

[[EXTRAÇÃO DAS PROTEÍNAS DA TORTA DE LINHAÇA DESENGORDURADA E AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E TECNO-FUNCIONAIS]]

Palavras-Chave: [[PROTEÍNA VEGETAL DE PLANTA]], [[EXTRAÇÃO ALCALINA]], [[TORTA DE LINHAÇA]]

Autores/as:

JOÃO VÍCTOR DOS SANTOS OLIVEIRA [UNICAMP]

Prof.^a Dr.^a ANA CARLA KAWAZOE SATO (orientadora) [UNICAMP]

Prof.^a Dr.^a PAULA SPERANZA (co-orientadora) [UNICAMP]

INTRODUÇÃO:

As proteínas são nutrientes presentes em diversas classes de alimentos de origem agrícola, como vegetais, carnes, leites, ovos, entre outros, e desempenham funções essenciais para a sobrevivência e desenvolvimento dos animais (SFORZA; TEDESCHI; WIERENGA, 2015). Na indústria alimentícia, as proteínas também são empregadas nas formulações de diversos produtos, uma vez que apresentam propriedades tecno-funcionais de extrema relevância, como a formação de filmes, estabilização de espumas e emulsões (POJIĆ; MIŠAN; TIWARI, 2018; TAHERGORABI; HOSSEINI, 2017).

Com a crescente preocupação mundial nas questões ambientais e no estabelecimento de hábitos mais saudáveis, tal como o crescimento de movimentos veganos e vegetarianos, o interesse em utilizar proteínas de origem vegetais também vem se elevando. Produzir alimentos com baixos gastos em recursos naturais e sem compostos de origem animal se torna fundamental para suprir a necessidade destas tendências (HENCHION; HAYES; MULLEN; FENELON; TIWARI, 2017; SÁ; MORENO; CARCIOFI, 2020).

Neste cenário, destacam-se alguns grãos oleaginosos, que são utilizados pela indústria para a extração e produção de óleos. O processo de extração tem como subproduto a torta, ou farelo, que, apesar de ser comumente destinada à produção de ração animal, apresenta teores de proteínas entre 15 e 50% (RAMACHANDRAN; SINGH; LARROCHE; SOCCOL; PANDEY, 2007). Com foco na reutilização de tal componente, é possível realizar a extração e caracterização de suas proteínas, a fim de empregá-las na indústria alimentícia (DROZŁOWSKA; ŁOPUSIEWICZ; MEŻYŃSKA; BARTKOWIAK, 2020). A definição de qual o melhor método para a extração destas proteínas é essencial, uma vez que cada procedimento terá como resultado diferentes rendimentos de proteínas e distintas propriedades tecno-funcionais (FETZER *et. al*, 2020).

A linhaça, semente do linho (*Linum usitatissimum*), é uma das oleaginosas que possui ampla utilização na indústria para a produção de óleos e como complemento alimentar, uma vez que possui uma fração de 35-45% de lipídeos e alto teor de ácidos graxos ω -3 (TURATTI, 2001; MARTINCHIK, 2012). Segundo Gutiérrez *et al.* (2010) e Mueller *et al.* (2010) a fração de proteína presente na torta varia de 27,78% a 40,9%, o que garante alto potencial para sua utilização na produção de isolados proteicos para consumo humano.

Devido às condições sanitárias impostas pela pandemia da COVID-19, o projeto seguiu de forma não presencial, com o estudo de revisão bibliográfica na literatura para a composição de um artigo de revisão. Com a possibilidade de retorno às práticas no mês de agosto, deu-se início à extração das proteínas da linhaça.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

A extração alcalina da torta de linhaça, segundo Tirgar *et al.* (2017), têm início na mistura de água deionizada com a torta, mantendo a solução em agitação e com o pH na faixa de 9,0 a 9,5, com uso de NaOH. A solução foi centrifugada, o sobrenadante foi coletado e teve seu pH ajustado para o ponto isoelétrico das proteínas (pH 4,0 – 4,5) com solução de HCl. O sobrenadante foi novamente centrifugado e o precipitado, onde estavam as proteínas, coletado.

De acordo com Tirgar *et al.* (2017) e Udenigwe *et al.* (2009), a extração enzimática das proteínas começa com a suspensão da torta em água deionizada, juntamente com adição de celulase, e mantendo o pH em 5,0 com solução de NaOH. A solução foi agitada em temperatura de 37°C por 4h e realizou-se a extração alcalina, como descrita anteriormente, resultando em um precipitado proteico e uma mucilagem viscosa.

A extração por solvente foi realizada segundo Tirgar *et al.* (2017), a partir de um precipitado obtido pela extração enzimática, o qual foi misturado com etanol e deixado durante a noite a 4°C. Posteriormente, centrifugou-se tal solução, e o precipitado, composto pelas proteínas, foi separado.

Os métodos de análise foram os mesmos para os diferentes métodos de extração. O teor de proteínas foi analisado segundo o método de Kjeldahl, com fator de conversão de N% x 6,25, a solubilidade foi determinada segundo métodos de Adebisi e Aluko (2011), a capacidade emulsificante foi analisada de acordo com Gharsallaoui *et al.* (2012), a atividade emulsificante e a estabilidade da emulsão foram dadas conforme metodologia de Pearce e Kinsella (1978). A Tabela 1 apresenta os rendimentos e as propriedades tecno-funcionais para as proteínas obtidas pelas diferentes extrações, segundo a literatura:

Referência	Metodologia	Rendimento da extração	Solubilidade em água (25 °C)	Propriedades emulsificantes
Tirgar <i>et al.</i> , 2017	Extração alcalina	51%	Mínimo de 8% em pH 4,0, máximo de 98% em pH 8,0	Capacidade de emulsificação de 89%, índice de estabilidade de emulsão de 12 a 13 minutos

Tirgar <i>et al.</i> , 2017; Udenigwe <i>et al.</i> , 2009	Extração enzimática	65%	Mínimo de 8% em pH 4,0, máximo de 98% em pH 8,0	Capacidade de emulsificação de 85%, índice de estabilidade de 10 a 11 minutos
Tirgar <i>et al.</i> , 2017	Extração por solvente	87%	Mínimo de 8% em pH 5,0, máximo de 98% em pH 8,0	Capacidade de emulsificação de 55%, índice de estabilidade de 9 a 10 minutos

Tabela 1 – Rendimentos e propriedades das proteínas do farelo de linhaça

METODOLOGIA:

De forma prática, realizou-se a extração alcalina das proteínas, com metodologia semelhante à de Tirgar *et al.* (2017), com algumas modificações. Primeiramente, as sementes de linhaça foram trituradas, sendo parte delas desengorduradas com a utilização de etanol como solvente (classificada como torta de linhaça desengordurada) e outra parte utilizada de forma integral (classificada como farinha de linhaça integral). Em seguida, ambas as partes foram suspensas em água deionizada, na proporção de 1g de farinha para 10g de água, e as soluções permaneceram sob agitação por 2 horas, em pH 8,5, ajustado com NaOH, a 25°C. Posteriormente, centrifugou-se as soluções e coletou-se os sobrenadantes, que foram postos em agitação, a 25°C, até terem o pH ajustado para 4,2 com uso de solução de HCl. Por fim, tais soluções foram novamente centrifugadas e os precipitados proteicos foram coletados.

O fluxograma da Figura 1 explicita as etapas da extração que, devido ao tempo limitado de atividades, for realizada até a etapa de centrifugação e coleta dos precipitados. A determinação da análise centesimal e das propriedades funcionais está em andamento.

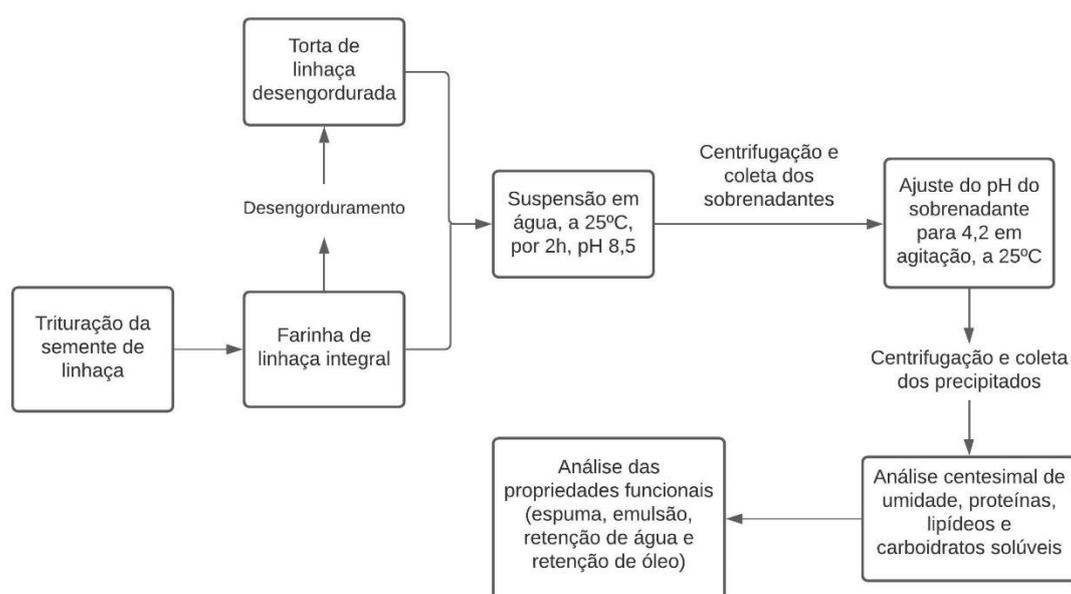


Figura 1 – Fluxograma das etapas de extração das proteínas do farelo de linhaça

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Referência	Tirgar <i>et al.</i> , 2017	Silva et al., 2013	Li <i>et al.</i> , 2021
Oleaginosa	Linhaça	Linhaça	Canola
Rendimentos	51%	39,0 ± 0,25%	86,34 ± 0,49%

Tabela 2 – Rendimentos de proteínas da extração alcalina, para tortas de oleaginosas

Segundo o desenvolvimento das atividades, o rendimento da extração alcalina, determinação da composição e as análises tecno-funcionais estão em andamento. A Tabela 2 apresenta os rendimentos obtidos para extrações alcalinas da linhaça e de outra oleaginosa (canola), os quais são esperados de se obter, de forma prática, após as análises. Apesar da metodologia aplicada ser a mesma, cada resultado apresenta variações devido a diversos fatores, como a estrutura das proteínas presentes nas amostras, suas concentrações, bem como o método no qual a torta foi obtida, responsável por alterar a superfície de contato dos grãos triturados, aumentando ou diminuindo a efetividade de separação das proteínas dos demais componentes.

CONCLUSÕES:

A partir dos resultados consultados na literatura, é possível inferir que o farelo de linhaça, obtido como subproduto da indústria de óleos, possui potencial de ser utilizado para a extração de suas proteínas. Dependendo da finalidade com que serão aplicadas, as proteínas podem ser extraídas de diferentes formas, já que cada extração apresentou vantagens e desvantagens em certas propriedades. Ademais, os procedimentos aplicados apresentaram potencial de serem feitos em escala industrial, demandando equipamentos e métodos já empregados neste meio.

BIBLIOGRAFIA

ADEBIYI, A. P.; ALUKO, R. E. Functional properties of protein fractions obtained from commercial yellow field pea (*Pisum sativum* L.) seed protein isolate. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 128, n. 4, p. 902–908, 2011. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.03.116. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.116>.

DROZLOWSKA, E.; ŁOPUSIEWICZ, Ł.; MEŻYŃSKA, M.; BARTKOWIAK, A. Valorization of Flaxseed Oil Cake Residual from Cold-Press Oil Production as a Material for Preparation of Spray-Dried Functional Powders for Food Applications as Emulsion Stabilizers. **Biomolecules**. 2020, 10, 153.

FETZER, A.; MÜLLER, K.; SCHMID, M.; EISNER, P.. Rapeseed proteins for technical applications: Processing, isolation, modification and functional properties – A review. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 158, n. May, p. 112986, 2020. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112986. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112986>.

- GHARSALLAOUI, A.; SAUREL, R.; CHAMBIN, O.; VOILLEY, A. Pea (*Pisum sativum*, L.) Protein Isolate Stabilized Emulsions: A Novel System for Microencapsulation of Lipophilic Ingredients by Spray Drying. **Food and Bioprocess Technology**, [S. l.], v. 5, n. 6, p. 2211–2221, 2012. DOI: 10.1007/s11947-010-0497-z.
- GUTIÉRREZ, C. et al. Flaxseed and flaxseed cake as a source of compounds for food industry. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 454–463, 2010. DOI: 10.4067/S0718-95162010000200006.
- HENCHION, M.; HAYES, M.; MULLEN, A. M.; FENELON, M.; TIWARI, B. Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium. **Foods**, v. 6, n. 7, p. 53, 2017.
- LI, X.; SHI, J.; SCANLON, M.; XUE, S. J.; LU, J. Effects of pretreatments on physicochemical and structural properties of proteins isolated from canola seeds after oil extraction by supercritical-CO₂ process. **Lwt**, [S. l.], v. 137, n. October 2020, p. 110415, 2021. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110415. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110415>
- MUELLER, K. et al. Functional properties and chemical composition of fractionated brown and yellow linseed meal (*Linum usitatissimum* L.). **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 98, n. 4, p. 453–460, 2010. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.01.028. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.028>.
- PEARCE, K. N.; KINSELLA, J. E. Emulsifying Properties of Proteins: Evaluation of a Turbidimetric Technique. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 26, n. 3, p. 716–723, 1978. DOI: 10.1021/jf60217a041.
- POJIĆ, M.; MIŠAN, A.; TIWARI, B. Eco-innovative technologies for extraction of proteins for human consumption from renewable protein sources of plant origin. **Trends in Food Science and Technology**, v. 75, n. March, p. 93–104, 2018.
- RAMACHANDRAN, S.; SINGH, S. K.; LARROCHE, C.; SOCCOL, C. R.; PANDEY, A. Oil cakes and their biotechnological applications – A review. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 10, p. 2000–2009, 1 jul. 2007.
- SILVA, F. G. D. et al. Antioxidant Capacity of Flaxseed Products: The Effect of In vitro Digestion. **Plant Foods for Human Nutrition**, [S. l.], v. 68, n. 1, p. 24–30, 2013. DOI: 10.1007/s11130-012-0329-6.
- SFORZA, S.; TEDESCHI, T.; WIERENGA, P. A. Proteins: Chemistry, Characterization, and Quality. **Encyclopedia of Food and Health**, 1. ed. [s.l.], Elsevier Ltd., 2015.
- TIRGAR, M. et al. Effect of extraction method on functional properties of flaxseed protein concentrates. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 215, p. 417–424, 2017. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.08.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.002>.
- TURATTI, J. M. A importância dos ovos numa dieta saudável. **Óleos e Grãos**, v. 9, n. 59, p. 22–24, 2001.