

## Avaliação anatômica do fruto de jambo amarelo (*Syzygium jambos* (L.) Alston) e análise físico-química farinácea da casca e polpa e semente

Matheus Chavaglia Cavalet<sup>1</sup>, Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho<sup>2</sup>, Carlos Frederico de Souza Castro<sup>2</sup> & Matheus Vinicius Abadia Ventura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>2</sup> Instituto Federal Goiano, IF Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil

Correspondência: Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho, Laboratórios de Química Tecnológica e de Irrigação e Hidráulica, Instituto Federal Goiano, IF Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: astronomoamadorgoias@gmail.com

Recebido: Janeiro 24, 2023

Aceito: Março 13, 2023

Publicado: Julho 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i7.354

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i7.354>

### Resumo

*Syzygium jambos* é uma espécie frutífera introduzida no Brasil, apresentando frutos com aroma agradável e gosto adocicado. O trabalho teve por objetivo a avaliação anatômica do fruto e a análise físico-química das farinhas obtidas da casca e polpa e da semente. A anatomia do fruto utilizado foi à descritiva, as farinhas foram produzidas utilizando casca e polpa (FCP) e sementes (FS), as análises físico-químicas foram: teores de umidade, cinzas e lipídios, °Brix, pH, proteína, carboidratos por diferença, vitaminas, A, C e E, índice de oxidação (min/s), DPPH (%), compostos fenólicos, pectina,  $\beta$ -Caroteno, licopeno, flavonoides, antocianinas, cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ),  $C^*$  e  $h^\circ$ , e FT-IR. Foram obtidos valores importantes sobre os teores de umidade, cinzas, lipídios, °Brix, pH, proteínas e carboidratos. O conteúdo de vitamina A = 1,50 e 5,37  $\mu\text{g}$  RAE, vitamina C = 1,76 e 3,52 mg 100  $\text{g}^{-1}$ , e vitamina E = 0,066; 0,064 m/m, atividade antioxidante para FCP = 48,19%, fenólicos totais de 8,16 e 11,88 mg EAG 100  $\text{g}^{-1}$ , pectina = 8,37 e 3,40%,  $\beta$ -caroteno = 18,01 e 64,47  $\mu\text{g}$  100  $\text{mL}^{-1}$ , flavonoides = 0,90 e 1,61 mg 100  $\text{g}^{-1}$ , antocianinas = 0,06; 0,41 mg 100  $\text{g}^{-1}$  para as farinhas de FCP e FS respectivamente. As farinhas de jambo amarelo apresentaram potenciais resultados podendo ser empregadas na fabricação de produtos farináceos para a indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** vitaminas, compostos fenólicos, atividade antioxidante,  $\beta$ -caroteno, gênero *Syzygium*.

## Anatomical evaluation of the yellow jambo fruit (*Syzygium jambos* (L.) Alston) and physicochemical analysis of the peel, pulp and seed

### Abstract

*Syzygium jambos* is a fruit species introduced in Brazil, presenting fruit with a pleasant aroma and a sweet taste. The work had as objective the anatomical evaluation of the fruit and the physicochemical analysis of the flours obtained from the husk and pulp and from the seed. The anatomy of the fruit used was descriptive, the flours were produced using peel and pulp (FCP) and seeds (FS), the physicochemical analyzes were: moisture, ash and lipids, °Brix, pH, protein, carbohydrates per difference, vitamins, A, C and E, oxidation index (min/s), DPPH (%), phenolic compounds, pectin,  $\beta$ -carotene, lycopene, flavonoids, anthocyanins, color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ),  $C^*$  and  $h^\circ$ , and FT-IR. Important values were obtained for moisture, ash, lipids, °Brix, pH, proteins and carbohydrates. Vitamin A content = 1.50 and 5.37  $\mu\text{g}$  RAE, vitamin C = 1.76 and 3.52 mg 100  $\text{g}^{-1}$ , and vitamin E = 0.066; 0.064 m/m, antioxidant activity for FCP = 48.19%, total phenolics 8.16 and 11.88 mg GAE 100  $\text{g}^{-1}$ , pectin = 8.37 and 3.40%,  $\beta$ -carotene = 18.01 and 64.47  $\mu\text{g}$  100  $\text{mL}^{-1}$ , flavonoids = 0.90 and 1.61 mg 100  $\text{g}^{-1}$ , anthocyanins = 0.06; 0.41 mg 100  $\text{g}^{-1}$  for the FCP and FS flours respectively. Yellow jambo flours showed potential results and could be used in the manufacture of farinaceous products for the food industry.

**Keywords:** vitamins, phenol compounds, antioxidant activity,  $\beta$ -carotene, *Syzygium* genus.

### 1. Introdução

*Syzygium jambos* é uma espécie frutífera, do tipo arbórea, atingindo até 8 metros de altura; com folhas simples, lanceoladas e de inserção oposta; suas inflorescências são do tipo corimbos terminais; as flores brancas e os frutos do tipo drupa (Campelo, 1988). *Syzygium jambos* é conhecido popularmente por “jambo-rosa ou jambo-amarelo”, pertencente à família Myrtaceae, com ampla distribuição na África, América Central e Ásia (Djipa et al., 2000; Lima et al., 2015).

Os frutos de *S. jambos* são consumidos pela comunidade rural local, urbana e entre os diversos grupos de animais, em especial quirópteros e roedores. No Brasil, o jambo amarelo foi introduzido onde se adaptou bem ao clima e períodos de chuva e seca, principalmente no bioma de Mata Atlântica e no domínio Cerrado. Embora no primeiro momento, esta espécie teve por finalidade exclusivamente paisagística e ornamental, onde em seguida, foi incluída como uma nova espécie frutífera de interesse comercial (Guedes et al., 2004; Nesa et al., 2021).

O fruto de *S. jambos* apresenta coloração amarelo-claro a amarelo-escuro, é aromático, e muito atraente ao paladar, sendo levemente adocicado e ligeiramente ácido. Apresenta uso culinário no preparo de geleias, doces em calda, doces cristalizados e sucos (Guedes et al., 2004). Ainda pouco se conhece sobre os constituintes químicos e nutricionais dos frutos do jambo amarelo. Os frutos são largamente utilizados na alimentação *in natura*, mas ainda se sabe muito pouco sobre outras formas de utilização, como por exemplo, na produção farinácea, visto que, é um processo de termoconversão que prolonga a vida útil de um produto de origem vegetal bem como fornece importantes fontes nutricionais com base em minerais essenciais a dieta humana e/ou animal (Sobeh et al., 2018; Tamiello et al., 2018).

As farinhas são importantes fontes nutricionais, onde podem ser produzidas a partir de frutos, hortaliças, folhas, flores e a partir de resíduos das indústrias alimentos, bem como, perda na cadeia produtiva. Os compostos farináceos podem apresentar nos constituintes químicos, características físicas, físico-químicas e antioxidantes importantes na manutenção da saúde e na dieta diária, rica em compostos com características bioativas na redução de espécies reativas como o Oxigênio singlete (EROs) dentre outros radicais livres (Gulcin, 2020; Quitral et al., 2021). A necessidade de se conhecer e desenvolver novas formas de aproveitamento dos frutos apresenta o jambo amarelo como possível matéria-prima na fabricação de novas farinhas que podem ser utilizadas na indústria de alimentos.

Portanto, este estudo teve por objetivo avaliar as características anatômicas do fruto e caracterizar os constituintes físico-químicos das farinhas produzidas a partir da casca com polpa e da semente de *Syzygium jambos*.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Coleta e identificação

Os frutos de *S. jambos* foram coletados em uma unidade rural localizada no município de Rio Verde, no Estado de Goiás, Brasil, com a seguinte localização geográfica (17°43'09.9"S e 50°53'06.1"W) em 2022. Uma exsicata foi herborizada e depositada no Herbário do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde com o seguinte número de depósito HRV: 1052.

### 2.2 Processamento

Os frutos foram previamente lavados em água corrente e deixados para secagem sobre folhas de papel absorvente. Em seguida, a casca com polpa, e as sementes foram separadas utilizando faca inox.

As duas amostras foram levadas para secagem em estufa com circulação e renovação de ar forçada a 50 °C por 36 h. Em seguida, foram processadas separadamente em moinho de facas tipo ciclone com peneira granulométrica interna com 32 Mesh. As farinhas foram denominadas por: farinha casca com polpa (FCP) e farinha semente (FS) de jambo amarelo. As amostras foram armazenadas em embalagens para alimentos e mantidas em refrigeração a -8 °C até análises.

### 2.3 Análises físico-químicas

O teor de umidade foi obtido conforme descrito por IAL (2008). Onde 1 g de farinha foi submetida à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C por 4 h. Logo em seguida, foi determinada a massa por diferença, e o resultado expresso em porcentagem (%). O teor de cinzas foi obtido conforme proposto por Ial (2008). Onde 1 g de farinha foi submetida à calcinação a 550 °C por 4 h em forno tipo mufla. Logo em seguida,

a massa foi obtida, e a porcentagem de cinzas determinada em (%).

A fração lipídica foi obtida através do método de extração por solventização em equipamento tipo Soxhlet conforme descrito por IAL (2008) adaptado. Alíquota contendo 5 g de farinha foi submetida à extração com refluxo por 6 h, utilizando *n*-hexano como solvente extrator. O rendimento da fração lipídica foi obtido pela diferença de massa e o resultado expresso em (%). O conteúdo de teores de sólidos solúveis totais (SST) seguiu conforme descrito por Silva et al. (2008), sendo expressos em °Brix. Para análise, foi utilizado 1 g de farinha diluída em 10 mL de água destilada. A solução ficou por agitação por 15 min em equipamento tipo Vortex a 200 rpm. Logo em seguida, a solução foi filtrada em papel de filtro qualitativo faixa azul, e o sobrenadante utilizado. As leituras foram realizadas em refratômetro digital de bancada.

O pH, foi determinado por phmetro digital de bancada. Foi preparada uma solução contendo 5 g de farinha diluída em 100 mL de água destilada conforme descrito por IAL (2008) adaptado. A determinação de proteínas totais foi obtida conforme proposto por Fernandes et al. (2014), utilizando o método Kjeldahl, o resultado foi expresso em (%).

O teor de carboidratos foi obtido através da diferença dos teores de umidade, cinzas e proteínas conforme descrito por Guimarães & Silva (2008). O teor de vitamina A foi determinado em equivalente de retinol, no qual a razão de conversão é = 12 µg de β-caroteno, corresponde a 1 (RAE) *Retinol Activity Equivalent* = 1 µg de retinol = 12 µg de β-caroteno, proposto pelo *Institute of Medicine Interconversion of Vitamin A and Carotenoid Units*, como descrito por Menezes et al. (2018). O teor de vitamina C (ácido ascórbico) foi obtido pelo método titulométrico conforme descrito por IAL (2008). A determinação de vitamina E (tocoferol) foi determinada conforme descrito por IAL (2008) para matéria-prima.

Para determinação do índice de oxidação, atividade antioxidante e de compostos fenólicos totais, descritos a seguir, foram preparados inicialmente extratos hidrometanólicos 70% (v/v). Utilizando alíquota de 100 g de cada farinha, foi inicialmente macerada por 72 h. Em seguida, as soluções foram filtradas em papel de filtro qualitativo faixa azul e o sobrenadante armazenado em frasco âmbar até as análises. O índice de oxidação (IO) foi obtido conforme descrito por Silva et al. (2006). Inicialmente foi pipetado 2 mL do extrato hidrometanólico em béquer de 100 mL acrescido com 48 mL de água destilada. A solução foi homogeneizada por 5 min em equipamento tipo Vortex a 140 rpm.

Em seguida, 0,5 mL do diluído foi transferido para tubo de ensaios, onde logo em seguida, foi acrescido com 0,5 mL de água destilada e 1 mL de uma solução aquosa de ácido sulfúrico 20% (v/m). Os tubos foram agitados em Vortex por 1 minuto. Os tubos foram colocados em um suporte com fundo branco, e adicionou-se 50 µL de uma solução aquosa de KMnO<sub>4</sub> conc. 0,1 N (v/m) e cronometrado o tempo observado o desaparecimento da coloração vinho. Os resultados foram expressos em segundos e minutos (seg/min.) conforme a oxidação para cada extrato farináceo.

#### 2.4 Ensaio antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada conforme descrito por Menezes et al. (2018) modificado. Uma alíquota contendo 0,5 mL do extrato hidrometanólico farináceo, foi acrescido com 1,5 mL de uma solução metanólica de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) conc. 0,06 mMol mL<sup>-1</sup> recém-preparada. A solução foi mantida em local ao abrigo da luz e calor por 60 min. Logo em seguida, foi realizada leitura em espectrofotômetro UV-Vis com comprimento de ondas em 517 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de proteção, conforme equação 1.

$$\% \text{ proteção} = (\text{Abs}_{\text{controle}} - \text{Abs}_{\text{extrato}}) \times 100 / \text{Abs}_{\text{controle}} \quad \text{Eq. (1)}$$

#### 2.5 Conteúdo de fenólicos totais

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado conforme descrito por Menezes et al. (2018) adaptado. Em tubo de ensaio, foi acrescido 8 mL de água destilada e 0,5 mL do extrato hidrometanólico. Logo em seguida, 0,5 mL de uma solução aquosa do reagente de Folin-Ciocalteu na proporção (1:9) (v/v) foram adicionados ao tubo. Homogeneizou-se por 3 min em equipamento tipo Vortex ao abrigo da luz. Logo em seguida, adicionou-se 1 mL de uma solução aquosa de carbonato de sódio conc. 7,5% (m/v) e novamente homogeneizou-se por 1 min. O tubo foi mantido no escuro por 60 min. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV-Vis no comprimento de ondas em 720 nm. Uma curva padrão de ácido gálico foi elaborada nas seguintes concentrações: 40, 80, 120, 160, 200, 240, 300, 320, 360 e 400 mg L<sup>-1</sup>. O resultado foi expresso em mg EAG 100 g<sup>-1</sup> de extrato

farináceo.

### 2.6 Rendimento de pectina

O conteúdo de pectina foi determinado conforme descrito por Fertoni et al. (2006) com modificações. Alíquota contendo 5 g de farinha foi submetida à extração ácida, utilizando 150 mL de uma solução aquosa de ácido cítrico conc. 1 mol L<sup>-1</sup> a temperatura de 80 °C por 60 min. Logo em seguida, a solução foi filtrada e acrescida com igual quantidade de álcool etílico. A solução foi transferida para geladeira a 8 °C por 2 h. Em seguida, a pectina foi filtrada e lavada com álcool etílico 70% (v/v) e em seguida, com acetona. A pectina extraída foi levada e transferida para estufa com circulação de ar forçada a 50 °C até massa constante. O rendimento foi obtido através da diferença de massa, e o resultado expresso em percentagem (%).

### 2.7 Conteúdo de $\beta$ -caroteno e licopeno

Os teores de  $\beta$ -caroteno e licopeno foram obtidos conforme descrito por Nagata & Yamashita (1992) modificado. Inicialmente, foram preparados extratos aceto-hexânicos na proporção (4:6) (v/v), com 5 g de amostra farinácea. Homogeneizou-se a solução extratora por 15 min em mesa agitadora orbital a 170 rpm, e logo após esse tempo, a solução foi armazenada em refrigerador a -8 °C por 12 h. Após esse período, os extratos foram filtrados em papel de filtro qualitativo faixa azul, e o sobrenadante foi coletado. Os resultados foram obtidos através de leituras realizadas em espectrofotômetro UV-Vis em diferentes comprimentos de ondas: 453; 505; 645 e 662 nm. As equações 2 e 3 abaixo, foram utilizadas para os cálculos de determinação do conteúdo quantitativo de  $\beta$ -caroteno e licopeno. Os resultados foram multiplicados por 1.000 e expressos em  $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de amostra de extrato seco.

$$\beta\text{-caroteno} = (0,216 \times A_{663}) - (1,22 \times A_{645}) - (0,304 \times A_{505}) + (0,452 \times A_{453}) \quad \text{Eq. (2)}$$

$$\text{Licopeno} = - (0,0458 \times A_{663}) + (0,204 \times A_{645}) + (0,372 \times A_{505}) - (0,0806 \times A_{453}) \quad \text{Eq. (3)}$$

### 2.8 Flavonoides e antocianinas

Para determinação do conteúdo de flavonoides e antocianinas, inicialmente foram preparados soluções extratoras contendo amostras farináceas de FCP e FS de *S. jambos*. Alíquota contendo 0,5 g para cada farinha foi acrescida com 10 mL de uma solução extratora composta por uma solução aquosa de etanol 95% (v/v) + ácido clorídrico conc. 1,5 N L<sup>-1</sup> na proporção (85:15) (v/v). Logo em seguida, as amostras foram homogeneizadas em mesa agitadora orbital a 170 rpm e em seguida, transferidas para balões volumétricos de 25 mL sem filtração. Os balões foram avolumados com a solução extratora descrita anteriormente. As soluções ficaram em descanso em refrigeração por 12 horas a -8 °C, e em seguida, foram filtradas em papel de filtro qualitativo faixa azul e armazenadas em frascos de vidro com âmbar. Para determinação do teor de antocianinas e flavonoides, foi utilizado espectrofotômetro UV-Vis, e as leituras realizadas nos comprimentos de ondas: 535 e 374 nm respectivamente. Para determinação dos teores de antocianinas e flavonoides, foi aplicada a equação (Abs x fator de diluição/98,2). Os resultados foram expressos em mL 100 g<sup>-1</sup> de extrato seco farináceo conforme descrito por Rocha et al. (2013) e proposto por Francis (1982).

### 2.9 Análise de cor

A cor foi determinada utilizando colorímetro ColorFlex EZ, adotando a escala CIELab (L\*, a\*, b\*), onde, L\* luminosidade ou brilho partindo de (0) preto e (100) branco, para cromas a\* (-a\*) verde e (+a\*) vermelho e b\* (-b\*) azul e (+b\*) amarelo conforme descrito por El-Demery (2011) modificado. O Chroma (C\*) foi determinado pela relação entre a\* e b\* conforme equação,  $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ , e o Hue-Angle (h°), sendo o ângulo formado entre a\* e b\*, pela equação,  $h^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$  indicando a saturação como descrito por Harder, Canniatti-Brazaca e Arthur (2007) modificado.

### 2.10 Caracterização dos grupos funcionais

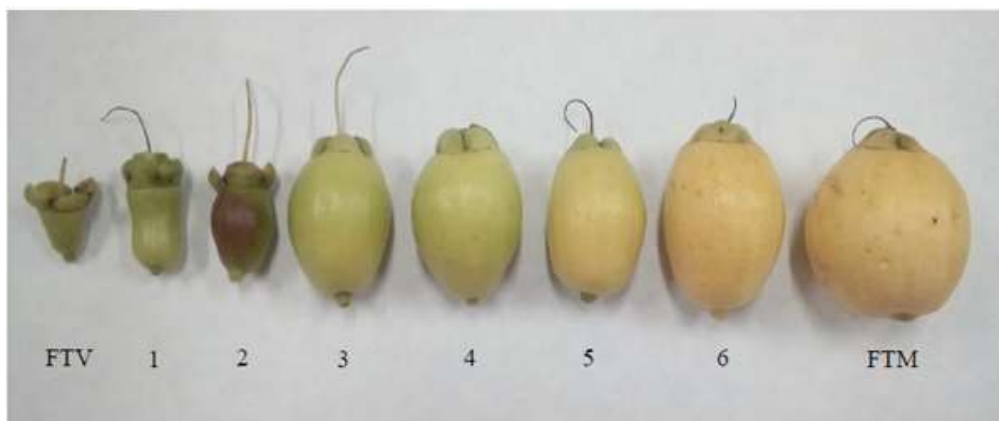
A determinação dos grupos funcionais foi obtido através de análise espectroscópica em infravermelho médio com transformada de Fourier FT-IR entre 4000 e 650 cm<sup>-1</sup> utilizando FTIR-ATR-NIRA – FrontierPerkinElmer para ambas as farinhas de *S. jambos*.

### 2.11 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata seguidas de média  $\pm$  desvio padrão. A comparação entre os resultados para todas as análises foi realizada por análise de variância ANOVA e a comparação foi determinada através do teste de t de Student ( $p < 0,05$ ) utilizando o programa estatístico PAST 3 (versão livre, 2019).

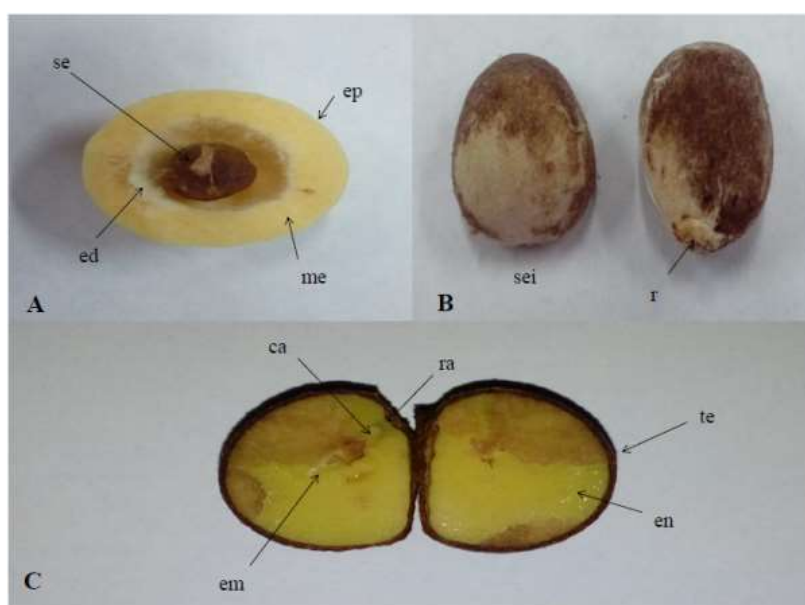
### 3. Resultados e Discussão

Na Figura 1 está descrito os estádios de maturação do fruto de *S. jambos*. Partindo do fruto totalmente verde ao fruto totalmente maduro.



**Figura 1.** Estádios de maturação do fruto de jambo amarelo (*Syzygium jambos*). FTV = Fruto Totalmente Verde, 1 = , 2 = , 3 = , 4 = , 5 = , 6 = , e FTM = Fruto totalmente maduro. Fonte: Autores, 2023.

Na Figura 2 estão apresentados a morfoanatomia do fruto e da semente de *S. jambos*. Os frutos apresentam aspecto ovoide, diâmetro entre 4 e 7 cm, apresenta considerável conteúdo de polpa, e no interior podem conter entre 1 e 2 sementes, corroborando com o estudo de Guedes et al. (2004). Figura 2-A observa o fruto em corte transversal onde é possível verificar a anatomia básica, o epicarpo (ep), o mesocarpo (me) carnoso, o endocarpo (en) e semente (se). Figura 2-B pode ser observada a morfologia externa da semente, semente inteira (sei) e raiz (r) não desenvolvida. Figura 2-C está apresentado o corte transversal da raiz onde se pode verificar o tegumento (te), endosperma (en), o embrião (em), caulículo (ca) e a radícula (ra).



**Figura 2.** Em A - Fruto em corte transversal de jambo amarelo (*Syzygium jambos*), (se) semente, (ep) epicarpo,

(me) mesocarpo e (ed) endocarpo. B - (sei) semente inteira e (r) raiz. C - (ca) caulículo, (ra) radícula, (em) embrião, (te) tegumento e (en) endosperma. Fonte: Autores, 2023.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos realizados para ambas as farinhas FCP e FS. Os teores de umidade entre FCP e FS não diferiram estatisticamente pelo teste de t de Student ( $p < 0,05$ ). O teor de umidade apresenta alta variabilidade em produtos farináceos processados para as mais diversas frutas. Goldmeyer et al. (2014) encontraram teores de umidade para as farinhas do fruto do mirtilo e bagaço do fruto resultados iguais a 6,78 e 3,47% respectivamente. Já Leonel et al. (2014) avaliaram as farinhas das cascas de duas variedades de abacaxi malha aberta e pintado onde obtiveram resultados de 11,85 e 11,48% de umidade, respectivamente. O ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA) não possui ainda normativas para farinhas de frutos alternativos, embora haja um valor máximo de 15% de umidade para grãos como a farinha de trigo, onde os diversos estudos se baseiam.

O conteúdo mineral expresso em cinzas apresentou para esse estudo, diferença significativa pelo teste de t de Student. No Brasil, a legislação da ANVISA (Portaria nº 354/96) determina valor máximo entre 2 e 2,5% de cinzas para farinhas de trigo, não apresentando parâmetros físico-químicos para farinhas de frutas e hortaliças e coprodutos da agroindústria. No estudo de Costa et al. (2017) encontraram teor de cinzas de 1,2% para a farinha do mesocarpo de pequi. E para Campuzano et al. (2018) avaliaram farinhas de banana em diferentes estádios de maturação obtendo valores sobre o teor de cinzas entre 1,63 e 2,61%. Farinhas são coprodutos ricos em cinzas, expressando boas fontes nutracêuticas podendo ser utilizadas na alimentação principalmente em países de baixa renda per capita como fonte alternativa de reposição mineral e sustento durante o desenvolvimento corpóreo (Silva et al., 2015; Narwal et al., 2017).

O conteúdo lipídico de ambas as amostras farináceas nesse estudo apresentaram diferença significativa conforme teste de t de Student ( $p < 0,05$ ). A fração lipídica é composta por ácidos graxos com grandes cadeias carbônicas, sendo os ácidos linoleico e linolênico os mais expressivos quantitativamente, embora que cada matéria prima apresenta perfil químico único (Li et al., 2018; Ewerlin et al., 2018). Goldmeyer et al. (2014) encontraram para farinhas do fruto de mirtilo e de bagaço de mirtilo teor lipídico variando em 2,74 e 4,52% respectivamente, superiores aos obtidos neste estudo. O método de extração da fração lipídica influencia também, de forma positiva no conteúdo de lipídios extraídos (Du et al., 2017).

O °Brix para as farinhas de FCP e FS apresentaram diferença significativa conforme teste de t de Student. O conteúdo de sólidos solúveis é expresso em carboidratos livres na solução, demonstrando que as farinhas do fruto de *S. jambos* apresentam um quantitativo moderado de açúcares solúveis. Galvani et al. (2016) encontraram para farinhas de bocaiuva submetidas ao armazenamento entre 0 e 6 meses em dois processos de produção, artesanal e mecanizada, °Brix = 30,53 a 32,27 e 24,93 a 28,53 respectivamente, sendo esses valores superiores ao deste estudo. De acordo com Goldmeyer et al. (2014) e Jesus et al. (2004) os sólidos solúveis totais estão envolvidos no sabor adocicado durante a maturação do fruto, sendo atributo importante na determinação do seu sabor.

O pH em ambas as amostras de farinhas FCP e FS foram levemente ácidas apresentando diferença significativa conforme teste t de Student aplicado. O ensaio de potenciometria sobre produtos farináceos é um importante parâmetro para o conhecimento das características físico-químicas. Produtos farináceos com pH inferiores a 5 tendem a permanecer com suas características naturais por maior tempo e são produtos menos propensos a ações enzimáticas ocasionadas por fungos deterioradores (Costa et al., 2021; Quitral et al., 2021). No estudo de Reis et al. (2017) os pesquisadores encontraram moderado pH para farinha do fruto com semente de acerola = 3,47. Já Galvani et al. (2016) encontraram para farinhas do fruto de bocaiuva produzidas e armazenadas no período entre 0 e 6 meses, por processo artesanal e mecanizado, pH entre 5,3 e 5,8 respectivamente, levemente ácidas.

Para Goldmeyer et al. (2014) pH superior a 4,5 é considerado crítico para a manutenção da integridade física e físico-química de produtos farináceos, visto que, teores de umidade entre 10 e 15% e pH acima de 4,5 diminuem a vida útil de prateleira desses produtos, bem como, aumenta a degradação dos compostos bioativos. A redução do pH reflete em um aumento de acidez presente nas farinhas, este aumento está diretamente associado a deterioração de lipídeos, devido ao efeito oxidativo de compostos carotenoides (Galvani et al., 2016).

O teor de proteínas neste estudo apresentou para as farinhas FCP e FS expressivos valores, demonstrando se tratar de coprodutos proteicos. Entre as amostras, foi observada diferença estatística pelo teste de t de Student. Em produtos naturais os teores nutricionais avaliados pela composição centesimal variam entre as espécies, e mesmo dentro da mesma espécie avaliada em diferentes regiões. No estudo de Resende et al. (2019) avaliando diferentes partes do fruto de *Mauritia flexuosa*, os pesquisadores encontraram valores inferiores aos obtidos

nesse estudo entre 2,59 e 6,20% para proteínas.

**Tabela 1.** Composição centesimal da farinha casca e polpa (FCP) e farinha semente (FS) de *Syzygium jambos*.

Amostras	Tu (%)	Tcz (%)	Lip (%)	°Brix	pH
FCP	5,69 ± 0,24a	1,74 ± 0,06a	1,24 ± 0,03a	4,43 ± 0,09a	4,22 ± 0,03a
FS	5,44 ± 0,39a	0,96 ± 0,15b	0,78 ± 0,09b	4,10 ± 0,29b	4,05 ± 0,03b

Nota: FCP = Farinha casca e polpa. FS = Farinha semente. Valores apresentados em média seguidos de ± desvio padrão. Letras diferentes na coluna apresentam diferença estatística pelo teste de t de Student ( $p < 0,05$ ). Fonte: Autores, 2023.

Sugere-se que, durante o estudo centesimal de órgãos vegetais possa ser uma viabilidade a incorporação desses conteúdos nutricionais em um único produto, apresentando assim uma maior carga de nutrientes essenciais para o desenvolvimento do organismo (Dakhili et al., 2019).

Alto potencial foi observado quanto ao conteúdo diferencial para carboidratos em ambas as amostras farináceas para FCP e FS, apresentando diferença significativa entre as farinhas conforme constatado pelo teste de t de Student. Os resultados deste estudo estão próximos quando comparadas por outras farinhas como no estudo de Campuzano et al. (2018) onde os pesquisadores obtiveram resultados para carboidratos entre 80,41 e 82,96% para farinhas de banana em diferentes estádios de maturação. Já Resende et al. (2019) encontraram resultados superiores entre 92,59 e 95,87% para diferentes farinhas do fruto de *M. flexuosa*.

O conteúdo de vitamina A e vitamina C apresentaram valores expressivos para as farinhas, com diferença significativa determinada pelo teste de t de Student. Queiroz et al. (2015) encontraram nas farinhas da casca e semente de lichia quantitativos iguais a 295,69 e 57,54 mg 100 g<sup>-1</sup> de vitamina C. Complexos vitamínicos presentes nos frutos, o retinol é o mais comum principalmente em frutos da savana brasileira (Clerici; Carvalho-Silva, 2011). Brasil (2005) preconiza uma dose diária equivalente a 600 µg de retinol para adultos, e de 500 µg para crianças entre 7 e 10 anos, e a recomendação diária de vitamina C é igual a 45 mg para adultos e de 35 mg para crianças com idade entre 7 a 10 anos. O teor de vitamina C proporcionado pelas farinhas de FCP e FS é insuficiente para uma dose diária, sendo necessário o doseamento de farinhas de frutos que contenham quantidades superiores para que possa ser elabora um produto misto em que se possam empregar as farinhas do jambo amarelo.

A vitamina E apresentou baixos teores tanto para FCP e FS não apresentando diferença significativa pelo teste de t de Student. De acordo com Brasil (2005) preconiza a ingestão diária para adultos de 10 mg e para crianças na faixa etária entre 7 e 10 anos de 7 mg de vitamina E. Ambas as farinhas de FCP e de FS não apresentam quantitativos vitamínicos que possam suprir a necessidade em uma dieta diária, e como forma de nortear essa situação, industrialmente durante o processo de fabricação farinácea essas são enriquecidas com complexos vitamínicos para que supram a necessidade diária da dieta humana.

**Tabela 2.** Composição centesimal e quantitativa de vitaminas da farinha casca e polpa (FCP) e farinha semente (FS) de *Syzygium jambos*.

Amostras	Pt (%)	C (%)	Vit. A (µg Retinol)	Vit. C (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Vit. E (m/m)
FCP	7,61 ± 0,06b	83,72 ± 0,20a	1,50 ± 0,01b	1,76 ± 0,00b	0,066 ± 0,002a
FS	11,25 ± 0,06a	81,56 ± 0,16b	5,37 ± 0,28a	3,52 ± 0,00a	0,064 ± 0,000a

Nota: FCP = Farinha casca e polpa. FS = Farinha semente. Pt = proteínas. C = carboidratos. Valores apresentados em média e ± desvio padrão, avaliados pelo teste de t de Student ( $p < 0,05$ ). Fonte: Autores, 2023.

O índice de oxidação para a FCP apresentou tempo superior quando comparado ao de FS. Possivelmente o tempo de oxidação está ligado aos principais grupos fitoquímicos com atividade de redução de radicais livres. Várias frutas nativas como atemoia, bacuri e araçá-boi apresentam importantes características principalmente antioxidantes e por conterem expressivos conteúdos de compostos fenólicos totais (Cleirici; Carvalho-Silva,

2011). A atividade antioxidante na redução do DPPH foi observada apenas em FCP com redução igual a 48,19%, possivelmente, sejam necessários novos estudos avaliando outros modelos de oxidantes como FRAP, ABT<sup>+</sup>, ORAC, redução do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ou uma curva padrão com concentrações inferiores ao desse estudo. Arbos et al. (2013) avaliaram as farinhas da casca e amêndoa de manga e encontraram atividade antioxidante iguais a 88,5 e 69,8% respectivamente.

As farinhas de FCP e FS apresentaram teores de compostos fenólicos totais inferiores aos obtidos por Resende et al. (2019) que obtiveram teores de compostos fenólicos totais em diferentes farinhas do fruto de *M. flexuosa* entre 93,2 e 934,6 mg EAG 100 g<sup>-1</sup> e Goldmeyer et al. (2014) de 624,68 e 460,35 mg de EAG 100 g<sup>-1</sup> nas farinhas do fruto e bagaço de mirtilo, respectivamente. Ainda que os resultados desse estudo tenham sido inferiores aos observados na literatura, confirmam o potencial das farinhas de jambo amarelo como fontes relevantes de compostos fenólicos totais.

Os compostos pertencentes aos metabólitos especiais dos vegetais com características antioxidantes possuem importantes ações de proteção contra os radicais livres, que consistem em espécies reativas de O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dentre outras, onde quando produzidas em excesso, podem causar sérios danos no DNA, na absorção de lipídios, proteínas, bem como outras biomoléculas importantes para manutenção da vida (Baliga et al., 2018).

O rendimento de pectina foi de superior para FCP, apresentando diferença significativa pelo teste de t de *Student*. Filho et al. (2012) encontraram rendimentos de pectina extraída da farinha dos frutos de *Solanum lycocarpum* entre 4,16 e 33,68%. Siqueira et al. (2012) obtiveram rendimentos superiores de pectina da casca de pequi entre 14,89 e 55,86% analisando a otimização do processo de extração. O mesmo foi observado por Marcon et al. (2005) que obtiveram resultados também superiores entre 14,3 e 29,4% no rendimento de extração pectico do bagaço de maçã. A pectina depois de extraída e liofilizada, é um importante produto empregado em larga escala na indústria alimentícia na produção de gomas de marcar, geleias e como espessante em sulcos. Em geral, atualmente a pectina mais utilizada nas indústrias é obtida a partir do bagaço de maçã (Ma et al., 2020).

O conteúdo expresso em  $\beta$ -caroteno foi superior apresentando diferença estatística entre as amostras farináceas, entretanto, o licopeno foi observado apenas para FCP. Freire et al. (2012) avaliaram farinhas de três variedades de goiabas, Século XXI, Paluma e Pedro Sato onde encontraram valores para  $\beta$ -caroteno iguais a 3,110, 2,880 e 2,750  $\mu\text{g}$  100 mL<sup>-1</sup>. Kaefer et al. (2013) obtiveram para as farinhas sem casca e com casca do fruto de pupunha teores de licopeno iguais a 24,91 e 73,25  $\mu\text{g}$  100 mL<sup>-1</sup>. Betacaroteno e licopeno são importantes moléculas naturais amplamente estudadas principalmente na redução de diversas linhagens de células cancerígenas como Vero e HeLa (Melfi et al., 2018).

O teor de flavonoides não apresentou diferença estatística entre as amostras de FCP e FS. Quando comparados aos valores de flavonoides totais avaliados por Queiroz et al. (2015) nas farinhas da casca e semente de lichia, os pesquisadores encontraram importante conteúdo de 82,16 e 46,74 mg 100 g<sup>-1</sup> respectivamente, demonstrando conter alto teor desse grupo de fitomoléculas. Além da comparação do estudo anterior, os conteúdos de flavonoides encontrados nesse estudo, apresentaram valores inferiores aos observados na literatura para subprodutos dos frutos de manga, maracujá, goiaba e caju, com valores iguais a 26,47; 43,08; 31,41 e 44,91 mg 100 g<sup>-1</sup> respectivamente, conforme reportado por Silva et al. (2014).

O quantitativo de antocianinas neste estudo apresentam-se inferiores aos obtidos em outros compostos farináceos de frutas e hortaliças na literatura. Resultados superiores foram obtidos por Goldmeyer et al. (2014) para farinhas do fruto e bagaço de mirtilo com teores de 124,51 e 115,21 mg 100 g<sup>-1</sup>. Rockenbach et al. (2007) também obtiveram altos teores quantitativos de antocianinas avaliando a farinha do bagaço de uva (*Vitis vinifera*) entre 130 e 1.930 mg 100 g<sup>-1</sup>. Pode-se comparar os parâmetros de cor dos frutos com o teor de antocianinas visto que, frutos de coloração escura (vermelho, roxo, azul ou preto) apresentam quantitativos de antocianinas superiores aos frutos de colorações mais amareladas.

De acordo com os resultados obtidos para análise de cor, os valores obtidos para a coordenada L\* demonstrou diferença estatística entre ambas as farinhas, onde FS apresentou maior luminosidade (Tabela 4). Quanto maior o valor da coordenada L\* mais próxima ao branco e maior luminosidade à amostra irá possuir. As farinhas de diferentes partes do fruto de *M. flexuosa* avaliadas por Resende et al. (2019) apresentaram variação de L\* entre 53,13 e 62,38. Ambas as amostras de farinha desse estudo apresentaram ser mais escuras quando comparadas as farinhas obtidas a partir dos frutos de *M. flexuosa* no estudo de Resende et al. (2019), e do mesocarpo de *C. brasilienses* com L\* = 73,70 por Costa et al. (2017). Possivelmente o processo de secagem e branqueamento são possíveis interferentes que ocasionam variação de luminosidade do produto farináceo, esse raciocínio também foi verificado por Oliveira et al. (2017).



**Tabela 3.** Índice de oxidação (IO (min./seg.)), atividade antioxidante (DPPH %), compostos fenólicos totais (mg GAE 100 g<sup>-1</sup>), pectina (%), β-Caroteno, (μg 100 mL<sup>-1</sup>), licopeno (μg 100 mL<sup>-1</sup>), flavonoides (mg 100 g<sup>-1</sup>) e antocianinas (mg 100 g<sup>-1</sup>) das farinhas de (FCP) e (FS) de *Syzygium jambos*.

Amostras	IO (min./seg.)	DPPH (%)	Fenólicos Totais (mg GAE 100 g <sup>-1</sup> )*	Pectina (%)
FCP	5,07 ± 0,06a	48,19 ± 2,56	8,16 ± 0,07b	8,37 ± 0,01a
FS	0,35 ± 0,05b	nd**	11,88 ± 0,20a	3,40 ± 0,58b
Amostras	β-Caroteno (μg 100 mL <sup>-1</sup> )	Licopeno (μg 100 mL <sup>-1</sup> )	Flavonoides (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Antocianinas (mg 100 g <sup>-1</sup> )
FCP	18,01 ± 0,21b	0,83 ± 0,04	0,90 ± 0,004a	0,06 ± 0,001b
FS	64,47 ± 3,33a	nd*	1,61 ± 0,002a	0,41 ± 0,01a

Nota: FCP = Farinha casca e polpa. FS = Farinha semente. \*mg GAE 100 g<sup>-1</sup> expressos em mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>. \*nd = Não detectado. Valores apresentados em média e ± desvio padrão, avaliados pelo teste de t de Student ( $p < 0,05$ ). Fonte: Autores, 2023.

A coordenada a\* expressa à variação de cor entre o verde (a\* -120) e vermelho (a\* +120), demonstrando que as farinhas apresentam tonalidade para o vermelho. Ambas as amostras não diferiram estatisticamente pelo teste de t de Student. Menezes et al. (2018) avaliaram as farinhas dos frutos de jatobá do cerrado, jambolão e siriguela onde obtiveram cromas a\* para farinha da casca do fruto de jatobá = 4,47, para farinha arilo = 0,84, farinha casca e polpa de jambolão = 11,55 e para farinha casca e polpa de siriguela = 9,72. Costa et al. (2017) encontraram resultado similar para cromas a\* = 14,53 para farinha do mesocarpo de pequi.

A coordenada para cromas b\* expressa a variação entre o azul (b\* -120) e amarelo (b\* +120). Os resultados demonstram uma maior intensidade para o amarelo observado na farinha de FCP e menor intensidade para FS, não apresentando diferença estatística pelo teste de t de Student. Costa et al. (2017) obtiveram para farinha do mesocarpo de pequi cromas b\* = 61,90 apresentando se tratar de um produto com forte tendência ao amarelo, possivelmente devido a presença de β-caroteno.

Fator importante quando se avalia cor aparente é a metodologia utilizada na secagem da farinha por convecção, visto que altas temperaturas influenciam negativamente na luminosidade, bem como nos cromas a\* e b\* (Menezes et al., 2018; Dias; Leonel, 2006).

O C\* representa a pureza da cor, e o h° à tonalidade e qualidade da cor. Neste estudo foram obtidos próximos aos obtidos em farinhas de diferentes partes dos frutos de *M. flexuosa* 23,51 a 32,22 e 61,94 a 68,09 no estudo de Resende et al. (2019). Já no estudo de Costa et al. (2017) os pesquisadores relatam valores de C\* e h° iguais a 61,95 e 47,80 respectivamente, para farinha do mesocarpo de pequi.

**Tabela 4.** Parâmetros de cor, L\*, a\* e b\*; Chroma C\* e Hue-Angle h° da farinha casca e polpa (FCP) e farinha semente (FS) de *Syzygium jambos*.

Amostras	Cor			C*	h°
	L*	a*	b*		
FCP	36,47 ± 0,14b	11,70 ± 0,01 <sup>a</sup>	21,87 ± 0,03 <sup>a</sup>	24,80 ± 0,02b	61,85 ± 0,05 <sup>a</sup>
FS	50,03 ± 0,02 <sup>a</sup>	10,65 ± 0,01 <sup>a</sup>	25,99 ± 0,04 <sup>a</sup>	28,40 ± 0,30 <sup>a</sup>	67,72 ± 0,04 <sup>a</sup>

Nota: FCP = Farinha casca e polpa. FS = Farinha semente. Valores apresentados em média e ± desvio padrão, avaliados pelo teste de t de Student ( $p < 0,05$ ). Fonte: Autores, 2023.

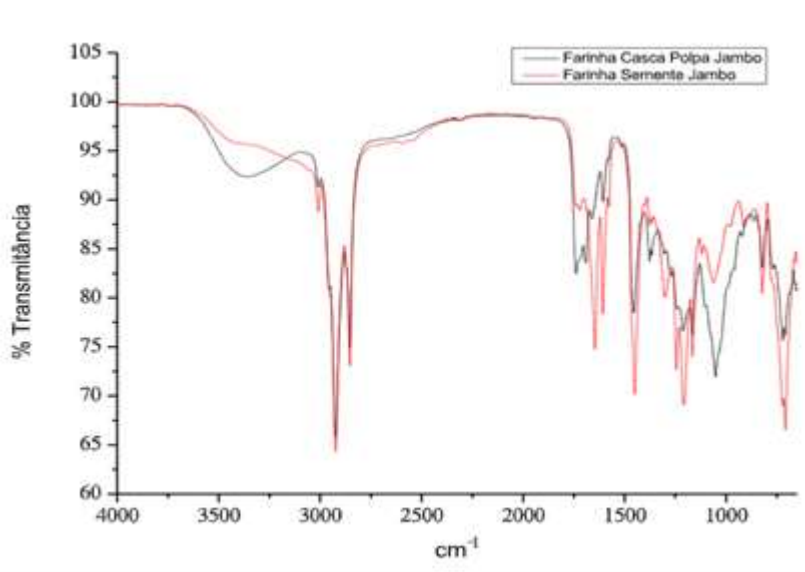
Os espectros de infravermelho das farinhas de FCP e FS (Figura 3) apresentaram similaridade entre as bandas. Em FCP uma banda em 3373,86 cm<sup>-1</sup> corresponde ao grupo vibracional de deformação axial de O-H. Também foram detectadas bandas em 2923,49 e 2853,04 cm<sup>-1</sup> para FCP e 3009,42; 2923,54; 2853,65 cm<sup>-1</sup> em FS que correspondem ao estiramento vibracional e C-H. Silva (2017) avaliou farinhas do fruto de baru (*Dipteryx alata*),

onde encontrou uma banda em  $2936\text{ cm}^{-1}$ . Já Lima et al. (2012) observaram bandas em  $2926\text{ cm}^{-1}$  correspondentes na região de  $2900$  a  $3000\text{ cm}^{-1}$  em farinhas comerciais de milho, batata, banana verde e trigo.

As bandas em  $1738,05\text{ cm}^{-1}$  e  $1646,24\text{ cm}^{-1}$  em FCP e FS podem ser atribuídas aos grupos amida I e amida II os quais estão associados às proteínas, as bandas correspondentes absorvem na região entre  $1740$  e  $1600\text{ cm}^{-1}$  (Leão et al., 2017). De acordo com Bashir et al. (2017) bandas próximas na região de  $1636\text{ cm}^{-1}$  correspondem ao grupo vibracional de H–O–H, em FCP as bandas apareceram em  $1646,25$  e  $1607,24\text{ cm}^{-1}$ .

Para FCP, foram observadas bandas entre  $1454,81$  e  $1051,60\text{ cm}^{-1}$  e entre  $1138$  e  $1165\text{ cm}^{-1}$ , e para FS entre  $1449,68 - 1208,52\text{ cm}^{-1}$  e  $1400 - 900\text{ cm}^{-1}$  são características dos carboidratos (Craig et al., 2015). Em  $1200$  a  $800\text{ cm}^{-1}$  são consideradas bandas que caracterizam o amido e são atribuídas a vibrações de deformação axial de C–O em alcoóis, vibrações de deformação axial de O–C–O e alongamento de ligações entre C–C, C–OH e C–H (Chen et al., 2017). Uma banda em  $1051,60\text{ cm}^{-1}$  em FCP e  $1208,52\text{ cm}^{-1}$  em FS estão relacionados às estruturas ordenadas e amorfas do amido nativo.

Bandas em  $720,14$  em FCP e  $707,42\text{ cm}^{-1}$  em FS podem corresponder ao grupo vibracional de deformação axial de C=O de lactamas. De acordo com Silverstein et al. (2013) várias lactamas não apresentam uma banda na região de  $1550\text{ cm}^{-1}$  sendo características de amidas secundárias *s-Trans* acíclicas a deformação angular com simetria deslocada do plano de N–H das lactamas provoca absorção larga entre as regiões de  $800$  a  $700\text{ cm}^{-1}$ .



**Figura 3.** Espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier da farinha casca com polpa (FCP) e farinha semente (FS) de *Syzygium jambos*. Fonte: Autores, 2023.

#### 4. Conclusões

As farinhas de FCP e FS de *Syzygium jambos* analisadas neste estudo demonstraram possuir características físico-químicas e nutricionais que possibilitam seu uso na indústria de produtos alimentícios. As farinhas se destacaram por apresentarem baixo conteúdo de umidade, altos teores de açúcares solúveis totais, considerado teor de proteínas, carboidratos e de vitamina E.

Compostos fenólicos totais,  $\beta$ -Caroteno, flavonoides e antocianinas também apresentaram importantes valores. O aproveitamento dos frutos de jambo amarelo é uma opção viável para o beneficiamento e produção de novos alimentos com características bioativas desejadas pelo novo consumidor que busca produtos mais saudáveis, ricos em compostos antioxidantes e que supram a necessidade da dieta diária. Salienta-se, a importância de novos estudos com base na toxicidade destas farinhas, garantindo assim a segurança dos consumidores.

#### 5. Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde; aos órgãos de fomento em pesquisa CNPq, CAPES, FINEP e FAPEG pela bolsa de Doutorado para o segundo autor; aos laboratórios do Departamento de Agroquímica e Central Analítica Multiusuário – CEMA e a Centro Universitário do Sudoeste Goiano - UniBRAS.

## 6. Contribuições dos autores

*Matheus Chavaglia Cavale*: escrita do projeto, coleta dos frutos, processamento, análises, escrita do artigo, correções e submissão. *Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho*: análises laboratoriais, análise estatística, correções científicas e gramaticais, coorientação. *Carlos Frederico de Souza Castro*: angariação em verbas para equipamentos, reagentes e disponibilidade para análises laboratoriais. *Matheus Vinícius Abadia Ventura*: correções finais, análise estatística e orientação.

## 7. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

## 8. Aprovação ética

Não aplicável.

## 9. Referências

- Abu-Ghannam, N., & Jaiswal, A. K. (2015). Blanching as a treatment process: Effect on polyphenols and antioxidant capacity of cabbage. *In*: V. Preedy (Ed.). Processing and impact on active components in food. UK: Elsevier/Academic Press, pp. 35-43.
- Arbos, K. A., Stevani, P. C., & Castanha, R. de F. (2013). Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. *Revista Ceres*, 60(2), 161-165. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200003>
- Baliga, M. S., Pai, K. S. R., Saldanha, E., Ratnu, V. S., Priya, R., Adnan, M., & Naik, T. S. (2018). Rose apple (*Syzygium jambos* (L.) Alston. Fruit and vegetable Phytochemicals: Chemistry and human Health. v. II, Second Edition, Edited by Elhadi M. Yahia, p. 1235-1242.
- Bashir, K., Swer, T. L., Prakash, K. S., & Aggarwal, M. (2017). Physicochemical and functional properties of gamma irradiated whole wheat flour and starch. *LWT - Food Science and Technology*, 76(1), 131-139. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.050>
- Brasil. (1996). Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Portaria nº. 354 de 18 de julho de 1996. Regulamento de normas técnicas referente à farinha de trigo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília – DF, 1996. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/354\\_96.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/354_96.htm).
- Brasil. (2005). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Brasília.
- Campelo, C. R. (1988). Contribuição ao estudo das plantas medicinais no estado de Alagoas. *Acta Amazonica*, 18(supl. 1-2), 305-312. <https://doi.org/10.1590/1809-43921988185312>
- Campuzano, A., Rosell, C. M., & Cornejo, F. (2018). Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. *Food Chemistry*, 256, 11-17. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.113>
- Chen, X., Li, X.; Mao, X., Huang, H., Wang, T., Qu, Z., Miao, J., & Gao, W. (2017). Effects of drying processes on starch-related physicochemical properties, bioactive components and antioxidant properties of flours. *Food Chemistry*, 224(1), 224-232. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.028>
- Cleirici, M. T. P. S., & Carvalho-Silva, L. B. (2011). Nutritional bioactive compounds and Technological aspects of minor fruits grow in Brazil. *Food Research International*, 44(7), 1658-1670. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.020>
- Costa, A. P. F da., Pinto, E. G., & Soares, D. S. B. (2017). Obtenção de farinha do mesocarpo de pequi. *Revista Agrarian*, 10(38), 349-354.
- Costa, G. I., Morais, V. S. P., Dutra, M. B. L., & Araújo, S. C. (2021). Cassava starch cookies made with replacement of farinaceous fraction by green banana flour. *South Florida Journal of Development*, 2(4), 5877-5892. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n4-069>
- Craig, A. P., Franca, A. S., Oliveira, L. S., Irudayaraj, J., & Ileleji, K. (2015). Fourier transform infrared

- spectroscopy and near infrared spectroscopy for the quantification of defects in roasted coffees. *Talanta*, 134(1), 379-386. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.11.038>
- Dakhili, S., Abdolalizadeh, L., Hosseini, S. M., Shojaee-Aliabadi, S., & Mirmoghtadaie, L. (2019). Quinoa protein: composition, structure and functional properties. *Food Chemistry*, 299. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125161>
- Dias, L. T., & Leonel, M. (2006). Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 30(4), 692-700. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000400015>
- Djipa, C. D., Delmée, M., & Quetin-Leclercq, J. (2000). Antimicrobial activity of bark extracts of *Syzygium jambos* (L.) Alton (Myrtaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 71(1-2), 307-313. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(99\)00186-5](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(99)00186-5)
- Du, Y., Schuur, B., & Brilman, D. W. (2017). Maximizing lipid yield in *Nechloris oleoabundans* algae extraction by stressing and using multiple extraction stages with *N*-ethylbutylamine as switchable solvent. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 56(28), 8073-8080. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.7b01032>
- Ewerlin, M., Bortolatto, R., Torquato, A. S., Steinmacher, N. C., & Rodrigues, A. C. (2018). Composição proximal e de ácidos graxos da farinha de chia (*Salvia hispanica*) parcialmente desengordurada. *Revista Virtual de Química*, 10(1), 13-20. <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20180003>
- Fernandes, R. V. de B., Mendes, F. Q., Botrel, D. A., & Cunha, M. C da. (2014). Otimização do processo de extração e caracterização química de pectina de cenoura. *Revista Magistra*, 26(2), 114-122. <https://www3.ufrb.edu.br/magistra/index.php/magistra/article/view/445>
- Filho, R. R. da S., Torralbo, D. F., Di-Medeiros, M. C. B., Batista, K. B., & Fernandes, K. F. (2012). Immobilization of lipase in pectin extracted from lobeira fruit (*Solanum lycocarpum* St. Hill.). *Biochemistry and Biotechnology Reports*, 1(1), 9-14. 10.5433/2316-5200.2012v1n1p9
- Freire, J. M., Abreu, C. M. P de., Corrêa, A. D., Simão, A. A., & Santos, C. M dos. (2012). Avaliação de compostos funcionais e atividade antioxidante em farinhas de polpa de goiabas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(3), 847-852. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000300026>
- Galvani, F., Spoto, M. H. F., Borsato, A. V., & Martin, J. G. P. (2016). Caracterização e armazenamento de farinhas de bocaiuva produzidas por processo artesanal e mecanizado. *Cadernos de Agroecologia*, 11(2), 1-10.
- Goldmeyer, B., Penna, N. G., Melo, Â., & Rosa, C. S da. (2014). Características físico-químicas e propriedades funcionais tecnológicas do bagaço de mirtilo fermentado e suas farinhas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(4), 980-987. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-380/13>
- Guedes, C. M., Pinto, A. B., Moreira, R. F. A., & Maria, C. A. B de. (2004). Study of the aroma compounds of rose apple (*Syzygium jambos* Alston) fruit from Brazil. *European Food Research & Technology*, 219(5), 460-464. <https://doi.org/10.1007/s00217-004-0967-5>
- Guimarães, M. M., & Silva, M. S. (2008). Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbacifolia*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(4), 817-821. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400009>
- Gulcin, Í. (2020). Antioxidants and antioxidant methods: na updated. *Archives of Toxicology*, 94, 651-715. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>
- Ial. (2005). Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª Ed., Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 1018 p.
- Jesus, S. C de., Folegatti, M. I da S., Matsuura, F. C. A. U., & Cardoso, R. L. (2004). Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. *Revista Bragantia*, 63(3), 315-323. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052004000300001>
- Kaefer, S., Fogaça, A. de O., Storck, C. R., & Kirsten, V. R. (2013). Bolo com farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*): Análise da composição centesimal e sensorial. *Revista Alimentos e Nutrição*, 24(3), 347-352.
- Leão, D. L., Franca, A. S., Oliveira, L. S., Bastos, R., & Coimbra, M. A. (2017). Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from

- pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Food Chemistry*, 225, 146-153. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.027>
- Leonel, S., Leonel, M., & Sampaio, A. C. (2014). Processamento de frutos de abacaxizeiro cv Smooth cayenne: perfil de açúcares e ácidos dos sucos e composição nutricional da farinha de cascas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(2), 433-439. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-274/13>
- Li, J., Liu, J., Sun, X., & Liu, Y. (2018). The mathematical prediction model for the oxidative stability of vegetable oils by the main fatty acids composition and thermogravimetric analysis. *LWT*, 96, 51-57. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.003>
- Lima, D. F., Caddah, M. K., & Goldenberg, R. (2015). A família Myrtaceae na Ilha do Mel, Paranaguá, Estado do Paraná, Brasil. *Hoehnea*, 42(3), 497-519. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-68/2014>
- Lima, B. N. B., Cabral, T. B., Neto, R. P. C., Tavares, M. I. B., & Pierucci, A. P. T. (2012). Estudo do amido de farinhas comerciais comestíveis. *Revista Polímeros*, 22(5), 486-490. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282012005000062>
- Narwal, S., Kumar, D., Sheoran, S., Verma, R. P. S., & Gupta, R. K. (2017). Hullless barley as a promising source to improve the nutritional quality of wheat products. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 2638-2644. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2669-6>
- Ma, X., Chen, W., Yan, T., Wang, D., Hou, F., Miao, S., & Liu, D. (2020). Comparison of citrus pectin and Apple pectin in conjugation with soy protein isolate (SPI) under controlled dry-heating conditions. *Food Chemistry*, 309. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125501>
- Marcon, M. V., Vriesmann, L. C., Wosiacki, G., & Beleski-Carneiro, E. (2005). Pectins from apple pomace. *Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 15(2), 127-129. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282005000200012>
- Melfi, M. T., Nardiello, D., Cicco, N., Candido, V., & Centonze, D. (2018). Simultaneous determination of water- and fat-soluble vitamins, lycopene and beta-carotene in tomato samples and pharmaceutical formulations: double injection single run by reverse-phase liquid chromatography with UV detection. *Journal of Food Composition and Analysis*, 70, 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.04.002>
- Menezes, A. C. P. F., Oliveira Filho, J. G. de., Deminski, G. O., Jesus, A. P., Aandrade, M. S. B. de., & Castro, C. F. de S. (2018). Avaliação colorimétrica e caracterização morfológica por microscopia óptica de alta resolução das farinhas dos frutos do jatobá, jambolão e siriguela. *Revista Multi-Science Journal*, 1(13), 286-293. <https://doi.org/10.33837/msj.v2i1.544>
- Menezes, A. C. P. F., Oliveira Filho, J. G. de., Christofoli, M., Castro, C. F. de S. (2018). Antioxidant activity, total phenolics content, carotenoids and provitamin A in vegetables extracts from Cerrado goiano. *Revista Uniciências (UNIC)*, 22(1), 28-32. <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2018v22n1p28-32>
- Nesa, F., Shoeb, M., Islam, M. M., & Iislam, M. N. (2021). Studies of Physico-chemical Properties and Cytotoxicity of Fruits of *Syzygium jambos* L. against HeLa and Vero Cell Lines. *Bangladesh Pharmaceutical Journal*, 24(2), 111-116. <https://doi.org/10.3329/bpj.v24i2.54709>
- Oliveira, L. C., Schmiele, M., & Steel, C. J. (2017). Development of whole grain wheat flour extruded cereal and process impacts on color, expansion, and dry and bowl-life texture. *LWT*, 75, 261-270. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.064>
- Queiroz, E. de R., Abreu, C. M. P. de., Santos, C. M. dos., & Simão, A. A. (2015). Composição química e fitoquímica das farinhas da casca e da semente de lichias (*Litchi chinensis* Sonn) cultivar 'Bengal'. *Revista Ciência Rural*, 45(2), 329-334. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140106>
- Quitral, V., Sepúlveda, M., Gamero-Veja, G., & Jiménez, P. (2021). Seaweeds in bakery and farinaceous foods: A mini-review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100403>
- Reis, D. S., Neto, A. F., Ferraz, A. de V., & Freitas, S. T. de. (2017). Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20, 1-7. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.8315>
- Resende, L. M., Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2019). Burity (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. *Food Chemistry*, 270, 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.079>

- Rocha, M. S., Figueiredo, R. W de., Araújo, M. A. da M., Moreira-Araújo, R. S. dos R. (2013). Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado piauiense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(4), 933-941. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000400003>
- Rothenbach, I. I., Lessa da Silva, G., Rodrigues, E., Valdemiro Gonzaga, L., & Fett, R. (2007). Atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva das variedades Regente e Pinot Noir (*Vitis vinifera*). *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 2(66), 158-163. <https://doi.org/10.53393/rial.2007.v66.32826>
- Sabino, L. B. de S., Lima, A. C. S da., Soares, D. J., Silva, L. M. R da., Oliveira, L. S de., Figueiredo, R. W de., & Sousa, P. H. M de. (2017). Composição mineral de farinhas obtidas a partir de cascas de frutos tropicais baseado na ingestão diária recomendada. *Brazilian Journal of Food Research*, 8(3), 102-11. <http://dx.doi.org/10.3895/rebrapa.v8n3.4043>
- Scorsatto, M., Pimentel, A. de C., Silva, A. J. R. da S., Sabally, K., Rosa, G., & Oliveira, G. M. M de. (2017). Avaliação de compostos bioativos, composição físico-química e atividade antioxidante *in vitro* da farinha de berinjela. *International Journal of Cardiovascular Sciences*, 30(3), 235-242. <https://doi.org/10.5935/2359-4802.20170046>
- Silva, J. B., Schlabit, C., Gräff, C., & Souza, C. F. V. (2015). Biscoitos enriquecidos com farinha de semente de abóbora como fonte de fibra alimentar. *Revista Destaques Acadêmicos*, 7(4), 174-184. <http://www.univates.com.br/revistas/index.php/destaques/article/view/510>
- Siqueira, B. dos S., Aalves, L. D., Vasconcelos, P. N., Damiani, C., & Júnior, M. S. S. (2012). Pectina extraída de casca de pequi e aplicação em geleia light de manga. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(2), 560-567. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000200030>
- Silva, D. V. (2017). Propriedades nutricionais, físicas, químicas e tecnológicas funcionais das farinhas de baru (*Dipteryx alata* Vogel) em função de diferentes condições de secagem do fruto. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde.
- Silva, G. G da., Souza, P. A de., Morais, P. L. D de., Santos, E. C dos., Moura, R. D., & Menezes, J. B. (2008). Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(2), 311-314. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200007>
- Silva, L. M. R., Figueiredo, E. A. T de., Ricardo, N. M. P. S., Vieira, I. G. P., Figueiredo, R. W de., Braasil, I. M., & Gomes, C. L. (2014). Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brasil. *Food Chemistry*, 143, 398-404. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.001>
- Silva, R. A., Rodrigues, A. E., Ribeiro, A. C. M., Custódio, Â. R., Andrade, N. E. D., & Pereira, W. E. (2006). Características físico-químicas e atividade antimicrobiana de extratos de própolis da Paraíba, Brasil. *Revista Ciência Rural*, 36(6), 1842-1848. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000600027>
- Silverstein, R. M., Webster, F. X., & Kiemle, D. J. (2013). Identificação espectrofotométrica de compostos orgânicos, (Ed.) LTC, 7ª Ed., 490.
- Sobeh, M., Esmant, A., Petruk, G., Abdelfattah, M. A. O., Dmirieh, M., Monti, D. M., Abdel-Naim, A. B., & Wink, M. (2018). Phenolic compounds from *Syzygium jambos* (Myrtaceae) exhibit distinct antioxidant and hepatoprotective activities *in vivo*. *Journal of Functional Foods*, 41, 223-231. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.12.055>
- Tamiello, C. S., Adami, E. R., Oliveira, N. M. T., Acco, A., Lacomini, M., & Cordeiro, L. M. C. (2018). Structural features of polysaccharides from edible jambo (*Syzygium jambos*) fruits and antitumor activity of extracted pectins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118, part. B, 1414-1421. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.164>
- Wang, Q., Pagan, J., & Shi, J. (). Pectins from fruits. In: Shi, J., Mazza, G., & Maguer, M. L. (Ed.). *Functional foods, biochemical and processing aspects*. CRC Press: New York, 202, p. 263-309.

### Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).