

EXTRATO PROTEICO DA TORTA DE ANDIROBA: OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES TECNOFUNCIONAIS

F. F. C. Sonaglio¹, P. D. F. Santos¹, R. L. Cunha¹

1 - Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas – CEP: 13083-862 – Campinas – SP – Brasil, Telefone: +55 (11) 96399-6363 – e-mail: f207120@dac.unicamp.br

RESUMO – Este trabalho visou a recuperação de proteínas da torta de extração do óleo de andiroba e a avaliação de suas propriedades tecnofuncionais. Foi avaliada extração proteica alcalina, variando condições de pH e temperatura e verificando seus efeitos sobre a viscosidade e rendimento proteico. O extrato obtido em condições ótimas foi caracterizado quanto a composição centesimal, com teores de proteínas, carboidratos, lipídeos e cinzas iguais a $28,83\pm 0,83\%$, $54,18\pm 1,78\%$, $0,52\pm 0,11\%$ e $16,46\pm 0,87\%$, respectivamente. Foram também determinados a solubilidade em água, potencial zeta, capacidade emulsificante (EAI) e estabilidade da emulsão (ESI), além das capacidades de retenção de óleo (OHC) e água (WHC), com valores de solubilidade de $67,78\pm 1,34\%$ em pH 7,0, ponto isoelétrico próximo de pH 2,0, EAI de $35,15\pm 3,57$ m²/g, ESI de $12,28\pm 0,76$ min, OHC de $5,43\pm 0,42$ g/g e WHC de $4,42\pm 0,17$ g/g. Conclui-se que a torta de andiroba é uma fonte de proteínas com potencial para aplicações em alimentos e fármacos.

ABSTRACT – This work aimed to recover proteins from the andiroba oil press cake and evaluate its technofunctional properties. Alkaline protein extraction was performed, exploring the extraction conditions of pH and temperature and verifying its effects over viscosity and protein extraction yield. The extract obtained through ideal conditions was characterized for its centesimal composition, with protein, carbohydrate, lipid and ash contents of $28,83\pm 0,83\%$, $54,18\pm 1,78\%$, $0,52\pm 0,11\%$ and $16,46\pm 0,87\%$, respectively. Water solubility, zeta potential, emulsifying capacity (EAI) and emulsion stability (ESI) and oil (OHC) and water holding capacity (WHC) were also determined, with values of solubility of $67,78\pm 1,34\%$ at pH 7,0, isoelectric point near pH 2,0, EAI of $35,15\pm 3,57$ m²/g, ESI of $12,28\pm 0,76$ min, OHC of $5,43\pm 0,42$ g/g and WHC of $4,42\pm 0,17$ g/g. It can be concluded that the andiroba press cake is a source of proteins with potential for application in food and pharmaceuticals.

PALAVRAS-CHAVE: frutos amazônicos; torta de extração; *Carapa guianensis*; propriedades tecnofuncionais.

KEYWORDS: amazonian fruits; press cake; *Carapa guianensis*; technofunctional properties.

1. INTRODUÇÃO

A andiroba (*Carapa guianensis*) é uma árvore nativa da região amazônica, presente na região Norte do Brasil, ilhas do Caribe e Guiana. Tradicionalmente, a exploração da andiroba é motivada pelas propriedades medicinais do óleo extraído das sementes, também utilizado em aplicações



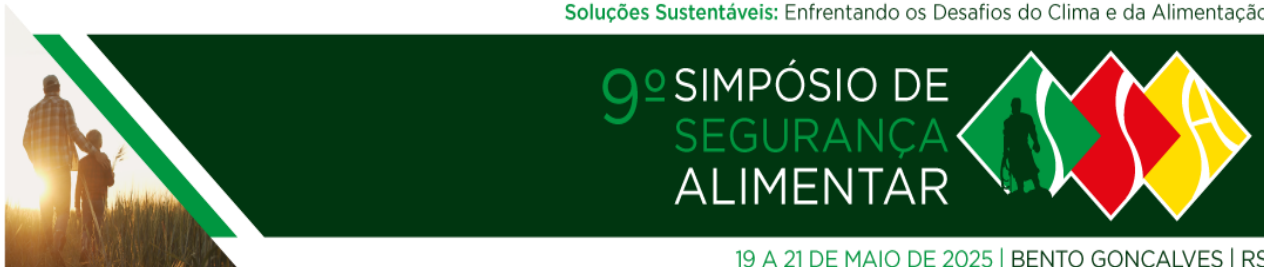
19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

industriais no ramo de cosméticos. O material residual da prensagem, denominado torta de extração, não tem, atualmente, aplicação tecnológica ou reaproveitamento por parte da indústria. Porém, estudos preliminares do grupo de pesquisa confirmaram teores significativos de proteínas na torta de andiroba. Dessa forma, a obtenção e caracterização das proteínas deste resíduo de extração se mostra relevante, a fim de prospectar aplicações para os coprodutos da andiroba e obter novos ingredientes com potencial para incorporação em fármacos e cosméticos. Assim, o objetivo deste trabalho foi extrair as proteínas da torta de andiroba e caracterizar os extratos quanto à composição e às propriedades tecnofuncionais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A torta de extração do óleo de andiroba foi doada pela empresa 100% Amazônia (Pará, Brasil). Para recuperação das proteínas da torta, foi realizada extração alcalina com NaOH (MIRANDA, SPERANZA, SATO, 2023), variando as condições de pH (8,0 a 12,0) e temperatura (25 a 65 °C), de acordo com um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) do tipo 2², de 11 experimentos. Após a extração, as amostras foram centrifugadas (10000 x g por 20 min) e os sobrenadantes avaliados quanto ao rendimento proteico e viscosidade. O teor proteico foi avaliado pelo método de Kjeldahl, enquanto a viscosidade foi determinada por reologia, através de curvas de escoamento (placas paralelas rugosas de 40 mm e taxa de deformação entre 0 e 300 s⁻¹).

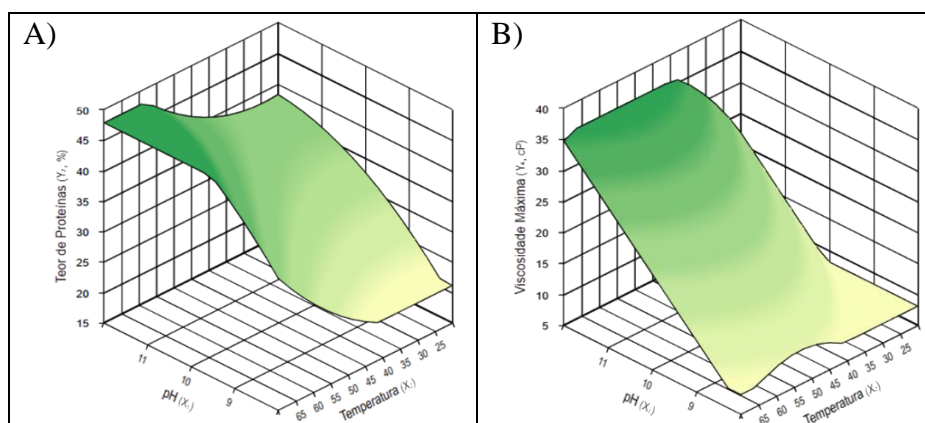
A composição centesimal do extrato proteico obtido na condição ótima do planejamento foi determinada pelos métodos oficiais AOAC (AOAC, 2000). O teor de carboidratos e fibras foi dado por diferença. O teor de lipídeos foi determinado pelo método de Bligh-Dyer (BLIGH; DYER, 1959). Para avaliação da solubilidade em água, foi adaptada a metodologia descrita por MORR *et al.* (1985). O potencial zeta das proteínas foi avaliado utilizando o equipamento Zetasizer, em diferentes condições de pH. A capacidade emulsificante (EAI) e a estabilidade da emulsão (ESI) foram avaliadas com base na absorbância de emulsões óleo em água em 500 nm, no tempo inicial e após 10 minutos, respectivamente (PEARCE, KINSELLA, 1978). A capacidade de retenção de óleo e água foi avaliada com base no volume de líquido retido pelo extrato proteico liofilizado, após agitação em vórtex e repouso por 6 h (GUAN *et al.*, 2007).



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As superfícies de resposta geradas a partir dos resultados de teor de proteínas e viscosidade máxima dos extratos proteicos encontram-se na Figura 1.

Figura 1 – Superfícies de resposta de teor de proteínas (A) e viscosidade máxima (B) produzidas com base no planejamento experimental.



Na Figura 1A, é notável maior eficiência na extração de proteínas em condições elevadas de pH e temperatura, que contribuem para maior hidrólise do material celulósico, conforme relatado para a recuperação de proteínas de outras fontes, como as folhas de mandioca (MIRANDA, SPERANZA, SATO, 2023). Na imagem 1B, nota-se menor influência da temperatura e maior influência do pH sobre a viscosidade dos extratos. Para o teor de proteínas, a regressão que melhor representou os dados ($y = 36,11 + 6,79 \cdot \text{pH} - 2 \cdot \text{pH}^2 + 5,05 \cdot T + 1,73 \cdot T^2$) apresentou $R^2 = 86,67\%$ e $p\text{-valor} = 0,0085$, enquanto para a viscosidade máxima ($y = 23,71 + 10,06 \cdot \text{pH} + 3,67 \cdot T - 3,17 \cdot T^2$) obteve-se $R^2 = 89,66\%$ e $p\text{-valor} = 0,0008$. Os modelos foram validados em dois pontos, nos quais os valores previstos e observados não diferiram ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

Considerando a possível perda de qualidade das proteínas extraídas em condições extremas, por conta da degradação da estrutura proteica (CAI, *et al.*, 2023), a condição ótima de extração selecionada foi pH 10 a 60 °C, a fim de preservar o material extraído. Nesta condição, foi determinada a composição centesimal do extrato, que é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição centesimal do extrato na condição ótima, em base seca.

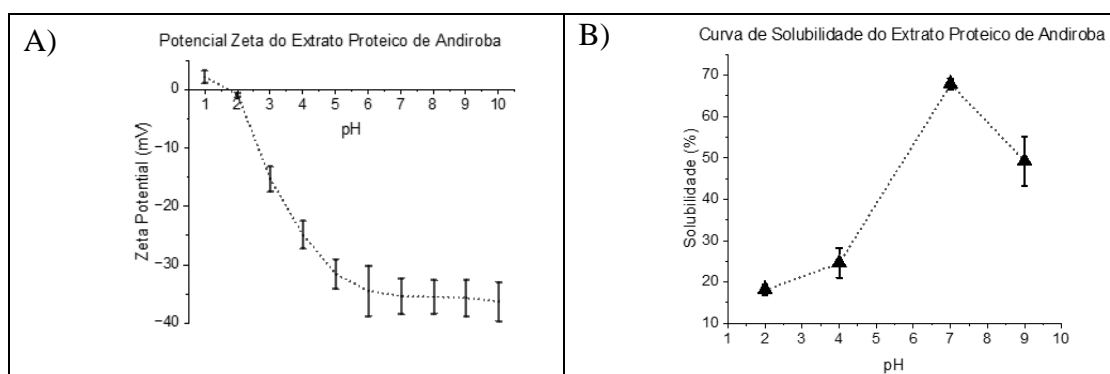
Componentes	Proteínas	Carboidratos	Lipídeos	Cinzas
Composição	28,83 ± 0,83	54,18 ± 1,78	0,52 ± 0,11	16,46 ± 0,87



Foi obtido um extrato com teor considerável de proteínas, apesar de a torta de andiroba apresentar menor conteúdo proteico (18%) quando comparada a outras fontes amplamente estudadas, como leguminosas, que normalmente possuem teores de proteína acima de 25% (GUEGUEN, 1983). Foi observado um teor elevado de carboidratos, assim a torta de andiroba também poderia ser uma fonte interessante de material lignocelulósico.

Os resultados de potencial zeta, que trata da carga superficial das proteínas no extrato, são apresentados na Figura 2A, enquanto a solubilidade em água, calculada como a variação do percentual de massa solúvel em função do pH, é apresentada na Figura 2B.

Figura 2 – Curvas de potencial zeta (A) e solubilidade (B) do extrato da torta de andiroba.



Na Figura 2A, pode ser observado o aumento do potencial zeta com a redução do pH, com ênfase para o valor no qual a carga superficial dos sólidos é zero. Este pH caracteriza o ponto isoelétrico (PI) da proteína, porém ele geralmente ocorre em valores de pH entre 4 e 6 (MALAMUD, DRYSDALE, 1978). Valores próximos a 2, como os obtidos neste caso, são mais condizentes com o pKa de soluções de polissacarídeos e gomas (VEGI *et al.*, 2009). Sendo assim, a neutralidade do potencial zeta em pH inferior ao esperado condiz com a composição do extrato, rico em carboidratos, no qual este grupo de macromoléculas e seu pKa provavelmente sobrepõe o PI das proteínas.

Na Figura 2B, observa-se a solubilidade do extrato em função do pH. A solubilidade é diretamente influenciada pela repulsão eletrostática das partículas em solução (BRAMAUD, AIMAR, DAUFIN, 2000), portanto o aumento da carga promove aumento da solubilidade e separação das cadeias poliméricas. Isto ocorre em valores alcalinos de pH, devido à maior distância em relação ao PI e/ou pKa do material. Assim, com redução do pH para valores próximos de 2 (pKa do extrato, conforme demonstrado acima), é perceptível a redução da solubilidade do extrato, ocasionada pela menor repulsão entre seus componentes. Os resultados evidenciam que valores de pH próximos à neutralidade conferem maior solubilidade ao extrato da torta de andiroba.



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

As propriedades tecnofuncionais do extrato (capacidade emulsificante, estabilidade emulsificante, capacidade de retenção de óleo e água) têm seus resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Propriedades tecnofuncionais do extrato da torta de andiroba na condição ótima.

EAI (m ² /g)	ESI (min)	OHC (g/g)	WHC (g/g)
35,15 ± 3,57	12,28 ± 0,76	5,43 ± 0,42	4,42 ± 0,17

Os resultados da avaliação da capacidade emulsificante do extrato e da estabilidade da emulsão após 10 minutos foram inferiores aos reportados na literatura, em comparação com outras fontes proteicas, como a lentilha, que apresentou índices EAI e ESI próximos de 100 m²/g e 50 h, respectivamente (JOSHI *et al.*, 2012). A capacidade de retenção de água e óleo trata da afinidade dos componentes sólidos do extrato por solventes polares ou apolares, respectivamente, indicando potenciais aplicações. Os resultados obtidos indicam elevada capacidade de retenção de água, maior que a observada em isolados proteicos comerciais de soja (1,26 g/g) (DU, *et al.*, 2018), assim como alta capacidade de retenção de óleo. A elevada afinidade por óleo pode estar relacionada à composição nativa do fruto da andiroba, que contém teor lipídico elevado (LEIRSON, 2018), revelando que interações proteína-lipídeo são favorecidas neste material.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que condições de extração relativamente brandas são adequadas para a obtenção de extratos com teor significativo de proteínas a partir da torta de extração do óleo de andiroba. Os resultados obtidos indicam ainda que a grande quantidade de carboidratos tem impacto pronunciado sobre as características do extrato. Apesar da baixa ação emulsificante, a elevada solubilidade (em pH neutro) e capacidade de retenção de água do material sugerem que outras propriedades tecnofuncionais, como a ação gelificante, podem ser mais expressivas no extrato. Os resultados obtidos representam um avanço na caracterização de um coproduto pouco explorado da Amazônia e revelam o potencial para obtenção de novos ingredientes e produtos a partir da torta da andiroba.

5. AGRADECIMENTOS

Este projeto foi financiado pela FAPESP (processos 2024/08043-5, 2022/10347-7 e 2019/27354-3).



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International** (17. ed.). AOAC International, Arlington, 2000.

BLIGH, E. G., DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, 911–917, 1959.

BRAMAUD, C., AIMAR, P., DAUFIN, G. Whey protein fractionation: Isoelectric precipitation of α -lactalbumin under gentle heat treatment. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 56, n. 4, p. 391-397, 2000.

CAI, Y., QINGQUAN, L., LI, D., SUN, C., BAO, Y., LI, F., JIANG, S. Optimizing the extraction of protein from broken rice using response surface methodology and comparing the protein functional properties. **Journal of Cereal Science**, v. 113, p. 103726, 2023.

DU, M., XIE, J., GONG, B., XU, X., TANG, W., LI, X., LI, C., XIE, M. Extraction, physicochemical characteristics and functional properties of Mung bean protein. **Food Hydrocolloids**, v. 76, p. 131-140, 2018.

GUAN, H., YAO, H., CHEN, Z., SHAN, L. Some functional properties of oat bran protein concentrate modified by trypsin. **Food Chem**, v. 101, n. 1, p. 163-170, 2007.

GUEGUEN, J. Legume seed protein extraction, processing, and end product characteristics. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 32, p. 167-303, 1983.

JOSHI, M., ADHIKARI, B., ALDRED, P., PANOZZO, J. F., KASAPIS, S., BARROW, C. J. Interfacial and emulsifying properties of lentil protein isolate. **Food Chemistry**, v. 134, n. 3, p. 1343-1353, 2012.

LEIRSON, R. S. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS DO ÓLEO DA ANDIROBA. **Nativa**, v. 6, p. 147-152, 2018.

MALAMUD, D., DRYSDALE, J. W. Isoelectric points of proteins: A table. **Analytical Biochemistry**, v. 86, n. 2, p. 620-647, 1978.

MIRANDA, C. G., SPERANZA, P., SATO, A. C. K. Evaluation of cassava leaves extract as a material to produce biopolymer-based films. **Food Hydrocolloids**, v. 144, p. 108944, 2023.

MORR, C. V., GERMAN, B., KINSELLA, J. E., REGENSTEIN, J. M., VAN BUREN, J. P., KILARA, A., LEWIS, B. A., MANGINO, M. E. A collaborative study to develop a standardized food protein solubility procedure. **J. Food Sci.**, v. 50, pp. 1715-1718, 1985.

PEARCE, K. N., KINSELLA, J. E. Emulsifying properties of proteins: evaluation of a turbidimetric technique. **J. Agric. Food Chem**, v. 26, p. 716-723, 1978.

VEGI, G. M. N., SISTLA, R., SRINIVASAN, P., BEEDU, S. R., KHAR, R. K., DIWAN, P. V. Emulsifying properties of gum kondagogu (*Cochlospermum gossypium*), a natural biopolymer. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 8, p. 1271-1276, 2009.