



"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

## APROVEITAMENTO DA TORTA DE LICURI: EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MULTIENZIMÁTICO

SANTOS, Jennifer Renata Brasil<sup>1\*</sup>; PORFIRIO, Marjorie Castro Pinto; SANTOS, Jonathan Barbosa<sup>1</sup>; SOUZA, Yara Gomes<sup>1</sup>; NASCIMENTO, Ivonea Soares<sup>1</sup>; FONTAN, Rafael da Costa Ilheu<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Engenharia de alimentos, UESB, PPGECAL; <sup>2</sup> Professor adjunto, DTRA/UESB.

\*E-mail para contato: eng.jenniferbrasil@gmail.com

**RESUMO –** *O licurizeiro, uma palmeira nativa do semiárido brasileiro, destaca-se por sua resistência a condições climáticas adversas e por seu valor cultural, ambiental e socioeconômico. O fruto do licurizeiro, o licuri, é amplamente utilizado, especialmente na Bahia, onde sua produção está concentrada. A amêndoia de licuri é valorizada principalmente pela extração do óleo, sendo a torta de licuri, um coproduto do processo de extração, tradicionalmente subvalorizada. Este estudo investigou o potencial multienzimático da torta de licuri, avaliando seu teor proteico e as atividades lipolítica e proteolítica. A análise revelou que a torta de licuri possui um elevado teor de proteínas (12,26 mg/g), evidenciando seu potencial como fonte de biomoléculas de alto valor agregado. A atividade lipolítica encontrada (4,65 U/mL) indica a presença significativa de lipases, sugerindo que a torta de licuri é uma fonte promissora para aplicações biotecnológicas. A atividade proteolítica (1,38 U/mL) confirma a presença de proteases, ampliando as possibilidades de uso industrial da torta de licuri. Assim, o estudo propõe a valorização deste subproduto, apontando-o como uma matéria-prima valiosa para diversos setores industriais.*

**Palavras-chave:** Lipase; Protease; Indústria; Biomoléculas; Licurizeiro.

## USE OF LICURI CAKE: PROTEIN EXTRACTION AND EVALUATION OF MULTIENZYMATIC POTENTIAL

**ABSTRACT –** *The licuri tree, a palm tree native to the Brazilian semiarid region, stands out for its resistance to adverse weather conditions and for its cultural, environmental and socioeconomic value. The fruit of the licuri tree, the licuri, is widely used, especially in Bahia, where its production is concentrated. The licuri nut is valued mainly for the oil extracted from it, while the licuri cake, a by-product of the oil extraction process, is traditionally undervalued. This study investigated the multienzymatic potential of the licuri cake, evaluating its protein content and lipolytic and proteolytic activities. The analysis revealed that the licuri cake has a high protein content (12.26 mg/g), evidencing its potential as a source of high added-value biomolecules. The lipolytic activity found (4.65 U/mL) indicates the significant presence of lipases, suggesting that the licuri cake is a promising source for biotechnological applications. The proteolytic activity (1.38 U/mL) confirms the presence of proteases, expanding the possibilities for industrial use of licuri cake. Thus, the study proposes the valorization of this byproduct, indicating it as a valuable raw material for several industries.*



"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

*Keywords:* Lipase; protease; industry; biomolecules; licuri tree

## 1. INTRODUÇÃO

O licurizeiro, que possui como fruto o licuri, é uma palmeira que com raízes profundas e tronco reto podendo atingir de 8 a 12 metros de altura, típica do semiárido brasileiro. As características edafoclimáticas do semiárido, que abrange partes dos Estados de Minas Gerais, Bahia, Sergipe e Alagoas, há condições favoráveis para o cultivo de licurizeiros. Entretanto, a tradição robusta dessa cultura é predominante na Bahia. Sob essa ótica, o semiárido Baiano emerge como uma região potencial para obter o registro da Indicação Geográfica para o licuri (SILVA, et al 2022).

Sua safra acontece nos meses de março e abril, porém é produtivo o ano todo. Bastante conhecida como “árvore salvadora da vida”, pois além de suportar secas intensas e prolongadas, desenvolve um papel cultural, ambiental e socioeconômico, sendo também completamente aproveitável (MENEZES et al, 2024).

O fruto é composto de uma casca fina, polpa e semente. A polpa é comestível e a semente é composta quase completamente de amêndoas que desta pode ser extraído o também óleo comestível. Esse óleo é muito utilizado na fabricação de saponáceos e uma alternativa na produção de biodiesel (BELTRÃO et al, 2007). A amêndoas pode ser consumida cozida, in natura, na fabricação de doces como cocadas, paçocas e beijus, e é muito comum sua utilização para farinha de bolos e mingaus (SOUZA et al., 2018).

Além disso, por apresentar grande versatilidade, o licuri vem ganhando destaque ao longo dos anos e as atividades em torno dele tem ganhado qualificação através de investimentos do Governo do Estado da Bahia, o que proporciona aos trabalhadores de agricultura familiar melhores condições de trabalho e agregação de valor aos produtos produzidos.

A produção brasileira de licuri, conforme dados do IBGE (2022), totalizou 1.100 toneladas. Essa produção está concentrada na região Nordeste do Brasil, com destaque para o estado da Bahia, que detém a maior parcela, especialmente nos municípios de Jacobina, Caldeirão Grande, Monte Santo, Mirangaba, Saúde, Miguel Calmon, Serrolândia e Cansanção. Coletivamente, esses municípios contribuíram com 1.012 toneladas para a produção nacional.

O principal produto de interesse da amêndoas de licuri é o óleo, e a partir de seu beneficiamento é obtido um dos principais coprodutos do licuri, a torta de licuri. O processo de obtenção da torta começa com a colheita dos frutos maduros, que são posteriormente submetidos à quebra para a remoção das amêndoas. As amêndoas, uma vez separadas do restante do fruto, passam por um processo de extração de óleo, que pode ser realizado por métodos mecânicos ou químicos. No método mecânico, amplamente utilizado, as amêndoas são trituradas e prensadas a frio ou a quente para liberar o óleo, que é então separado do material sólido. Após a extração do óleo, o material sólido remanescente é a torta de licuri (PEIXOTO, et al., 2022).

Essa torta, rica em proteínas, fibras e outros compostos bioativos, contém resíduos de óleo, mas sua composição é predominantemente proteica, com lipídios e fibras em menor proporção. A torta pode ser submetida a processos adicionais, como o desengorduramento, para reduzir ainda mais o teor de óleo residual, dependendo de sua aplicação final.

Anteriormente considerada um resíduo industrial de baixo valor, a torta de licuri tem sido cada vez mais valorizada devido ao seu potencial como fonte de nutrientes e de enzimas



"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

bioativas, como lipases e proteases, o que amplia seu espectro de aplicações em diversas indústrias, incluindo as indústrias alimentícia, farmacêutica e de biotecnologia.

Com base no potencial de utilização da torta de licuri, a proposta deste trabalho foi avaliar o potencial multienzimático da torta de licuri após a extração do óleo, realizando a caracterização do teor de proteínas, bem como a avaliação das atividades lipolítica e proteolítica.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local do experimento

O trabalho experimental foi conduzido no Laboratório de Engenharia de Processos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Campus Juvino Oliveira – Itapetinga.

### 2.2. Obtenção, preparo da torta de licuri e extrato

O licuri foi coletado em uma cooperativa na região de Piemonte da Diamantina (COOPES), localizada em Capim Grosso, Bahia. Após a aquisição, os frutos foram manualmente quebrados para separar completamente a casca da amêndoas, cerca de 10 kg. As amêndoas foram armazenadas em temperatura de congelamento em porções individuais de 300g, e conforme houvesse necessidade de obtenção da torta, eram descongeladas. A extração do óleo foi realizada a frio, por meio de prensagem mecânica, em uma prensa hidráulica extratora de óleo. O óleo extraído foi devidamente armazenado, e a torta resultante passou por um processo de desengorduramento utilizando hexano, na proporção de 1:5 (m/v), por 10 minutos. Esse processo é importante pois os lipídios podem interferir nas análises de proteínas e atividades enzimáticas. Sem a gordura, obtém-se uma medição mais precisa das análises a serem realizadas. Após esse período, a torta foi deixada em repouso por 2 horas para permitir a evaporação do solvente residual.

A torta desengordurada foi submetida ao processo de extração de proteínas utilizando tampão fosfato de sódio  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ , pH 7,0, contendo cloreto de sódio  $0,15 \text{ mol.L}^{-1}$ , na proporção de 1:10 (m/v). A mistura foi então colocada em banho ultrassônico por 1 hora para facilitar a extração dos compostos desejados. Após esse período, a solução foi filtrada, em seguida, centrifugada a 4500 rpm, a  $4^\circ\text{C}$ , por 15 minutos.

### 2.3. Determinação do teor de proteínas do extrato

A quantificação das proteínas totais nos extratos foi realizada conforme o método de Bradford (1976), utilizando espectrofotometria com leitura a 595 nm. A curva padrão foi estabelecida empregando a Albumina de Soro Bovino (BSA) como referência.

### 2.4. Determinação da atividade hidrolítica das lipases

A atividade hidrolítica da enzima foi avaliada utilizando o método de hidrólise de emulsão de azeite de oliva, seguindo a metodologia adaptada de Soares et al. (1999). O substrato foi preparado pela emulsão de 25 g de azeite de oliva com 75 g de solução de goma arábica a

"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

3% (m/m), formando uma emulsão estável para a reação.

Nos frascos Erlenmeyer de 125 mL, foram adicionados 5 mL do substrato, 5 mL de tampão fosfato de sódio (0,1 mol/L, pH 8,0), e 1 mL da solução enzimática. Os frascos foram incubados a 37 °C por 30 minutos em uma incubadora rotativa com agitação a 150 rpm, garantindo a homogeneidade da emulsão e a atividade da enzima.

Após o período de incubação, a reação foi interrompida pela adição de 10 mL de etanol a 92,5% (v/v). Os ácidos graxos liberados durante a hidrólise foram quantificados por titulação com solução de NaOH 30 mmol/L, até alcançar um pH final de 11,0. Esta titulação permite a quantificação dos ácidos graxos livres, fornecendo uma medida da atividade lipolítica da enzima.

## 2.5. Determinação da atividade proteolítica

A atividade enzimática foi determinada com base na metodologia adaptada de Devakate et al. (2009), utilizando caseína como substrato. Para a análise, foram utilizados 0,5 mL da solução enzimática, que foram misturados com 5 mL de solução de caseína a 1% em tampão fosfato de sódio 20 mM, ajustado para pH 7,0. A mistura foi incubada a 37 °C em banho termostático (Tecnal, modelo TE-184) por 10 minutos para permitir a reação enzimática. Após o período de incubação, a reação foi interrompida pela adição de 5 mL de ácido tricloroacético a 10%, que precipita as proteínas não hidrolisadas. Em seguida, a solução foi centrifugada a 2000 rpm por 10 minutos para separar o precipitado do sobrenadante. A absorbância do sobrenadante foi medida a 280 nm para quantificar a quantidade de tirosina liberada, que é um indicador da atividade proteolítica da enzima.

A atividade enzimática foi expressa em unidades (U), onde uma unidade é definida como a quantidade de enzima capaz de gerar 1 µmol de tirosina equivalente por minuto em 1 mL do meio reacional.

## 2.6 Identificação da proteína por eletroforese SDS-PAGE

O extrato foi analisado por eletroforese em gel de SDS-PAGE (12% de poliacrilamida) sob condições desnaturantes para a avaliação qualitativa das proteínas presentes, conforme descrito por Cutler (2004). A desnaturação das amostras foi realizada adicionando-se tampão de desnaturação (Tris-HCl pH 6,8, 4% m/v SDS, 4% v/v 2-mercaptopetanol, 20% v/v glicerol e azul de bromofenol) na proporção 1:1. O gel de poliacrilamida foi preparado com um gel de separação a 12% e um gel de empilhamento a 5%. Em seguida, 30 µL da amostra desnaturada e centrifugada foram aplicados em cada poço, cobrindo-os completamente com tampão de eletrodo. A eletroforese foi conduzida a 200 V por 180 minutos.

Após a corrida, o gel foi removido das placas de vidro e imerso em uma solução corante contendo 0,1% de Coomassie Brilliant Blue G-250, metanol, água e ácido acético na proporção de 5:4:1. O gel foi posteriormente descolorido usando a mesma solução, ausente do corante Coomassie. As massas moleculares das proteínas presentes na amostra foram determinadas utilizando um marcador de peso molecular com faixas entre 65 a 200 kDa.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

A análise da torta de licuri indicou resultados significativos quanto ao seu potencial bioquímico, refletido nos teores de proteínas e nas atividades enzimáticas avaliadas, como pode ser visto na tabela a seguir.

**Tabela 1.** Teor de Proteínas e Atividades Enzimáticas da Torta de Licuri

Parâmetro	Torta de Licuri
Teor de proteína (mg/g)	12,26 ± 0,01
Atividade lipolítica (U/mL)	4,65 ± 0,21
Atividade proteolítica (U/mL)	1,38 ± 0,01

O teor proteico de 12,26 mg/g encontrado na torta de licuri evidencia sua elevada concentração de proteínas, destacando seu potencial como uma fonte valiosa de biomoléculas de alto valor agregado. Este resultado está em consonância com os estudos de Crepaldi et al. (2001), que relataram teores proteicos semelhantes na amêndoia de licuri, com 11,5 mg/g. Comparativamente, em matrizes vegetais de composição similar, como o dendê, Costa et al. (2016) identificaram um teor proteico em torno de 17,0 mg/g, demonstrando que a torta de licuri se posiciona de forma competitiva no contexto da extração de proteínas de fontes vegetais.

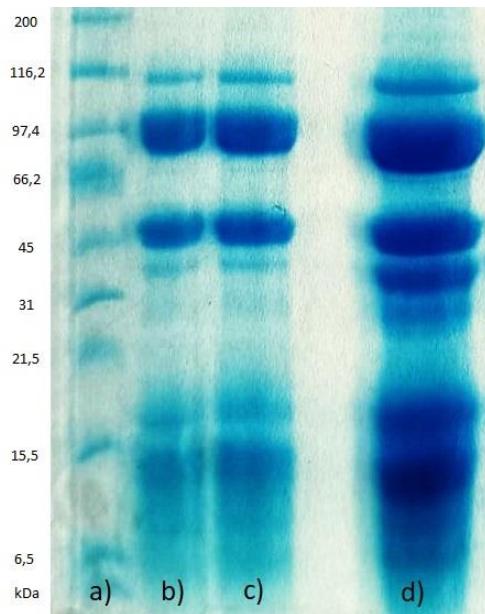
A eficiência do processo de extração de proteínas foi corroborada por técnicas eletroforéticas, que evidenciaram a presença de diversas frações proteicas, indicando uma extração eficaz e ampla (figura 1). A alta concentração de proteínas na torta, aliada à sua eficiente extração, sugere que o processo empregado é adequado para a obtenção de proteínas de interesse industrial.

A atividade enzimática, a torta de licuri também demonstrou potencial multienzimático. A atividade lipolítica foi determinada em 4,65 U/mL, indicando uma significativa presença de lipases, o que pode ser também percebido no estudo eletroforético, onde há bandas entre 15,5 a 45 kDa. Esses valores correspondem à faixa de peso molecular esperado para as lipases (LEHNINGER, et al., 2006). A lipase é uma enzima de grande importância em processos biotecnológicos, especialmente na indústria de alimentos e na produção de biodiesel (TOSCANO et al., 2020). Este valor, embora variável dependendo das condições de extração e da qualidade da matéria-prima, posiciona a torta de licuri como uma fonte promissora de lipases, comparável a outras fontes vegetais conhecidas, como a torta de dendê e de babaçu.

A atividade proteolítica, medida em 1,38 U/mL, confirma a presença de proteases ativas na torta de licuri, ampliando ainda mais seu espectro de aplicações industriais (Mehta et al., 2021). As bandas entre 97,4 e 200 kDa, indicam a presença de proteases de elevada massa. As proteases são amplamente utilizadas na indústria alimentícia, farmacêutica e de detergentes, e a torta de licuri, com seu perfil proteolítico, surge como uma matéria-prima valiosa e versátil.

A eficiência do processo de extração de proteínas foi corroborada por técnicas eletroforéticas, que evidenciaram a presença de diversas frações proteicas, indicando uma extração eficaz e ampla (Figura 1). A alta concentração de proteínas na torta, aliada à sua eficiente extração, sugere que o processo empregado é adequado para a obtenção de proteínas de interesse industrial.

"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"



**Figura 1.** (a) Marcador molecular de proteínas (6,5 a 200,0 kDa); ( b e c ) Eletroforese SDS-PAGE em condição desnaturante do extrato precipitado da torta de licuri; (d) Eletroforese SDS-PAGE em condição desnaturante do extrato sem precipitar da torta de licuri

## 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos validam a torta de licuri como uma rica fonte de proteínas e enzimas, além de fornecer novas perspectivas para sua utilização em diversas indústrias. A eficácia dos métodos de extração e a robustez dos resultados enzimáticos sugerem que o licuri, um fruto já enraizado na cultura e fonte econômica do semiárido brasileiro, pode desempenhar um papel relevante como fonte de biomoléculas de alto valor agregado.

## 5. AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela oportunidade e condições de realização do trabalho e a FAPESB pela concessão da bolsa de estudos.

## 6. REFERÊNCIAS

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, v. 72, n. 1–2, p. 248–254, 1976

BELTRÃO, N.E. de M.; OLIVEIRA, M.I.P. da. Oleaginosas Potenciais do Nordeste para a Produção de Biodiesel. Campina Grande, PB: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 2007. (Documentos, 177). ISSN 0103-0205



"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

ALMEIDA-MURADIAN, L. B. DE; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. D. V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 155–159, 2021

COSTA, W.A.; BEZERRA, F.W.F.; SANTOS, A.P.M.; CORDEIRO, R.M.; TUMA, J.C.; PINTO, R.H.H.; OLIVEIRA, M.S.; CARVALHO JR, R.N. Caracterização físico-química da torta resultante do processamento da amêndoas do dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.). ISBN 978-85-85905-19-4. Área: Alimentos, 2016.

DEVAKATE, R.V.; PATIL, V.V.; WAJE, S.S.; THORAT, B.N. Purification and drying of bromelain. **Separation and Purification Technology**. v. 64, p. 259-264, 2009.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

MENEZES, A. V. de; SOUZA, D. A. de; LIMA, D. P. de; LEITE NETA, M. T. S.; ALMEIDA-SOUZA, T. H.; RODRIGUES, R. N. dos S.; SANDES, R. D. D.; MISHIMA, M. D. V.; NARAIN, N.; ALMEIDA, A. Q. de; MARTINO, H. S. D.; CARVALHO, I. M. M. de. Fatty acids and volatile compound of cooked green licuri (*Syagrus coronata*) and naturally ripe licuri almonds from native flora, popularly consumed in Brazil. **Food Research International**, v. 191, p. 114735, set. 2024.

MEHTA, A.; GULERIA, S.; SHARMA, R.; GUPTA, R. Lipases and their applications with an emphasis on the food industry. In: **Microbial Biotechnology in Food and Health. Reviews in Applied Biotechnology**, p. 143-164, 2021. Department of Biotechnology, Himachal Pradesh University, Shimla, Himachal Pradesh, India

PEIXOTO, B.S.; Mota, L.S.d.O.; OLIVEIRA, P.C.O.d.; VELOSO, M.C.d.C.; ROMEIRO, G.A.; MORAES, M.C.d. Highly Functionalized Microporous Activated Biochar from *Syagrus coronata* Waste: Production, Characterization, and Application in Adsorption Studies. **Water** 2022, 14, 3525

SILVA, K. F.; LIMA, Â. F.; SILVA, M. S. Potencialidade de indicação geográfica do licuri do semiárido baiano sob a ótica do círculo virtuoso da qualidade. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 18, n. 1, p. 391-405, jan./abr. 2022

TOSCANO, L.; MONTERO, G.; STOYTCHIEVA, M.; GOCHEV, V.; CERVANTES, L.; CAMPBELL, H.; ZLATEV, R.; VALDEZ, B.; PÉREZ, C.; GIL-SAMANIEGO, M. Produção de lipase por fermentação em estado sólido usando resíduos agroindustriais como substratos e novas linhagens fúngicas isoladas. **Biotecnologia e Equipamentos Biotecnológicos**, v. 27, n. 5, p. 4074-4077, 2020.