triturada antes de la obtención, es que tuvo reducción del sabor amargo de la naringina.

Palabras clave: pomelo; actividad antioxidante; ácido ascórbico; tratamiento térmico.

1 INTRODUÇÃO

Estudos recentes têm demonstrado que as frutas são ricas em muitos nutrientes e compostos antioxidantes, e que esses constituintes se concentram majoritariamente nas cascas e sementes. Vários autores têm associado o consumo regular de frutas, hortaliças e grãos aos efeitos benéficos à saúde, pois esses vegetais têm substâncias antioxidantes, como os compostos fenólicos, a vitamina C e os carotenoides.

As frutas cítricas têm diversas outras formas de consumo, além do suco *in natura*, destacando-se o emprego em produtos de confeitaria, doces e compotas, vinho e vinagre de laranja. O albedo pode ser empregado na formulação de farinhas enriquecidas que podem ser utilizadas em diferentes produtos de panificação, como pães, biscoitos e massas alimentícias.

Os consumidores estão mais interessados nos benefícios potenciais da nutrição para o controle e a prevenção de doenças e passaram a exigir, em alimentos industrializados, além de sabor agradável e praticidade, alto valor nutritivo e outros benefícios à saúde. Os subprodutos da indústria de sucos são uma excelente forma de enriquecimento nutricional na elaboração de produtos de panificação, e, ainda, a renda dos produtores pode ser aumentada com o incremento do subproduto albedo na formulação de farinhas.

A espécie *Citrus paradisi* Macfad (pomelo) tem origem nas ilhas do Caribe, sendo proveniente de hibridização natural entre uma toranjeira (*Citrus máxima* Merrill) e uma laranjeira-doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). O fruto também é conhecido pelos nomes de jamboa, *grapefruit*, laranja-melancia, pamplemussa, laranja-vermelha, laranja-romã, entre outras denominações. O pomeleiro tem características que o destacam visualmente dos demais cítricos: é uma planta alta, com copa arredondada, perene e que vegeta satisfatoriamente em diversas condições climáticas.

Os pomelos são uma excelente fonte de nutrientes e de fitoquímicos importantes para uma dieta saudável, destacando-se pelos teores de ácido ascórbico; de carotenoides, entre eles, o licopeno; de limonoides; e de compostos fenólicos, como os flavonoides, cujo principal componente é

a naringina. Os pomelos também são ricos em fibra solúvel, ácido fólico e potássio. Com isso, os pomelos vêm crescendo em importância nos últimos anos, em função do reconhecimento às suas qualidades como alimento funcional e fitoterápico. Com a ampliação do conhecimento sobre os benefícios dos carotenoides, particularmente, do licopeno à saúde, os pomelos pigmentados ou róseos passaram a ser alvo de maior atenção, conquistando novos consumidores.

Segundo a Resolução RDC n. 2, de 7 de janeiro de 2002, os compostos bioativos compreendem, além dos nutrientes, substâncias não nutrientes, que têm ação metabólica ou fisiológica específica. Entre esses compostos, aqueles com ação antioxidante, como as vitaminas e os compostos fenólicos, têm atraído grande interesse por seus efeitos comprovados na proteção contra o estresse oxidativo. Esses compostos têm despertado interesse, devido às suas importantes funções e ações para a saúde humana, principalmente por atuar como antioxidantes e sequestrantes de radicais livres, capazes de ajudar a reduzir o risco de enfermidades como o câncer e doenças degenerativas e cardiovasculares.

Para a saúde, este estudo avaliou os compostos bioativos presentes na casca, no flavedo, no albedo e na farinha do pomelo cultivado em Porto Murtinho, MS. Embora este fruto não seja nativo do estado de Mato Grosso do Sul, tem grande ocorrência nesta região e pode constituir uma fonte de renda para a população local, principalmente após seu processamento. É o caso da obtenção da farinha, que pode ser armazenada e posteriormente utilizada na elaboração de produtos de panificação, como bolos e pães, agregando a eles funcionalidade e aproveitamento de resíduos que seriam descartados (casca e albedo) no meio ambiente.

Entretanto, como os citros podem apresentar sabor amargo e a naringina é o principal flavonoide que caracteriza o sabor amargo nos cítricos, foram elaborados quatro tipos de farinhas da casca e do albedo, conforme os diferentes tipos de processamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo do fruto para utilização do albedo e da casca, e elaboração da farinha da casca e do albedo

Os frutos foram coletados na região de Porto Murtinho, MS. A coleta dos frutos foi realizada nos meses de novembro de 2017 a fevereiro de 2018. Foram lavados e sanitizados com hipoclorito a 200 ppm (partes por milhão), cortados longitudinalmente em quatro partes, sendo descartadas as polpas e as sementes. Para análises de casca e albedo, estes foram triturados em liquidificador apropriado.

As farinhas foram obtidas a partir de quatro tratamentos que pudessem minimizar o sabor amargo decorrente da naringina, mantendo os teores de bioativos da casca e do albedo. São elas:

F1: farinha obtida por tratamento térmico de 48 horas;

F2: farinha obtida por tratamento térmico de 72 horas;

F3: farinha obtida por processamento em água fria;

F4: farinha obtida pela casca e pelo albedo triturados e processada em água fria.

2.1.1 Processamento hidrotérmico

As amostras de flavedo e albedo cortadas em quatro partes foram secas a 40°C, trituradas em moinho e peneiradas em Tamis. Dois lotes foram sujeitos a esse processamento: um ficou imerso por 48 horas (F1) e o outro, por 72 horas (F2). A água acrescentada próximo à temperatura de fervura (100°C) foi despejada sobre a amostra até cobri-la, onde permaneceu por 12 horas, repetindo-se o processo de duas em duas horas. Após os tratamentos por 48 horas e 72 horas, as amostras foram secas em estufa do tipo cabine com circulação forçada de ar a 45°C por 24 horas.

2.1.2 Processamento com água fria

As amostras de flavedo e albedo após separação da polpa e semente foram levadas para secar em estufa a 40°C, por 48 horas. Após a secagem, as amostras inteiras de casca e albedo foram trituradas em liquidificador

e peneiradas em Tamis, para obter grânulos finos de farinha. Obtendo a farinha, foram lavadas em água corrente três vezes usando o Tamis de um grânulo menor, até obter a água escorrida límpida. A amostra de farinha foi seca novamente em estufa a 40°C por 48 horas e, depois de seca, foi triturada em liquidificador e peneirada em Tamis (F3).

Em outro processo, as amostras de flavedo e albedo foram trituradas em liquidificador anteriormente à secagem e lavadas em peneira de nylon em água corrente, até obter a água escorrida límpida. Em seguida, foram levadas para secar em estufa a 40°C, por 48 horas. Após a secagem, foram trituradas novamente no liquidificador, até obter uma farinha que, posteriormente, foi peneirada em Tamis (F4).

2.2 Elaboração dos extratos para compostos fenólicos, taninos e atividade antioxidante

2.2.1 Extração aquosa

A extração aquosa foi realizada em cada farinha ou flavedo/albedo utilizando-se água destilada na proporção 1:20 mg⁻¹, amostra: água, agitando-se por aproximadamente 20 minutos. Posteriormente, esta solução foi filtrada em gaze e o resíduo foi submetido a uma nova extração. O extrato foi armazenado em frasco âmbar sob refrigeração a 2°C.

2.2.2 Extração hidroacetônica

A extração hidroacetônica foi realizada em cada farinha ou flavedo/albedo, utilizando-se acetona 80% na proporção 1:20 m.g⁻¹, amostra: acetona. Repetiu-se a metodologia descrita para extração aquosa. O extrato foi armazenado em frasco âmbar, sob refrigeração a 2°C.

2.2.3 Extração etanólica

A extração etanólica foi realizada em cada farinha ou flavedo/albedo utilizando-se etanol na proporção 1:20 m.g⁻¹, amostra: etanol. Repetiu-se a metodologia descrita para extração aquosa. O extrato foi armazenado em frasco âmbar, sob refrigeração a 2°C.

2.2.4 Determinação de fenóis totais

A quantificação de compostos fenólicos foi realizada com reagente Folin-Ciocalteu, método que envolve a redução do reagente pelos compostos fenólicos das amostras, com formação concomitante de um complexo azul cuja intensidade aumenta linearmente a 760 nm, conforme descrito por Swain e Hillis (1959). A quantidade total de fenóis de cada extrato foi quantificada por meio de uma curva-padrão preparada com ácido gálico e expressa como equivalente de ácido gálico (EAG).

2.2.5 Determinação de taninos totais

A quantificação dos taninos totais foi realizada por meio do método de Folin-Denis, com procedimento semelhante à determinação de fenóis totais (BRASIL, 2002). Em 0,5 mL de extrato, foram adicionados 0,5 mL do reagente de Folin-Denis. Posteriormente, adicionaram-se 8,0 mL de água destilada e 1,0 mL da solução de carbonato de sódio saturada 35%. A amostragem ficou em repouso por 30 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 760 nm. Foi construída uma curva-padrão com o ácido tânico em diferentes concentrações (0,01 a 0,1 mg/mL) e, a partir destes resultados, foi possível calcular a concentração das amostras analisadas em equivalente de ácido tânico (EAT). A quantificação de taninos foi realizada em triplicata.

2.2.6 Determinação da atividade antioxidante

A avaliação da atividade antioxidante foi realizada pelo método fotolorimétrico do radical livre estável DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazila). Este método se baseia no sequestro do radical 1,1-difenil-2-picrilidrazila (DPPH) pelos antioxidantes, que produz uma diminuição de absorção em 517 nm. Quando uma solução de DPPH é misturada com uma substância que pode doar um átomo de hidrogênio, a forma reduzida do radical gerado é acompanhada de perda de cor (ALI *et al.*, 2009).

A partir dos extratos, soluções etanólicas com diferentes concentrações foram preparadas, com adição de 1800 μL de DPPH (0,004% m.v^{-1}), e o volume final foi ajustado para 2,0 mL. Cada amostra foi incubada 30

minutos à temperatura ambiente no escuro. Para cada análise, foi realizada amostragem em triplicata e controle negativo em duplicata por amostra.

A capacidade de sequestrar radical livre, expressa como percentual de inibição, será calculada de acordo com a equação 1 (Eq. 1) a seguir (YEN; DUH, 1994):

$$\% \text{ Inibição} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{EXTR}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100 \quad \text{Eq.1}$$

Onde:

A_{DPPH} = absorvância da solução de DPPH;

A_{EXTR} = absorvância da amostra em solução (calculado com base na diferença da absorvância da solução da amostra em teste com o seu branco).

O valor de IC_{50} é definido como a concentração final do extrato seco requerido para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% e expresso em g/g de DPPH.

2.2.7 Determinação de ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método Tillmans (titulométrico), que se baseia na redução de 2,6-diclorofenol-indofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico. O DCFI em meio básico ou neutro é azul, em meio ácido é rosa, e sua forma reduzida é incolor. O ponto final da titulação é detectado pela viragem da solução de incolor para rosa, quando a primeira gota de solução de DCFI é introduzida no sistema, com todo o ácido ascórbico consumido.

Essa metodologia foi proposta pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC – Official Method 967.26) (HORWITZ, 2005), utilizando-se a amostra de casca e albedo e das farinhas. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de amostra.

2.2.8 Determinação de carotenoides totais

Os teores de carotenoides foram determinados pela metodologia proposta por Nagata e Yamashita (1992). Em um béquer, pesou-se 1,0 g

das amostras e foi adicionado 10 mL da mistura acetona-hexano na proporção (4:6), verteu-se a mistura para um tubo de ensaio e agitou-se por 20 segundos em um agitador de tubos; posteriormente, agitaram-se os tubos em centrífuga por 5 minutos a 2000 rpm. Em seguida, foi feita a leitura no espectrofotômetro nos seguintes comprimentos de onda: 453 nm, 505 nm, 645 nm, 663 nm. Realizou-se o branco, que consiste apenas na mistura acetona-hexano. As avaliações foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em mg/100 g.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de compostos fenólicos, taninos e atividade antioxidante presentes na casca e no albedo do fruto *Citrus paradisi* e nos diferentes tipos de farinhas processadas estão apresentados na Tabela 1.

Na farinha F2, houve diminuição dos bioativos em relação ao flavedo/albedo e também em relação à farinha F1 (Tabela 1). Desta forma, o processamento térmico (72 horas) não é o mais adequado para a elaboração da farinha do flavedo e do albedo.

As perdas no conteúdo de flavonoides variam de acordo com o processo e os equipamentos utilizados. A degradação pode ocorrer durante a extração, no processamento ou na estocagem de alimentos. O pH, a temperatura, as enzimas e os íons metálicos podem influenciar essa degradação (HAVSTEEN, 2002).

Houve um aumento da concentração de compostos fenólicos em relação à casca e ao albedo, no tratamento 48 horas, o mesmo ocorrendo com a atividade oxidante. Vários autores têm demonstrado de forma conclusiva que existe uma forte relação positiva entre o teor de fenólicos totais e a capacidade antioxidante de frutas e hortaliças (KAUR; KAPOOR, 2002; ABDILLE *et al.*, 2005), enquanto outros autores não têm evidenciado esta correlação (ISMAIL; MARJAN; FOONG, 2004). Com o advento da secagem, esses valores aumentam devido à perda de umidade, apresentando-se maiores na F1 (Tabela 1). Este comportamento já é esperado, mesmo que parte dos compostos se perca durante o tratamento de secagem pela ação da temperatura (LI *et al.*, 2011), por meio da conversão de compostos

fenólicos insolúveis em solúveis, após tratamento com calor (LEE *et al.*, 2003).

A atividade antioxidante em F3 (tratamento em água fria) foi inferior à casca, ao albedo e às demais farinhas, exceto a de F2 (tratamento hidrotérmico de 72 horas), que obteve pior resultado. Em F4, observou-se alta atividade antioxidante em relação a todas as amostragens, inclusive em relação à casca e ao albedo.

As frutas, principais fontes dietéticas de polifenóis, em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas) apresentam, em termos quantitativos e qualitativos, composição variada desses constituintes. Por sua vez, a eficácia da ação antioxidante depende da estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento (ROSS; KASUM, 2002). Assim, a capacidade antioxidante de um extrato não pode ser explicada apenas com base em seu teor de fenólicos totais. A caracterização da estrutura do composto ativo é também necessária (HEINONEN; LEHTONEN; HOPIA, 1998). A quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% é denominada concentração inibitória (IC_{50}). Quanto maior o consumo de DPPH por uma amostra, menor será a sua IC_{50} e maior a sua atividade antioxidante.

Em relação aos taninos, ocorreu diminuição da concentração no processamento tanto por 48 horas como por 72 horas. Isso pode ser explicado porque os taninos são compostos fenólicos que apresentam solubilidade em água, a maioria dos compostos fenólicos não é encontrada no estado livre na natureza, mas sob forma de ésteres ou de heterosídeos, sendo, portanto, solúveis em água e em solventes orgânicos polares (MELLO; SANTOS, 2001).

Além disso, em geral, taninos sofrem hidrólise em temperaturas elevadas, acima de 60°C (SAXENA; SHARMILA; SINGH, 1995). Segundo Pizzi (1994), ao se utilizar água na extração de taninos, a temperatura de extração varia de espécie para espécie. Como a temperatura utilizada no tratamento foi próxima de 100°C, pode-se inferir que houve uma redução nos teores de taninos por conta da água e da temperatura elevada.

Embora tenha sido verificada uma diminuição dos teores de compostos fenólicos taninos e atividade antioxidante em relação à casca e ao albedo

e às demais farinhas (F1 e F4), a farinha F3, obtida por processamento em água fria, foi a qual não apresentou sabor amargo proveniente da naringina.

Mesmo com a diminuição de compostos fenólicos e taninos em relação à casca e ao albedo, no extrato etanólico, a farinha triturada F4 foi a melhor entre todas as quatro farinhas em termos de teores mais elevados de compostos bioativos. Isso pode ser atribuído ao fato de que uma mistura de diferentes compostos fenólicos, com polaridade diversificada, encontra-se na farinha triturada e processada (F4), sendo a maior proporção destes insolúvel em etanol.

Tabela 1 – Valores de compostos fenólicos, taninos e atividade antioxidante presentes na casca e no albedo do fruto *Citrus paradisi* e nos diferentes tipos de farinhas processadas

Análises	TIPOS DE FARINHA																			
	Casca e albedo				F1				F2				F3				F4			
	EA	EH	EE		EA	EH	EE		EA	EH	EE		EA	EH	EE		EA	EH	EE	
Compostos fenólicos (mg/100 g)	230,1 ± 9,4	195,5 ± 4,3	241,0 ± 0,9		311,2 ± 5,5	360,8 ± 15,2	341,9 ± 3,6		95,2 ± 44,6	126,2 ± 104,8	192,7 ± 13,9		154,2 ± 2,6	129,0 ± 0,7	25,6 ± 0,3		357,4 ± 6,8	338,0 ± 5,8	135,6 ± 8,8	
Taninos (mg/100 g)	205,2 ± 0,4	213,9 ± 4,1	197,0 ± 2,8		169,5 ± 2,7	175,9 ± 3,7	191,1 ± 5,9		51,91 ± 2,5	78,8 ± 7,6	61,3 ± 5,9		137,4 ± 2,5	128,0 ± 5,3	79,2 ± 1,8		289,7 ± 6,7	255,3 ± 6,5	166,8 ± 3,4	
Atividade antioxidante I_C₅₀	122,9 ± 0,8	156,3 ± 0,5	239,1 ± 0,2		55,9 ± 0,3	42,7 ± 0,5	42,5 ± 0,4		951,6 ± 0,4	397,8 ± 0,1	463,0 ± 0,07		134,4 ± 0,4	258,5 ± 0,3	412,3 ± 0,3		4,4 ± 0,2	0,5 ± 0,05	173,3 ± 0,3	

Valores expressos com média ± desvio-padrão. Onde: DP: desvio-padrão; F1: farinha obtida por tratamento térmico de 48 horas; F2: farinha obtida por tratamento térmico de 72 horas; F3: farinha obtida por processamento em água fria; F4: farinha obtida pela casca e pelo albedo triturados e processada em água fria; Tipos de extratos: EA: aquoso; EH: hidroacetônico; EE: etanólico.

Os resultados das determinações do ácido ascórbico e carotenoides totais na casca, no albedo e nas farinhas processadas estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Teores de ácido ascórbico e carotenoides totais presentes na casca, no albedo e nas farinhas processadas

Análises (mg/100 g)	Tipos de farinha				
	Casca e albedo	F1	F2	F3	F4
Ácido ascórbico	18,0 ± 1,8	29,3 ± 2,57	18,4 ± 2,14	11,2 ± 0,78	80,8 ± 3,63
Carotenoides totais	1,79 ± 0,02	1,67 ± 0,02	1,30 ± 0,01	1,27 ± 0,01	1,6 ± 0,01

Valores apresentados com média ± desvio-padrão. DP: desvio-padrão; F1: farinha obtida por tratamento térmico de 48 horas; F2: farinha obtida por tratamento térmico de 72 horas; F3: farinha processada em água fria; F4: farinha triturada e processada em água fria.

Na Tabela 2, verifica-se que teor de ácido ascórbico presente na formulação F4 é quatro vezes maior que o teor encontrado no flavedo/albedo. Esta diferença se deve provavelmente ao método de obtenção da farinha, uma vez que, neste, a casca e o albedo foram triturados e lavados, com posterior secagem.

O método do DCFI é considerado, por alguns analistas, como um método cujo ponto de viragem é de difícil visualização. No entanto, essa dificuldade não foi verificada experimentalmente.

Quanto aos valores de carotenoides, pode-se observar que permanecem muito próximos, sem discrepâncias maiores. Sena *et al.* (2014) encontraram valores entre 0,9 µg/g e 2,9 µg/g em farinha de resíduos de processamento de goiaba vermelha e cajá, e consideraram que o teor reduzido de carotenoides deveu-se ao fato de que os resíduos de frutas foram transformados em farinha para posteriores análises, assim como no presente estudo. No entanto, o teor de carotenoides da casca e do albedo também foi reduzido.

4 CONCLUSÃO

Embora seus teores de compostos fenólicos taninos e atividade antioxidante tenham sido menores que os de F1 e F4, a F3 foi a farinha que não

apresentou sabor amargo proveniente da naringina, contribuindo, assim, para melhorar a qualidade sensorial dos produtos e o valor comercial.

Apesar de a F4, obtida pela casca e pelo albedo triturados e processada em água fria, ter sido a farinha com menor sabor amargo depois da F3, foi o tratamento que permitiu obter os teores mais elevados de compostos bioativos, dentre as quatro farinhas analisadas.

REFERÊNCIAS

ABDILLE, M. D. H.; SINGH, R. P.; JAYAPRAKASHA, G. K.; JENA, B. S. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. *FoodChem*, Washington, v. 90, p. 891-6, 2005.

ALI, S. S.; KASOJU, N.; LUTHRA, A.; SINGH, A.; SHARANABASAVA, H.; SAHU, A.; BORA, U. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Research International*, v. 41, p. 1-15, 2009.

BRASIL. Resolução RDC n. 2, de 7 de janeiro de 2002. Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e/ou de saúde. *Diário Oficial da União*, Brasília-DF, 17 de julho de 2002.

HAVSTEEN, B. H. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*, v. 96, p. 67-202, 2002.

HEINONEN, M.; LEHTONEN, P. J.; HOPIA, A. Antioxidative activity of berry and fruit wines and liquor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 48, p. 25-31, 1998.

HORWITZ, W. (Ed.). Vitamin C in foods. In: HORWITZ, W. (Ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18. ed. Gaithersburg: AOAC, 2005. [Official Method 967.26].

ISMAIL, A.; MARJAN, Z. M.; FOONG, C. W. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry*, Washington, v. 87, p. 581-6, 2004.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science & Technology*, Oxford, v. 37, p. 153-61, 2002.

LEE, S. E.; HWANJ, H. J.; JEONG, H. S.; JEONG, H. K. Screening medicinal plant extracts for antioxidant activity. *Life Science*, v. 73, p. 167-79, 2003.

Mello, J. P. C.; Santos, S. C. Taninos. *In*: Simões, C. M. O.; Schenckel, E. P. (Org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 3. ed. Porto Alegre: Ed. UFSC, 2001.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon. Shokuhin Kogyo Gakkaisk*, v. 39, n. 10, p. 925-8, 1992.

PIZZI, A. *Advanced wood adhesives technology*. New York: Marcell Dekker, 1994. 289p.

ROSS, J. A.; KASUM, C. M. Dietary Flavonoids: Bioavailability, Metabolic Effects, and Safety. *Annual review of Nutrition*, n. 22, 19-34, 2002.

SAXENA, R. K.; SHARMILA, P.; SINGH, V. P. Microbial degradation of taninnis. *Progress in Industrial Microbiology*, v. 32, p. 259-70, 1995.

SENA, D. N.; OLIVEIRA, A. F. R.; SOUSA, M. M. A.; ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M. Farinha de Resíduos de Processamento de Frutas Tropicais: determinação dos seus potenciais antioxidante. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20., 19 a 22 de out. 2014, Florianópolis, SC. *Anais [...]*. Florianópolis: COBEQ, 2014.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolics constituents of *Prumus domestica*: the quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of Science Food Agriculture*, v. 10, p. 63-8, 1959.

YEN, G. C.; DUH, P. D. Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species. *J. Agric. Food Chemistry*, v. 42, p. 629-32, 1994.

