

Propriedades Físico-químicas e Funcionais Tecnológicas da Farinha de *Talinum paniculatum* para Aplicações Alimentares

Physico-chemical and Technological Functional Properties for Food Applications of *Talinum paniculatum* Flour for Food Applications

Francisca Célia da Silva¹; Feliciano do Espírito Santo Silva Neto²; Mauriane Maciel da Silva³; Bianca Almeida de Souza⁴; Dárcia Souza Araújo⁵; Luana Costa de Souza⁶; Tatiana de Oliveira Lemos⁷; Ana Lúcia Fernandes Pereira⁸; Virgínia Kelly Gonçalves Abreu⁹

¹franciskcelia13@gmail.com

⁷tatiana.lemos@ufma.br

⁸anafernandesp@yahoo.com.br

⁹virginia.abreu@ufma.br

^{1, 7, 8, 9}Programa de Pós-graduação em Gestão da Qualidade e Segurança dos Alimentos – PPGQSA

^{1, 7, 8, 9}Universidade Federal do Maranhão – UFMA – Curso de Engenharia de Alimentos

^{1, 7, 8, 9}Av. da Universidade, s/n, Bairro Dom Afonso Felipe Gregory – CEP: 65915-240
Imperatriz/MA – Brasil

^{2, 3, 4, 5, 6}Graduação em Engenharia de Alimentos

²feliciano_net@hotmail.com

³maurianesi@hotmail.com

⁴biancaalss@gmail.com

⁵darciaraujo1993@gmail.com

⁶luana.souza1189364@gmail.com

^{2, 3, 4, 5, 6}Universidade Federal do Maranhão – UFMA

^{2, 3, 4, 5, 6}Av. da Universidade, s/n, Bairro Dom Afonso Felipe Gregory- CEP: 65915-240
Imperatriz/MA – Brasil

Resumo

A cada ano, diversos vegetais têm sido utilizados para a obtenção de novas farinhas, que são apresentadas como fontes alternativas de nutrientes, com baixo custo de produção, podendo ser utilizadas como matérias-primas na elaboração de diferentes produtos alimentícios. Contudo, para que as farinhas sejam utilizadas como ingredientes ou substituto destes, é necessário conhecer suas propriedades físico-químicas e tecnológicas. Talinum paniculatum é uma planta alimentícia não convencional que tem sido extensivamente investigada e proposta como matéria-prima por apresentar quantidades consideráveis de proteínas e minerais. Sendo assim, o objetivo do estudo foi avaliar as características físico-químicas e funcionais tecnológicas da farinha de folhas e caules de Talinum paniculatum (FFCTP) para o direcionamento da sua aplicação na indústria de

alimentos. Análises de atividade de água (Aa), umidade, pH, acidez total titulável (ATT), cinzas, cálcio, sódio, potássio, atividade antioxidante (AA), compostos fenólicos totais, capacidade de absorção de água (CAA), capacidade de absorção de óleo (CAO), solubilidade, capacidade espumante (CE), estabilidade da espuma, atividade emulsificante (AE), estabilidade da emulsão, capacidade de formação de gel (CFG), foram realizadas na FFCTP. A FFCTP obteve as seguintes características: 0,45 (Aa); 3,54% (umidade); 6,74 (pH); 0,57% de ácido cítrico (ATT); 18,58% (cinzas); 9,70 mg.100g⁻¹(cálcio); 891,67 mg.100g⁻¹(sódio); 5658,33 mg.100g⁻¹(potássio); 0,50 μM Trolox mL⁻¹ (AA); 238,82 mg GAE/100g (compostos fenólicos totais); 379,2% (CAA); 170,1% (CAO); 63,6% (solubilidade); 10,0% (CE); 93,2% (estabilidade da espuma); 55,0% (AE); 100,0% (estabilidade da emulsão); 2% (CFG). Concluiu-se que a FFCTP apresentou-se como ingrediente potencial para o enriquecimento e uso na formulação de alimentos.

Palavras-chave: João-gomes; Folhas; Caules; Antioxidante; PANC.

Abstract

Every year several vegetables have been used to obtain new flours, which are presented as alternative sources of nutrients, with low production cost; they can be used as raw materials in the preparation of different food products. However, for flours to be used as ingredients or substitutes for them, it is necessary to know their physico-chemical and technological properties. Talinum paniculatum, is an unconventional food plant that has been extensively investigated and proposed as a food raw material for presenting considerable amounts of proteins and minerals. Thus, the aim of the study was to evaluate the physical-chemical and technological characteristics of the leaf and stem flour of Talinum paniculatum (LSFTP) to guide its application in the food industry. Analysis of water activity (Aw), moisture, pH, titratable acidity (TA), ash, calcium, sodium, potassium, antioxidant activity (AA), total phenolic compounds, water absorption capacity (WAC), oil absorption capacity (OAC), solubility, foaming capacity (FC), foaming stability (FS), emulsifying activity (EA), emulsion stability (ES), gel forming capacity (GFC), were performed in the LSFTP. The LSFTP obtained the following characteristics: 0,45 (Aw); 3,54% (moisture); 6,74 (pH); 0,57% citric acid (TA); 18,58% (ash); 9,70 mg.100 g⁻¹ (sodium); 5658,33 mg.100 g⁻¹(potassium); 0,50 μM Trolox mL⁻¹ (AA); 238,82 mg GAE/ 100 g (total phenolic compounds); 379,2% (WAC); 170,1% (OAC); 63,5% (solubility); 10,0% (FC); 93,2% (FS); 55,0% (EA); 100,0% (ES); 2% (GFC). It was concluded that leaf and stem flour of Talinum paniculatum presented itself as a potential ingredient for enrichment and use in food formulation.

Key- words: João-gomes; Leaves; Stems; Antioxidant; UFP.

1. Introdução

A indústria de alimentos, nos últimos anos, direcionou o seu foco em desenvolver novos produtos com propriedades que não apenas fornecem os nutrientes necessários para a alimentação humana, mas também ajudam a prevenir doenças relacionadas a nutrição como diabetes, obesidade, hipertensão, e complicações cardiovasculares. Pois, constatou-se que há uma correlação significativa entre a ingestão regular de fitoquímicos e a prevenção dessas doenças associadas ao estilo de vida (RODRIGO-JIMENEZ et al., 2018, p.1). Portanto, a cada ano diversos vegetais têm

sido utilizados para a obtenção de novas farinhas, que são apresentadas como fontes alternativas de nutrientes, com baixo custo de produção; podendo ser utilizadas como matérias-primas na elaboração de diferentes produtos alimentícios (ALCÂNTARA et al., 2012, p.474; ARRUDA et al., 2016, p.100; QUEIROZ et al., 2017, p.2).

Farinha é o produto resultante das partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e/ou outros processos tecnológicos que garantam a segurança no processamento de alimentos (BRASIL, 2005). Contudo, para que as farinhas sejam utilizadas como ingredientes ou substituição destes em massas, biscoitos ou composição de farinhas mistas, é necessário conhecer suas propriedades físico-químicas e tecnológicas a fim de verificar a preservação dos nutrientes originais e observar quais propriedades industriais estas apresentam (ALVES et al., 2012, p.72; MATOS, 2016, p.87; TROMBINI; LEONEL, 2014, p.77). Além disso, as propriedades funcionais e tecnológicas podem afetar as características nutricionais, sensoriais e estruturais dos alimentos, e subprodutos elaborados a partir das farinhas propostas (REIS et al., 2017, p.6 ; SOUZA; MATTANNA, 2019, p.24).

A *Talinum paniculatum*, conhecida popularmente por João-gomes, Maria-gorda ou Beldroega grande, é uma planta daninha amplamente utilizada na medicina tradicional e como fonte alimentar (TOLOUEI et al., 2019, p.2). Considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC), a *Talinum paniculatum* tem sido amplamente investigada e proposta como matéria-prima alimentar por apresentar quantidades consideráveis de proteínas (18,5%) e minerais como potássio, fósforo, cálcio e ferro (24,0 mg.100g⁻¹); possuindo ainda compostos antibacterianos e ação anti-inflamatória (MANHÃES et al., 2008, p.309; REIS et al., 2015, p.400; VIEIRA, 2014, p.39). Entretanto, esta PANC apresenta vida útil curta e alta perecibilidade durante o transporte por longas distancias, sendo indicado seu consumo logo após a colheita, ou armazenadas sob refrigeração por no máximo cinco dias (EMBRAPA, 2017).

Sendo assim, o desenvolvimento de produtos como a farinha de vegetais, tem mostrado-se como alternativa promissora no aumento da vida útil de hortaliças e tubérculos, como ora-pro-nobis, beterraba, brócolis entre outros; contribuindo para o melhor aproveitamento dessas matérias-primas, na redução de desperdícios e para agregação do valor nutricional de alimentos presentes na dieta brasileira, tais como, a *Talinun paniculatum* (FERREIRA et al., 2015, p.823 ; PASA et al., 2017, p.129 ; SILVA et al., 2014, p.1030).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar as características físico-químicas e funcionais tecnológicas da farinha das folhas e dos caules de *Talinum paniculatum* para o direcionamento da sua aplicação na indústria de alimentos.

2. Materiais e Métodos

A farinha das folhas e dos caules de *Talinum paniculatum* (FFCTP) foi produzida pelo grupo de pesquisa Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão, seguindo as etapas do processo descrito na patente de invenção, número de processo BR 10 2019 011320 0. Com a seguinte composição: 50% de farinha de folhas e 50% de farinha de caules, de *Talinum paniculatum*.

Todas as análises da farinha foram realizadas em triplicatas.

2.1 Atividade de água

A atividade de água da farinha foi medida por método direto, através de um higrômetro baseado em psicrometria de (marca Decagon – Aqualab), por ponto de orvalho com controle interno da temperatura da amostra, com resolução de 0,001A_a, sob temperatura de 24,0 ± 1,0 °C.

2.2 Umidade

A umidade da farinha foi medida conforme método de perda por dessecação em estufa a 105°C (ZENEON et al., 2008).

2.3 pH

O pH da farinha foi medido com potenciômetro (Biotech mPa-210, Piracicaba, Brasil), equipado com eletrodo combinado, mediante leitura direta (ZENEON et al., 2008).

2.4 Acidez total titulável

A acidez total titulável da farinha foi determinada titulando-se com solução de álcali padrão a acidez do produto. Como as amostras eram coloridas, para a determinação do ponto de viragem, utilizou-se método potenciométrico (ZENEON et al., 2008).

2.5 Cinzas

As cinzas foram obtidas por incineração em mufla a temperatura de 550°C por 4h (ZENEON et al., 2008).

2.6 Minerais

As cinzas obtidas seguiram para a etapa da digestão ácida com ácido clorídrico (1:1), a quente para a obtenção da solução mineral (GOMES, 2011; SILVA; QUEIROZ, 2002; ZENEBON et al., 2008).

A determinação quantitativa de sódio e potássio das amostras mineralizadas foi realizada utilizando-se o fotômetro de chama (Marca Analyser, modelo 910MS).

2.7 Atividade antioxidante

A técnica utilizada foi de ABTS (ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolona-6-sulfônico)) segundo metodologia descrita por Boroski et al. (2015).

2.8 Compostos fenólicos totais

O conteúdo de compostos fenólicos foi determinado através do método Folin-Ciocalteu, segundo metodologia descrita por Boroski et al. (2015).

2.9 Capacidade de absorção de água

Para análise da capacidade de absorção de água (CAA), seguiu-se a metodologia descrita por Drakos et al. (2017, p. 327) adaptada. Para isso, preparou-se uma suspensão contendo 1,0 g de farinha de *Talinum paniculatum* em 10 mL de água, e submeteu-se à agitação em agitador vórtex por 3 minutos. Após 30 minutos de repouso, a suspensão foi centrifugada a 4000 rpm por 30 minutos. O sobrenadante foi descartado, e pesou-se o sedimento úmido. A CAA foi obtida através da razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca, e expresso em g de água absorvida por grama de matéria seca, conforme Equação 1:

$$CAA (\%) = \frac{(P_2 - P_1)}{P_0} \times 100 \quad (1)$$

Onde: P_2 = peso do tubo de centrifugação mais sedimento (g); P_1 = peso do tubo mais amostra (g); P_0 = peso da amostra (g)

2.10 Capacidade de absorção de óleo

Para análise da capacidade de absorção de óleo (CAO), seguiu-se a metodologia descrita por Drakos et al. (2017, p. 327) adaptada. Para isso, preparou-se uma suspensão contendo 1,0 g de farinha de *Talinum paniculatum* em 10 mL de óleo de girassol, e submeteu-se à agitação em agitador vórtex por 3 minutos. Após 30 minutos de repouso, a suspensão foi centrifugada a 4000 rpm por 40 minutos. O sobrenadante foi descartado, e pesou-se o sedimento úmido. A CAO foi

obtida através da razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca, e expresso em g de óleo absorvido por grama de matéria seca, conforme Equação 2:

$$\text{CAO (\%)} = \frac{(P_2 - P_1)}{P_0} \times 100 \quad (2)$$

Onde: P_2 = peso do tubo de centrifugação mais sedimento (g); P_1 = peso do tubo mais amostra (g); P_0 = peso da amostra (g)

2.11 Análise de Solubilidade

A análise de solubilidade (S) foi determinada segundo metodologia descrita por Dacanal e Menegalli (2009, p. 189). Para isso, adicionou-se 2,0 g de farinha de *Talinum paniculatum* em um becker com 200 mL de água destilada e agitou-se por 1 minuto. Após a agitação a amostra foi filtrada, e o material retido no filtro foi submetido à secagem em estufa a 105°C, até peso constante (aproximadamente 24 h). A solubilidade foi calculada pela razão entre a massa da amostra remanescente no filtro após a secagem e a massa inicial da amostra, expresso em g por 100 g de amostra seca, usando a Equação 3.

$$S (\%) = \frac{\text{Mar (g)}}{\text{MA (g)}} \times 100 \quad (3)$$

Onde: **Mar** = massa da amostra remanescente no filtro após a secagem (g); **MA** = massa inicial da amostra (g).

2.12 Capacidade espumante e estabilidade da espuma

A capacidade espumante (CE) e estabilidade da espuma (EEsp) da farinha de *Talinum paniculatum* foram determinadas de acordo com metodologia de Santana, Oliveira Filho e Egea (2017, p.89) com adaptações. Para isso, na CE foi preparada uma suspensão contendo 4,0 g de farinha e 200 mL de água, e em seguida agitou-se por 5 minutos em agitador. Logo após, o volume foi transferido para uma proveta de 500 mL e calculado seu aumento percentual com base nos volumes inicial e final (Equação 4). Para a EEsp a proveta foi deixada em repouso sob temperatura ambiente (25°C ± 0,02) e realizada a medição da espuma após decorrido 60 minutos. O valor para a EEsp foi obtido utilizando a Equação 5.

$$\text{CE (\%)} = \frac{\text{volume final (mL)} - \text{volume inicial (mL)}}{\text{volume inicial (mL)}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{EEsp(\%)} = \frac{\text{volume da espuma após 60 minutos (mL)}}{\text{volume inicial da espuma (mL)}} \times 100 \quad (5)$$

Onde: **CE (%)** = aumento de volume; **EEsp (%)** = estabilidade da espuma.

2. 13 Atividade emulsificante e estabilidade da emulsão

A atividade emulsificante (AE) e estabilidade da emulsão (EE) da farinha de *Talinum paniculatum* foram verificadas seguindo a metodologia descrita por Santana, Oliveira Filho e Egea (2017, p. 89) com adaptações. Para medição da AE preparou-se uma suspensão pela mistura de 1,0 g de farinha, 10 mL de água e 10 mL de óleo de girassol, e em seguida a suspensão foi homogeneizada em agitador vórtex por 3 minutos. Logo após, dividiu-se a suspensão em dois tubos Falcon de 15 mL e a amostra foi centrifugada a 3000 rpm por 5 minutos.

Posteriormente, a análise de EE foi realizada submetendo os tubos da AE ao aquecimento em banho-maria à 80°C por 30 minutos. Após o aquecimento, os tubos com a amostra foram resfriados por 20 minutos em água corrente e centrifugados a 3000 rpm por 5 minutos. A AE e a EE foram calculadas de acordo com as Equações 6 e 7, respectivamente:

$$AE = \frac{\text{camada emulsificada (mL)}}{\text{volume total no tubo (mL)}} \times 100 \quad (6)$$

$$EE = \frac{\text{camada emulsificada remanescente (mL)}}{\text{camada emulsificada no tubo (mL)}} \times 100 \quad (7)$$

2. 14 Capacidade de formação de gel

A capacidade de formação de gel (CFG) da farinha de *Talinum paniculatum* foi determinada de acordo com metodologia descrita por Santana, Oliveira Filho e Egea (2017, p.90). Foram preparadas dispersões de concentrações da amostra (2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18% e 20%) em 20 mL de água e submeteu-se estas ao aquecimento à 90°C por 30 minutos em banho-maria. Em seguida, as dispersões foram resfriadas a temperatura ambiente, dispensadas em tubos Falcon e refrigeradas à 4°C por 2 horas. Logo após, os tubos foram invertidos e analisados quanto à formação de gel.

Por ser uma análise qualitativa, foram dados símbolos para a formação do gel (-) quando não formou gel, ou seja, a água se desprende do material com facilidade, (±) quando formou um gel fraco, a água não se desprende, no entanto, a massa escorre pelas paredes do tubo e (+) quando se forma um gel de boa qualidade, ou seja, nem água nem massa se desprendem do tubo (FREIRE, 2018, p. 55).

2.15. Análises estatísticas

As análises físico-químicas e funcionais tecnológicas foram avaliadas utilizando o software XLSTAT, usando teste de t, exceto para análise de capacidade de formação de gel. Foram utilizadas a média \pm desvio padrão de três repetições.

3. Resultados e discussão

As análises físico-químicas da FFCTP são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Análises físico-químicas da farinha de folhas e caules de *Talinum paniculatum* (FFCTP)^a

Parâmetros	Farinha ^b
Atividade de água	0,45 \pm 0,01
Umidade (%)	3,54 \pm 0,41
pH	6,74 \pm 0,07
Acidez total titulável (g.100 g ⁻¹)	0,57 \pm 0,07
Cinzas (%)	18,58 \pm 0,41
Cálcio (mg.100g ⁻¹)	9,70 \pm 0,28
Sódio (mg.100g ⁻¹)	891,67 \pm 28,87
Potássio (mg.100g ⁻¹)	5658,33 \pm 137,69
Atividade antioxidante (μ M/g de Trolox)	0,50 \pm 0,11
Compostos fenólicos totais (mg GAE/100g)	238,82 \pm 11,47

^a Farinha: 50% farinha das folhas/50% farinha dos caules. ^b Valores expressos em média \pm desvio padrão (n = 3)
Fonte: Autoria própria (2020)

Quanto à atividade de água (Aa), a FFCTP obteve valor menor que 0,60, que assegura a maior vida útil do produto, uma vez que os micro-organismos têm seu desenvolvimento condicionado a disponibilidade de água livre no alimento, expressa em atividade de água. Sendo assim, a farinha com baixa atividade de água mostra-se menos susceptíveis a deterioração microbiana (FORSYTHE, 2013). Silva et al. (2019, p. 5), ao analisar farinhas de brotos e de seus subprodutos obtiveram resultados de Aa que variaram de 0,52 a 0,56, sendo estes superiores ao encontrado no presente estudo. Resultado inferior de atividade de água, Aa = 0,28, obteve Mittal et al. (2019, p. 3229) para a farinha de abóbora.

Para a umidade, o valor obtido para a FFCTP foi de 3,54%, que a enquadra no parâmetro da legislação brasileira vigente para umidade de farinha que é de no máximo 15,0% (BRASIL, 2005). Naiker et al. (2019, p. 1544), obtiveram resultado de umidade superiores ao do presente estudo para as farinhas de diferentes cultivares de feijão-caupi, com faixa de variação de 7,35% a 9,29%.

O valor de pH da FFCTP foi de 6,74, o que a classifica na categoria de alimentos de baixa acidez (pH 7,0-5,5), mais susceptíveis ao crescimento microbiano. No entanto, o parâmetro de Aa

permite a manutenção da estabilidade e segurança microbiológica do produto (FORSYTHE, 2013). Coronel-Tovar et al. (2019), obtiveram valores de pH inferiores para farinha de *Xanthosoma*, que foram de 5,54 e 5,58.

A acidez total titulável da FFCTP foi de 0,57 g.100 g⁻¹ de ácido cítrico. Esse parâmetro influencia a velocidade do crescimento microbiano pela presença e natureza dos ácidos nos alimentos, uma vez que causa a redução do pH (RIBEIRO et al, 2018). Valor inferior ao do presente estudo foi obtido por Souza et al. (2018, p.4) para farinha de resíduos de ata, cuja acidez foi de 0,12 g.100 g⁻¹ de ácido cítrico.

O valor de cinzas da FFCTP foi de 18,58%, o que demonstra um alto teor de minerais proveniente da PANC (KINUPP; BARROS, 2008, p. 855). Resultados inferiores ao da presente pesquisa foram obtidos por Felisberto et al. (2017, p. 233) para farinha de colmo de bambu, cuja faixa de variação foi de 1,17% a 2,32%. Já Brito et al. (2020, p. 4) obtiveram alto teor de cinzas, 18,05%, para farinha de talos de repolho.

Com relação aos minerais cálcio, sódio e potássio, os resultados da FFCTP foram de 9,70 mg.100g⁻¹, 891,67 mg.100g⁻¹ e 5658,33 mg.100g⁻¹, respectivamente. Com relação ao teor de cálcio da farinha de *Talinum paniculatum*, 100 g desta representa 1% da ingestão diária recomendada de cálcio para adultos (BRASIL, 2003). Teor de cálcio superior ao da presente pesquisa foi obtido por Brito et al. (2020, p. 4), que verificaram um teor de cálcio na farinha das coroas de abacaxi de 239 mg.100g⁻¹. Já considerando o valor diário de referência (%VD) de sódio para uma dieta de 2000 kcal, temos que 100 g de farinha de *Talinum paniculatum*, com 891,67 mg, contêm 37,15% VD (BRASIL, 2003).

Teor de sódio inferior ao observado na presente pesquisa, foi verificado por El Sohaimy et al. (2018, p. 6), cujo teor de sódio em farinha de quinoa foi de 85,8 mg.100g⁻¹. No que diz respeito ao teor potássio, a farinha de *Talinum paniculatum* obteve 5658,33 mg.100⁻¹g, o que para atender as diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) seria necessário o consumo de 62,03 g/dia dessa farinha, pois, segundo a OMS, um adulto deve consumir pelo menos 3.510 mg de potássio/dia (WHO, 2014, p.16).

Valores diferentes foram observados por Brito et al. (2020, p. 4), que verificaram teores de potássio de 8582,93 mg.100⁻¹g e 2250,62 mg.100⁻¹g, respectivamente, para as farinhas de talos de repolho e de coroas de abacaxi. O consumo de sódio e potássio na quantidade adequada é essencial para a manutenção da saúde e prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT).

A OMS recomenda um aumento na ingestão de potássio e uma redução na ingestão de sódio dos alimentos para reduzir a pressão sanguínea e o risco de doença cardiovascular em adultos (WHO, 2014, p. 2; WHO, 2012, p. 2).

A atividade antioxidante da FFCTP foi de 0,50 $\mu\text{M/g}$ de Trolox, menor do que a encontrada no estudo conduzido por Vital et al. (2020, p. 5) para a farinha de aspargo, que foi de 17,03 $\mu\text{M/g}$ de Trolox. Enquanto o teor de compostos fenólicos totais foi de 238,82 mg GAE/100g de FFCTP, maior que o teores observados para farinha de aspargo que foi de 2,33 GAE/100g, e para a farinha de lentilha que foi de 1,39 GAE/100g (VITAL et al. 2020, p.5; BOUHLAL et al., 2019, p. 1101).

A Tabela 2 apresenta os resultados das propriedades funcionais tecnológicas obtidas para a FFCTP.

Tabela 2 – Propriedades funcionais tecnológicas da farinha de folhas e caules de *Talinum paniculatum* (FFCTP)^a

Propriedades	Farinha ^b
Capacidade de absorção de água (%)	379,2 \pm 1,9
Capacidade de absorção de óleo (%)	170,1 \pm 3,8
Solubilidade (%)	63,6 \pm 2,7
Capacidade espumante (%)	10,0 \pm 0,0
Estabilidade da espuma (%)	93,2 \pm 0,0
Atividade emulsificante (%)	55,0 \pm 0,0
Estabilidade da emulsão (%)	100,0 \pm 0,0

^a Farinha: 50% farinha das folhas/50% farinha dos caules. ^b Valores expressos em média \pm desvio padrão (n = 3)

Fonte: A autoria própria (2020).

A capacidade de absorção de água e óleo da farinha são propriedades funcionais importantes devido à melhoria da textura e retenção de sabor no alimento (SOHAIMY et al., 2018, p.7). Na Tabela 2 observa-se que a FFCTP apresentou capacidade de absorção de água de 379,2%, ou seja, 3,8 g H₂O. g⁻¹ FFCTP. Este resultado é maior que o verificado por Rodrigues-Jimenez et al. (2018, p.4) para a farinha de berinjela que foi de 2,08 g H₂O. g⁻¹ farinha, e menor que o obtido para a farinha das folhas de mandioca, que foi de 6,87g gel. g⁻¹ amostra (TROMBINI; LEONEL, 2014, p.79).

O elevado teor de fibras normalmente, encontrado nas farinhas vegetais, está relacionado a maior capacidade de absorção de água da farinha. Esta é uma característica relevante para adição da farinha em produtos cárneos, de panificação e confeitaria, uma vez que esta pode auxiliar na retenção da umidade. Diante disto, a FFCTP demonstrou que tem potencial para ser aplicada em alimentos como pães, bolos e derivados cárneos (SANTANA et al., 2017, p. 90).

Já a capacidade de absorção de óleo da FFCTP foi de 170,1% que corresponde a 1,70 g óleo. g⁻¹ FFCTP, sendo este valor similar ao relatado por Ferreira et al. (2015, p.825) para a farinha de

resíduos de vegetais e frutas (1,91 g óleo. g⁻¹ farinha) e inferior ao da farinha de berinjela (5,22 g óleo. g⁻¹ farinha) observado por Rodrigues-Jimenez et al. (2018, p.4). Esta propriedade é desejável em farinhas que poderão ser utilizadas como ingredientes ou substituintes, em produtos viscosos como sopas, massas, queijos processados e extensores de carne (PORTE et al., 2011, p.94). Pois o óleo atua como retentor de sabor e potencializa a textura dos alimentos (SOHAIMY et al., 2018, p.7). Isso indica que a FFCTP pode ser um melhor retentor de sabor do que a farinha de berinjela.

Em relação à análise de solubilidade, a FFCTP em estudo apresentou um índice de 63,6 %. Esse valor é maior que o obtido para farinha de resíduos de vegetais e frutas (17,2%) (FERREIRA et al., 2015, p.826) e para farinha da folha de mandioca (14,8%), descrita por Trombini e Leonel (2014, p.79). Elevados valores de solubilidade em farinhas podem estimar a possibilidade de essa matéria-prima ser utilizada em alimentos que requerem baixas temperaturas de preparação (instantâneos) ou em formulações de produtos extrusados (LEONEL; FREITAS; MISCHAN, 2009, p.489). Além disso, a análise de solubilidade em água permite verificar o grau de severidade do tratamento térmico, em função da degradação, gelatinização, e consequente solubilização de carboidratos, proteínas entre outros constituintes (TAVARES et al., 2012, p.1103).

A FFCTP apresentou uma atividade emulsificante de 55%. Observou-se que esta propriedade da FFCTP foi maior que a relatada para farinha de diferentes variedades de feijão-caupi, 35%, e similar ao obtido para a farinha comercial de linhaça dourada, 55,5% (NAIKER; GERRANO; MELLEM, 2019, p.1548; SANTANA; OLIVEIRA FILHO; EGEA, 2017, p.93). Já a estabilidade da emulsão da FFCTP indicou um percentual de 100%, sendo maior que o relatado por Santana et al. (2017, p.93) para as farinhas comerciais de linhaça dourada (90,2%) e de trigo branca (75%). A atividade emulsificante é considerada um índice da capacidade de proteínas ou peptídeos de adsorverem na nova superfície criada, retardando a coalescência (RODRIGUEZ-JIMENEZ, 2018, p. 5). Esses resultados de atividade emulsificante e estabilidade da emulsão sugerem que a FFCTP pode ser adequada para uso como ingrediente em sistemas de emulsão, tais como embutidos (salsichas, linguiças) e outros produtos cárneos, contribuindo para a formação da emulsão no alimento produzido (CASTILHO; FONTANARI; BATISTUTI, 2010, p.72).

A capacidade e estabilidade da espuma são caracterizadas pela capacidade das proteínas sofrerem alterações conformacionais e rearranjo na interface ar-água, dando origem à formação de um filme viscoelástico coesivo por interações intermoleculares, sendo estas propriedades dependentes da qualidade e solubilidade das proteínas presentes no alimento investigado (NAIKER; GERRANO; MELLEM, 2019, p.1548).

A Tabela 2 apresenta a capacidade espumante da FFCTP que foi de 10%, enquanto a estabilidade da espuma foi de 93,2%. Sohaimy et al. (2018, p. 8), verificaram para farinha de quinoa, uma capacidade de formação de espuma de 14,33%, maior que a da FFCTP, e uma estabilidade da espuma de 9,63%, menor que a da FFCTP. Enquanto Mital et al. (2019, p. 3229) verificaram para farinha de abóbora, capacidade espumante e estabilidade da espuma, respectivamente, de 6,54% e 6,06%, resultados menores do que os obtidos para FFCTP. A capacidade espumante e a estabilidade da espuma são propriedades desejáveis em farinhas usadas como ingredientes em sistemas alimentares, tais como, sorvetes, merengues e mouses. Deste modo, a FFCTP pode ser adequada para a incorporação como ingredientes nestas categorias de alimentos (SANTANA et al, 2017, p. 92).

A Tabela 3 apresenta a capacidade de formação de gel da FFCTP na concentração entre 2-20%.

Tabela 3 – Capacidade de formação de gel da farinha de folhas e caules de *Talinum paniculatum*

Concentração das dispersões de farinha (%)									
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
±	±	±	±	±	±	+	+	+	+
Testes realizados em triplicata: Ausência de gelificação (-); Gel frágil (±); Gel resistente (+)									
Fonte: Autoria própria (2020)									

A necessidade de formação de gel para o aprisionamento da água é uma propriedade requerida em farinhas utilizadas como ingredientes na fabricação de produtos como mingaus, cremes e molhos (SANTANA et al., 2017, p. 93).

A FFCTP evidenciou a formação de gel frágil já na menor concentração de 2% de farinha e, gel resistente a partir da concentração de 14%. Freire (2018, p. 77) em sua pesquisa verificou a formação de gel fraco na concentração de 6% de farinha de casca de maracujá amarelo liofilizada e de 10% de farinha de casca de maracujá amarelo desidratada em estufa, concentrações maiores do que a observada para a FCFTP. Já a formação de gel resistente foi observada a partir das concentrações de 10% e 12%, respectivamente, para as farinhas de casca de maracujá amarelo liofilizada e desidratada, concentrações essas menores do que a verificada para FFCTP (FREIRE, 2018, p.77).

Valores semelhantes aos obtidos para a FFCTP foram observados por Santana et al. (2017, p.93) na formação de gel frágil pelas farinhas de aveia e trigo branca, que foi de 2%, e na formação de gel resistente pelas farinhas de banana e feijão branco, que foi de 14%. Com isso, a FFCTP pode ser usada como ingrediente na formulação de mingaus, cremes e molhos.

4. Conclusão

Analisando os resultados obtidos na pesquisa, conclui-se que a farinha das folhas e caules de *Talinum paniculatum* apresentou como propriedades físico-químicas: atividade de água, pH e umidade com valores que evidenciaram um produto menos susceptível a deterioração microbiana, assegurando-lhe maior vida útil; representativos valores de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante (238,82 mg GAE/100g de farinha, 0,50µM/g de Trolox, respectivamente). Estes compostos são responsáveis por atuar no combate aos radicais livres no organismo, portanto, a sua presença indica um potencial efeito benéfico dessa farinha para os consumidores.

O alto teor de potássio observado na farinha (5658,33 mg/100g) proporciona o atendimento da recomendação diária deste mineral, estabelecido pela OMS, contribuindo para a saúde do consumidor, uma vez que o consumo de potássio na quantidade adequada é essencial para a manutenção da saúde e prevenção de DCNT.

Além disso, as propriedades funcionais tecnológicas: capacidade de absorção de água e óleo, solubilidade, capacidade espumante, estabilidade da espuma, atividade emulsificante, estabilidade da emulsão e capacidade de formação de gel encontradas na FFCTP, demonstraram a possibilidade do melhor aproveitamento e difusão no uso da PANC, uma vez que os resultados obtidos condicionam a FFCTP como um potencial ingrediente para o enriquecimento e uso na formulação de alimentos, e no desenvolvimento de novos produtos, nas seguintes categorias de alimentos: produtos cárneos, pães, bolos, sopas, cremes, sorvetes, merengues e mousses.

Referências

- ALCÂNTARA, S. R.; SOUSA, C. A. B.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, P. J. Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n. Especial, p.473-478, 2012.
- ALVES, A. S.; CAMARGO, E. R.; CORREIA, M. H. S.; BECKER, F. S.; DAMIANI, C. Pães elaborados com polpa e farinhas de sementes de abóbora kabutiá (*cucurbita maxima x cucurbita moschata*). **Revista SPCNA- Alimentação Humana**, Porto, v. 18, n. 3. 2012.
- ARRUDA, H. S.; SEVILHA, A. C.; PEREIRA, M. T.; ALMEIDA, M. E. F. Substituição parcial da farinha de trigo pelas farinhas de grão-de-bico e de ora-pro-nobis na elaboração de um pão. **Nutrição Brasil**, São Paulo, v.15, n.2, p. 99-107, 2016.
- BOROSKI, M.; VISENTAINER, J. V.; COTTICA, S. M.; MORAIS, D. R. **Antioxidantes: princípios e métodos analíticos**. Curitiba: Appris. 141. 2015.
- BOUHLAL, O.; TAGHOUTI, M.; BENBRAHIM, N.; BENALI, A.; VISIONI, A.; BENBA, J. Wheat-lentil fortified flours: health benefits, physicochemical, nutritional and technological properties. **Journal Materials Environmental Science**, Oujda, v. 10, n. 11, p. 1098-1106. 2019.

- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005: regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 ago. 2005.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003: regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2003.
- BRITO, T. B. N.; PEREIRA, A. P. A.; PASTORE, G. M.; MOREIRA, R. F. A.; FERREIRA, M. S. L.; FAI, A. E. C. Chemical composition and physicochemical characterization for cabbage and pineapple by-products flour valorization. **Food Science and Technology**, Campinas, v.124, p. 1-6, 2020.
- CASTILHO, F.; FONTANARI, G. G.; BATISTUTI, J. P. Avaliação de algumas propriedades funcionais das farinhas de tremçoço doce (*Lupinus albus*) e feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) e sua utilização na produção de fiambre. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 68-75, 2010.
- CORONEL-TOVAR, D. C.; CHAVEZ-JUAREGUI, R. N.; BOSQUES-VEGA, A.; LOPEZ-MORENO, M. L. Characterization of cocoyam (*Xanthosoma* spp.) corm flour from the Nazareno cultivar. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 39, n. 2, p. 349-357, 2019.
- DACANAL, G. C.; MENEGALLI, F. C. Experimental study and optimization of the agglomeration of acerola powder in a conical fluid bed. **Powder Technology**, Holanda, v. 188, p.187–194, 2009.
- DRAKOS, A.; KYRIAKAKIS, G.; EVAGELIOU, V.; PROTONOTARIOU, S.; MANDALA, I.; RITZOULIS, C. Influence of jet milling and particle size on the composition, physicochemical and mechanical properties of barley and rye flours. **Food Chemistry**, Bruxelas, v. 215, p. 326-332, 2017.
- EL SOHAIMY, S. A.; MOHAMED, S. E.; SHEHATA, M. G.; MEHANY, T.; ZAITOUN, M. A. Compositional analysis and functional characteristics of quinoa flour. **Annual Research & Review in Biology**, Hooghly, v. 22(1), p. 1-11, 2018.
- EMBRAPA HORTALIÇAS, 2017. In: VIEIRA, R.F.; CAMILLO,J.; CORADIN,L. (Ed.) Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste. Brasília, DF: MMA, 2016. (**Séries Biodiversidade**; 44).
- FELISBERTO, M. H. F.; BERALDO, A. L.; CLERICI, M. T. P. S. Young bamboo culm flour of *Dendrocalamus asper*: technological properties for food applications. **Food Science and Technology**, Campinas, 76, p. 230-235. 2017.
- FERREIRA, M. A; SANTOS, M. C. P; MORO, T. M. A; BASTOS, G. J; ANDRADE, R. M. S; GONÇALVES, E. C. B. A. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. **Journal Food Science Technology**, Berlim, v. 52.n.2, p. 822-830, 2015.
- FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. Porto Alegre: Artmed. 2013.
- FREIRE, L. S. **Efeito do processamento sobre a composição e o potencial tecnológico da farinha de casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f flavicarpa* Degener)**. 2018.109p Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018.
- GOMES, I. **Estratégias para a redução do teor de sal no pão através da incorporação de ervas aromáticas e especiarias: perspectivas do consumidor**. 2011. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia), Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2011.

- KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n.4, p. 846-856. 2008.
- LEONEL, M.; FREITAS, T. S.; MISCHAN, M. M. Physical characteristics of extruded cassava starch. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 4, p. 486-493, 2009.
- MANHÃES, L. R. T; MARQUES, M.M; SABAA-SRUR, A.U.O. Composição química e do conteúdo de energia do cariru (*Talinum esculentum*, Jacq.). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n.2, p. 307-310, 2008.
- MATOS, M. A. **Bioprospecção do maxixe (*cucumis anguria* L.): elaboração da farinha e apresentação de produto**. 2016. 168f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia)- Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2016.
- MITTAL, S.; DHIMAN, A. K.; SHARMA, A.; ATTRI, S. Standardization of recipes for preparation of pumpkin (*Cucurbita moschata*) flour and its quality evaluation during storage. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Kancheepuram, v. 8, n. 2, 2019.
- NAIKER, T. S.; GERRANO, A.; MELLEEM, J. Physicochemical properties of flour produced from different cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivars of Southern African origin. **Journal Food Science Technology**, Berlim, v. 56, n.3, p.1541–1550, 2019.
- PASA, C.; LOVATTO, P.B; HOELTZ, M.; ENGEL, B.; ROHLFE, A.B; LOBO, E.A. Avaliação da eficiência de beterrabas orgânicas Não conformes à comercialização na produção de farinhas: modelo de sustentabilidade para agroindústria familiar rural, RS, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.10, n.1, p.127-143, 2017.
- PORTE, A.; SILVA, E. F.; ALMEIDA, V. D. S.; SILVA, T. X.; PORTE, L. H. M. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (carica papaya) e de abóbora (*cucurbita* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.1, p.91-96, 2011.
- REIS, L. F. C.; CERDEIRA, C. D.; PAULA, B. F.; SILVA, J. J.; COELHO, L.F.L; SILVA, M.A. Chemical characterization and evaluation of antibacterial, antifungal, antimycobacterial, and cytotoxic activities of *Talinum paniculatum*. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 57, n. 5, p. 397-405, 2015.
- REIS, D. S.; NETO, A. F.; FERRAZ, A.V.; FREITAS, S. T. Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, 2017.
- RIBEIRO, B. D.; PEREIRA, K. S.; NASCIMENTO, R. P.; COELHO, M. A. Z. **Microbiologia industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2018.
- RODRIGUES- JIMENEZ, J. R.; AMAYA-GUERRA, C. A.; BAEZ-GONZALEZ, J. G.; AGUILERA-GONZALEZ, C.; URIAS-ORONA, V.; NINO-MEDINA, G. Physicochemical, Functional, and Nutraceutical Properties of Eggplant Flours Obtained by Different Drying Methods. **Molecules**, Basileia, v. 23, n. 3210, p.13, 2018.
- SANTANA, G. S.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; EGEE, M. B. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 2, p. 88-95, 2017.
- SILVA, M. L. T.; BRINQUES, G. B.; GURAK, P. D. Utilização de farinha de subproduto de brotos para elaboração de massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 22, p.1-10, 2019.

- SILVA, D. O.; PRIMIO, E. M.; BOTELHO, F. T.; GULARTE, A. M. Valor nutritivo e análise sensorial de pão de sal adicionado de *Pereskia aculeata*. **Demetra: alimentação, nutrição & saúde**, Florianópolis, v.9. n. 4, p. 1027-1040, 2014.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV. 2002.
- SOHAIMY, S. A. E.; MOHAMED, S. E.; SHEHATA, M. G.; MEHANY, T.; ZAITOUN, M. A. Composition analysis and functional characteristics of quinoa flour. **Annual Research & Review in Biology**, Hooghly, v. 22, n. 1, p.1-11, 2018.
- SOUZA, M. M. P.; MATTANNA, P. Desenvolvimento de produtos enriquecidos com farinha de talos de beterraba. **Revista Eletrônica Biociências, Biotecnologia e Saúde**, Curitiba, n. 23, maio-ago. 2019.
- SOUZA, F. T. C.; SANTOS, E. R.; SILVA, J. C.; VALENTIM, I. B.; RABELO, T. C. B.; ANDRADE, N. R. F.; SILVA, L. K. S. Production of nutritious flour from residue custard apple (*Annona squamosa* L.) for the development of new products. **Journal of Food Quality**, Londres, p. 1-10, 2018.
- TAVARES, J. S.; JÚNIOR, M. S. S.; BECKER, F. S.; COSTA, E. E. Mudanças funcionais de farinha de arroz torrada com micro-ondas em função do teor de umidade e do tempo de processamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.6, p.1102-1109, 2012.
- TOLOUEI, S. E. L.; PALOZI, R. A. C.; TIRLONI, C. A. S.; MARQUES, A. A. M.; SCHAEGLER, M. I.; GUARNIER, L. P.; SILVA, A. O.; ALMEIDA, V. P.; BUDEL, J. M.; SOUZA, R. I. C.; SANTOS, A. C.; SILVA, D. B.; LOURENÇO, E. L. B.; DALSENTER, P. R.; GASPAROTTO JUNIOR, A. Ethnopharmacological approaches to *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. - Exploring cardiorenal effects from the Brazilian Cerrado. **Journal of Ethnopharmacology**, Pretoria, 238, 111873, 2019.
- TROMBINI, F.R.M; LEONEL, M. Composição físico-química e propriedades tecnológicas da farinha de folhas de mandioca. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 29, n.1, p.76-81, 2014.
- VIEIRA, A. C. **Atividade antibacteriana e características químicas e fotoquímicas de *Talinum paniculatum* (Jacq) Gaertn.(major-gomes)**. 2014. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- VITAL, A. C. P.; ITODA, C.; CREPALDI, Y. S.; SARAIVA, B. R.; MATUMOTO-PINTRO, P. T. Use of asparagus flour from non-commercial plants (residue) for functional pasta production. . **Journal Food Science Technology**, Mysore, 2020.
- ZENEON, O.; PACCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020, 2008.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guideline: potassium intake for adults and children. p. 52. 2014.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guideline: sodium intake for adults and children. p. 56. 2012.

Recebido em: 21/10/2020

Aprovado em: 08/12/2020