

SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA FARINHA DE TRIGO PELA FARINHA DE CASCA DE PITAYA (*Hylocereus polyrhizus*) NA ELABORAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA

Lavínia L. DE SANTANA¹; Lais M. RODRIGUES²; Geisiane dos S. SILVA²; Iana M. O. CARNEIRO¹; Bruna Lana O. PEIXOTO²; Ercília V.S. MOTA²; Geany P. CAMILLOTO³; Renato S. CRUZ^{3*}

¹Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Feira de Santana

²Pós graduação em Ciências de Alimentos, Universidade Federal da Bahia

³Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana

RESUMO: A pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) destaca-se pelo seu valor nutricional e funcional, sendo rica em vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes. Além da polpa, a casca representa uma fração significativa do fruto e apresenta elevado teor de compostos fenólicos, evidenciando potencial para aproveitamento tecnológico. Este trabalho avaliou a utilização da casca de pitaya na obtenção de farinha e sua aplicação na produção de massa alimentícia, visando a redução de resíduos e seu enriquecimento nutricional. A farinha foi obtida por secagem e moagem, sendo caracterizada quanto às propriedades granulométricas, físico-químicas e funcionais. Foram realizadas análises reológicas com substituição parcial da farinha de trigo (0, 1, 3, 6 e 9%) e elaboradas massas alimentícias nessas proporções. Avaliaram-se parâmetros tecnológicos, como tempo de cozimento e perda de sólidos, além do teor de umidade. Os resultados indicaram que a farinha apresentou granulometria fina, baixa umidade e baixa atividade de água, favorecendo sua conservação. Observou-se elevada capacidade de absorção de água e óleo, atribuída ao teor de fibras. A adição da farinha aumentou a resistência da massa e reduziu sua extensibilidade. Nas massas, verificou-se redução do tempo de cozimento e aumento da perda de sólidos com maiores concentrações, sendo mais adequadas as formulações com até 1% de adição. Todas as amostras atenderam aos padrões legais de umidade. Conclui-se que a farinha de casca de pitaya apresenta potencial para aplicação alimentar, contribuindo para sustentabilidade e aproveitamento de resíduos.

Palavras-chave: macarrão; coproduto; farinha sucedânea; qualidade tecnológica.

INTRODUÇÃO

A pitaya tem sido amplamente estudada por sua composição rica em compostos bioativos, fibras e antioxidantes, o que reforça sua importância na alimentação humana contemporânea (Granja et al., 2023; Oliveira et al., 2023).

Do ponto de vista nutricional, a fruta é fonte de vitaminas do complexo B, como tiamina (B1), riboflavina (B2) e niacina (B3), além de apresentar compostos como beta-caroteno (pró-vitamina A), vitamina C, vitamina E, polifenóis e licopeno. Também contém minerais essenciais como potássio, magnésio e cálcio, além de pigmentos naturais como as betalainas, responsáveis pela coloração característica da fruta (Alves et al., 2018; Oliveira et al., 2023). Estudos recentes também destacam o potencial tecnológico da casca da pitaya, que representa uma fração significativa do fruto e frequentemente é descartada como resíduo agroindustrial. No entanto, essa parte apresenta elevada concentração de compostos fenólicos e atividade antioxidante, podendo ser utilizada na produção de corantes naturais, hidrocoloides e ingredientes funcionais para a indústria alimentícia (Oliveira et al., 2023; Aver et al., 2021).

Apesar do crescente número de pesquisas envolvendo a polpa da pitaya, ainda são escassos os estudos voltados ao aproveitamento da casca, especialmente em aplicações tecnológicas. Nesse contexto, este trabalho avaliou o aproveitamento dos resíduos da pitaya após o processamento da polpa, na produção de massas alimentícias, visando minimizar o impacto ambiental, agregar valor nutricional e contribuir com práticas sustentáveis na indústria alimentícia.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção da farinha de casca de Pitaya

A farinha de casca de pitaya (FP) foi obtida de acordo com SILVA (2008), com modificações.

2.2. Caracterização física e físico-química da farinha e análise reológica da farinha

A distribuição granulométrica foi determinada segundo método 66-20 da AACC (AACC, 2000). A umidade foi de acordo com método nº 925.09 da AOAC (2005). O teor de cinzas segundo método gravimétrico nº 930.30 descrito pela AOAC (2019). O teor de proteínas foi segundo o protocolo nº 920.87 descrito pela AOAC (2005). A atividade de água foi determinada, utilizando-se um higrômetro de ponto de orvalho (Aqualab®, 3 TE). A capacidade de absorção de água (CAA) e de óleo (CAO) foi determinada segundo o método descrito por Batham et al. (2013) com modificações. A reologia foi conduzida com a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha da casca da pitaya em diferentes concentrações (0, 1, 3, 6, 9%). Foi realizada a análise no texturômetroTA.XT.plus, com o acessório A/KIE e DOUI/KIE com auxílio do software Exponent Stable Micro Systems, utilizando metodologia padronizada.

2.3. Elaboração de macarrão incorporado com farinhas de casca de pitaya

Foram produzidas massas com 0%, 1%, 3%, 6% e 9% de farinha de casca de pitaya, adicionando-se sal (2%), óleo (3%), lecitina (1%) e água (75%) em todas as formulações. Os ingredientes secos foram misturados por 1 minuto, seguidos da adição de óleo e água, com homogeneização por mais 2 minutos. Em seguida, a massa foi extrusada, cortada em formato de talharim e distribuída em bandejas para secagem em secador vertical a 65 °C por 5 horas, com circulação de ar de 3 m/s e controle de umidade abaixo de 13%, conforme método adaptado de Ormenese et al. (2001).

2.4. Análises Tecnológicas do macarrão e Físico-Químicas do macarrão

O tempo de cozimento, índice de absorção de água, aumento de volume e perda de sólidos foram determinados de acordo com a metodologia descrita por CRUZ (2004). A umidade do macarrão foi determinada por balança de infravermelho, com temperatura ajustada a 90°C e com tempo de estabilização de 60s (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

3.1. Classificação granulométrica

A classificação granulométrica da FP está apresentada na Tabela 1. A Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996 – Norma técnica referente a farinha de trigo, reporta que 98% do produto deverá passar através de peneira com abertura de malha de 60 mesh (0,250 mm). Pode-se dizer que essas farinhas devem ser classificadas como muito fina, comparada a de trigo.

Tabela 1. Resultados da análise granulométrica da farinha da farinha de casca de Pitaya

Peneira(Mesh)	Porcentagem retida
80	54,69± 0,60
100	10,04± 1,85
115	6,61± 0,87
150	6,31± 0,69
170	5,32± 1,04

3.2. Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas da farinha analisada estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados das análises físico-químicas da farinha de casca de Pitaya

Parâmetro	Farinha de casca de Pitaya
Umidade (%)	5,59 ± 0,07
Cinzas (%)	14,13 ± 0,05
Proteína (%)	2,52 ± 0,12
Atividade de água (%)	0,322 ± 0,03

CAA (%)	379,24 ± 25,38
CAO (%)	96,41 ± 1,22

* Valores médios de três repetições com ± desvio padrão. *CAA sendo capacidade de absorção de água e CAO capacidade de absorção de óleo.

A farinha de casca de pitaya apresentou baixa atividade de água ($a_w = 0,322$), indicando boa conservação, já que a deterioração dos alimentos ocorre, em geral, em $a_w > 0,65$. A umidade esteve dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira (Portaria 354/96), que permite até 15% para farinhas. A elevada capacidade de absorção de água favorece sua aplicação em pães, bolos e produtos cárneos, melhorando o manuseio e reduzindo o ressecamento (PORTE et al., 2011; CLERICI; EL-DASH, 2008). Já a capacidade de absorção de óleo indica potencial uso em produtos emulsionados e cárneos, devido à interação das proteínas com o óleo (SILVA-SÁNCHEZ et al., 2004; PORTE et al., 2011).

3.3. Análise Reológica das Farinhas

O modelo $Res = 0,5306*[FT] + 4,4967*[FP]$ com $R^2 = 0,71$ e o modelo $Ext = 0,3351*[FT] + 13,6737 [FP] - 0,1667[FT]*[FP]$ com $R^2 = 0,94$, foram significativos para avaliar a interferência da concentração da farinha da casca da pitaya à farinha de trigo. Observa-se um aumento na resistência à extensão com o aumento do teor de FP. O efeito contrário pode ser observado para a extensibilidade. Esse enfraquecimento na extensibilidade pode ser explicado pela adição de farinhas com elevado teor de amido e, ou fibras, caso da FP. Wang, Rosell E Barber (2002) comentaram que fibras interagem com as proteínas, agindo como pontos de fraqueza ou “stress”, facilitando a ruptura física da matriz do glúten e, conseqüentemente, prejudicando a estrutura da massa.

3.4. Análises tecnológicas

Os resultados obtidos do tempo de cozimento estão na Tabela 3.

Tabela 3. Resultado das Análises Tecnológicas da Massa Alimentícia elaborados com 100% farinha de trigo (tratamento F0) e com adição de 1, 3, 6, 9% de farinha de casca de Pitaya.

Formulação	Tempo de cozimento (min)	Perda de sólidos (%)
F0	12	5,33 ± 0,73
F1	11	7,31 ± 0,85
F3	10	10,16 ± 1,85
F6	8	12,11 ± 0,02
F9	7	13,58 ± 0,47

A formulação com adição de 9% de farinha de casca de Pitaya apresentou tempo de cozimento menor dentre todas as formulações. O tempo de cozimento tem um efeito significativo sobre a absorção de água e a perda de sólidos solúveis em massas alimentícias. A relação entre o teor de farinha de casca de pitaya (%) e as propriedades tecnológicas da massa alimentícia foi avaliada por meio de modelos matemáticos. Para o tempo de cozimento (TP), observou-se redução significativa com o aumento da concentração de farinha de pitaya, sendo bem descrita pelo modelo polinomial, $TP = 0,0272 [FP]^2 - 0,7986 [FP] + 11,943$ ($R^2 = 0,9945$). Esse comportamento indica enfraquecimento progressivo da rede de glúten, favorecendo maior absorção de água e redução do tempo necessário para a gelatinização. Em relação à perda de sólidos (PS), verificou-se aumento significativo com o incremento da farinha de casca de pitaya. O modelo polinomial, $PS = -0,0929[FP]^2 + 1,7145 [FP] + 5,5419$ apresentou melhor ajuste ($R^2 = 0,993$), sugerindo comportamento não linear associado à saturação dos efeitos da fibra na matriz da massa.

Os resultados indicam que a incorporação de farinha de casca de pitaya promove alterações estruturais na massa, impactando tanto o tempo de cozimento quanto a estabilidade durante o processo de cocção. Reinhard et al. (2004) observaram que quanto maior o tempo de cozimento maior serão a absorção de água e a perda de sólidos solúveis das massas alimentícias. Como é observado na tabela 3, os resultados apresentaram diferenças significativas entre as formulações. Segundo Hummel (1966),



o macarrão seco que apresenta até 6% de perda de sólidos é considerado muito bom; até 8%, regular; e acima de 10%, ruim. (Apud CRUZ e SOARES, 2004). Dessa forma, a única formulação com adição da farinha de casca de Pitaya que se apresentou boa para esse parâmetro foi a F1.

3.5. Análises Físico-Químicas do macarrão

A determinação do teor de umidade em macarrão é feita com objetivo de controlar a eficiência do processo de secagem e verificar se o produto obtido apresenta boas condições de armazenamento. Sendo assim, a umidade foi controlada para que não extrapolasse 13% ficando em média de 10,49 % $\pm$ 0,22. Parâmetro pré-determinado pela ANVISA na RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000, que rege os padrões de identidade e qualidade da massa alimentícia e determina que massa alimentícia seca apresente umidade máxima de 13,0% (g/100g). Nesta faixa o produto teoricamente está isento de problemas microbiológicos. Todas as formulações obtidas estão dentro da faixa de segurança.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a farinha de casca de pitaya apresentou umidade dentro dos padrões da legislação. Nas análises reológicas, o aumento da farinha reduziu a extensibilidade e elevou a força máxima da massa, possivelmente devido a danos nos grânulos de amido durante o processamento. Apenas as formulações com 0% e 1% apresentaram perda de sólidos satisfatória, parâmetro importante para a qualidade do macarrão. As análises físico-químicas do produto final atenderam à legislação, indicando segurança microbiológica e demonstrando que o aproveitamento da casca de pitaya é uma alternativa viável para reduzir o desperdício alimentar.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento financeiro essencial à execução deste estudo, e à Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) pelo suporte físico, técnico e institucional que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods, 10th ed., St. Paul: ACC, 2000.
- ALVES, Ana Carolina Bastos; MONTEIRO, Luciana Beckman; POMPEU, Darly Rodrigues. Otimização da extração sólido-líquido de compostos bioativos da casca de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 12, n. 1, 2018.
- BOITA, E. R. F.; ORO, T.; BRESSIANI, J.; SANTETTI, G. S.; BERTOLIN, T. E.; GUTKOSKI, L. C. Rheological properties of wheat flour dough and pan bread with wheat bran. Journal of Cereal Science, v. 71, p. 177-182, 2016.
- CRUZ, R.S.; SOARES, N.F.F. Efeito da adição de CO₂ nas características tecnológica e sensorial do macarrão massa fresca tipo talharim. Ciência e Agrotecnologia, v.28, n.4, p.848-855, 2004.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P. C. N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*) para produção de doce em calda. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, n.22, v. 3, p. 259-262, 2002.
- REINHARD, W. D.; KHAN, K.; DICK, J. W.; HOLM, Y. Shelf Life Stability of Spaghetti Fortified with Legumes Flours and Protein Concentrate. Cereal Chemistry, Saint Paul, v. 65, n. 4, p. 278-281, 1988.
- SILVA-SÁNCHEZ, C.; GONZÁLEZ-CASTANHEDA, J.; LÉON-RODRÍGUEZ, A.; BARBA DE LA ROSA, A. P. Functional and rheological properties of amaranth albumins extracted from two mexican varieties. Plant Foods for human nutrition, Heidelberg, v. 59, n. 4, p. 169-174, 2004.
- 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-PB, v. 13, n. 1, p. 91-96, 2011.
- WANG, J.; ROSELL, C. M.; BARBER, C. B. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. Food Chem., v. 79, n.2, p. 221-226, 2002.