

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v19n03e1740>

## Uso de psyllium em diversos segmentos da indústria

Caroline Isabela da Silva<sup>1</sup>, Melina Aparecida Plastina Cardoso<sup>\*1</sup>, Ana Carolina Pelaes Vital<sup>1</sup>, Jaísa Casetta<sup>1</sup>, Bianka Rocha Saraiva<sup>1</sup>, Rodolpho Martin do Prado<sup>2</sup>, Ivanor Nunes do Prado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aluna de Pós-graduação do Programa em Ciências dos Alimentos da Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, CEP 87.020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Département des Sciéncs Animales, FSSA, Université de Laval, Pavillon Paul-Comtois, local 4215, Québec, G1V 0A6, Canada

<sup>3</sup>Professor dos Programas Pós-graduação de Ciências de Alimentos e Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, Maringá, Paraná, Brasil

\*Autor para correspondência: Melina Cardoso. E-mails: [melina\\_cardoso@msn.com](mailto:melina_cardoso@msn.com)

**Resumo.** Os alimentos considerados funcionais são aqueles que, quando consumidos, podem trazer vários benefícios à saúde. Dentro destes encontram-se as plantas do gênero *Plantago*, que tem sido amplamente estudada por seus benefícios para a saúde humana, devido a suas propriedades como agente gelificante, agente suspensivo, ações farmacológicas, cicatrizante, controlador do colesterol, redutor de altos níveis de açúcar no sangue e amplamente utilizado como um laxante, devido a sua mucilagem que é um material fibroso com característica hidrofílica. A partir da planta através da moagem das sementes obtém-se o psyllium, este é solúvel em água e amplamente utilizado na indústria como alternativas verdes aos materiais sintéticos tradicionais. A seguinte revisão é baseada em estudos das diferentes formas de uso do psyllium com resultados já conhecidos, trazendo informações que podem ser úteis para futuras pesquisas e desenvolvimento de novos produtos.

**Palavras-chave:** Alimentos funcionais, mucilagem, *Plantago ovata*

### *Psyllium use in various industry segments*

**Abstract.** The foods considered functional are those that, when consumed, can bring several health benefits. Within these are the plants of the genus *Plantago*, which have been widely studied for their benefits to human health, due to their properties as a gelling agent, suspending agent, pharmacological actions, cicatrizing, cholesterol controller, reducer of high blood sugar levels, and widely used as a laxative, due to its mucilage, which is a fibrous material with hydrophilic characteristics. From the plant by grinding the seeds psyllium is obtained, it is water-soluble and widely used in industry as green alternatives to traditional synthetic materials. The following review is based on studies of the different ways of using psyllium with known results, bringing information that can be useful for future research and the development of new products.

**Keywords:** Functional foods, mucilage, *Plantago ovata*

### *El uso del psyllium en diversos segmentos de la industria*

**Resumen.** Los alimentos considerados funcionales son aquellos que, al ser consumidos, pueden aportar diversos beneficios a la salud. Entre ellos se encuentran las plantas del género *Plantago*, que han sido ampliamente estudiadas por sus beneficios para la salud humana, debido a sus propiedades como gelificante, agente de suspensión, acciones farmacológicas, cicatrizante, controlador del colesterol, reductor de los niveles elevados de azúcar en sangre y ampliamente utilizado como laxante, debido a su mucílago que es un

material fibroso com características hidrofílicas. Moliendo las semillas, se obtiene el psyllium de la planta, que es soluble en agua y ampliamente utilizado en la industria como alternativas ecológicas a los materiales sintéticos tradicionales. La siguiente revisión se basa en estudios sobre las diferentes formas de utilización del psyllium con resultados ya conocidos, aportando información que puede ser útil para futuras investigaciones y el desarrollo de nuevos productos.

**Palabras clave:** Alimentos funcionales, mucílago, *Plantago ovata*

## Introdução

Os alimentos funcionais são conhecidos como aqueles que podem trazer vários benefícios à saúde quando consumidos, podendo oferecer benefícios fisiológicos específicos (Das et al., 2020; Silva et al., 2019; Wildman et al., 2016). Eles devem apresentar propriedades benéficas além das nutricionais básicas, sendo consumidos em dietas convencionais, mas com capacidade de regular as funções corporais auxiliando na proteção contra certas doenças (Das et al., 2020; Jiménez-Colmenero et al., 2012; Kaur & Das, 2011; Valenzuela et al., 2003). Estes alimentos podem ser classificados quanto à fonte (origem vegetal ou animal) ou quanto aos seus benefícios, atuando nos sistemas gastrointestinal, cardiovascular, no metabolismo de substratos, crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular, funções fisiológicas e como antioxidantes (Das et al., 2020; Jiménez-Colmenero et al., 2012; Kaur & Das, 2011; Valenzuela et al., 2003).

Psyllium é um polissacarídeo natural encontrado na semente de plantas do gênero *Plantago ovata* (Figura 1). Ela é uma planta anual cultivada na maioria das regiões do mundo e tradicionalmente usada para fins medicinais. Conforme relatado ela possui aproximadamente 200 espécies tais como *Plantago asiatica L.*, *Plantago ovata L.*, *Plantago major L.*, *Plantago depressa L.*, *Plantago palmate L.*, *Plantago lanceolata L.*, *Plantago Notata L.*, entre outras (Board, 2003; Dhar et al., 2005; Zhang et al., 2019).



Figura 1. *Plantago Ovata*. Fonte: Pexels.

A casca de psyllium (Figura 2) é o principal produto comercializado da planta e a Índia seu principal produtor e exportador, fornecendo cerca de 85% das sementes para o mercado mundial, sendo os EUA o maior importador (Guo et al., 2009; Kumar et al., 2017; Thakur & Thakur, 2014; Zhang et al., 2019).

O psyllium é solúvel em água e amplamente utilizado nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética, devido ao seu conteúdo de mucilagem, um material fibroso com característica hidrofílica, como alternativas naturais para aos materiais sintéticos tradicionais (Guo et al., 2008; Mishra et al., 2014). Ela é obtida pela moagem e, quando em contato com água, forma uma espécie de gel (Figura 3) (Basiri et al., 2020; Kumar et al., 2017).

Os benefícios da mucilagem para a saúde estão altamente relacionados às suas características gelificantes, que têm sido bem documentados. Estudos na alimentação animal e humana com o psyllium concluíram que ele possui uma grande capacidade geleificante quando em contato com a água, sendo considerada uma fibra mucilagínosa (Fischer et al., 2004; Gupta et al., 1994; Kumar et al., 2017).

As propriedades nutracêuticas, farmacêuticas e medicinais do psyllium estão sendo exploradas para diversas doenças, no tratamento da síndrome do intestino irritável, obesidade, câncer de cólon,

constipação intestinal, diabetes, colesterol alto, colite ulcerosa e aterosclerose ([Mishra et al., 2014](#)). Segundo estudos, ao contrário dos arabinosilanos amplamente fermentáveis presentes nos cereais, o psyllium tem uma aplicação estrutural ainda não totalmente identificada que dificulta sua fermentação pela microflora gastrointestinal ([Marlett & Fischer, 2003](#)).



**Figura 2.** Casca de psyllium. **Fonte:** Pexels.



**Figura 3.** Mucilagem de psyllium. **Fonte:** Pexels.

### Propriedades medicinais do psyllium

As propriedades nutracêuticas do psyllium têm sido amplamente estudadas, comprovando seus diversos benefícios do seu uso na área. Na saúde humana por exemplo, seus polissacarídeos possuem diversas ações como antioxidante, na modulação da imunidade, antibacteriano, antitumoral entre outras ([Beara et al., 2012](#)). [Patel et al. \(2018\)](#) concluíram que o psyllium pode ser usado como um alimento funcional devido a sua natureza hidrofílica, tendo grande potencial antioxidante e um agente anticancerígeno natural podendo ser usado na indústria nutracêutica ([Kumar et al., 2018](#); [Patel et al., 2018, 2019](#)). Pesquisando sobre o uso dos polissacarídeos do psyllium como fonte de antioxidantes naturais constataram uma forte capacidade antioxidante do psyllium em diversos testes ([Han et al., 2016](#); [Patel et al., 2018](#); [Wahid et al., 2020](#)).

Após várias análises sobre o uso de uma nano fibra a base de psyllium na regeneração celular estudos concluíram que esta pode ser usada como um candidato promissor para a cura de machucados e outras aplicações biomédicas ([Poddar et al., 2021](#)). Estudos sobre pacientes com constipação crônica concluíram que o uso do psyllium foi eficaz na melhoria dos sintomas de constipação, sendo um tratamento válido quando em uso contínuo ([Erdogan et al., 2016](#); [McRorie et al., 1998](#)).

[Jovanovski et al. \(2018\)](#) observaram efeito benéfico do psyllium sobre marcadores lipídicos atrasando potencialmente o processo de aterosclerose associada ao risco de doenças cardiovasculares, reforçando seu possível papel terapêutico quando utilizado na dieta. Além disso, a adição de psyllium à dieta demonstrou reduzir significativamente a glicose sérica quando usado como fibra dietética, podendo atuar com duplo potencial para a cura da diabetes *mellitus*, podendo melhorar o controle metabólico em indivíduos com diabetes tipo 2 e hipercolesterolemia, mostrando alto potencial que o psyllium possui como agente terapêutico ([Anderson et al., 1999](#); [Ricklefs-Johnson et al., 2017](#); [Sierra et al., 2002](#); [Singh, 2007](#)).

### Aplicação do psyllium na indústria

Existem diversos estudos onde a aplicação do psyllium trouxe resultados positivos em áreas de pesquisa diversas. [Monge Neto et al. \(2021\)](#), utilizando o psyllium como matéria prima para o desenvolvimento de micro encapsulado de urucum como corante natural tiveram sua eficiência confirmada, onde as microcápsulas na formulação do sorvete proporcionaram não apenas maior homogeneidade de cor, mas também maior estabilidade durante a vida útil do produto.

Para [Belorio \(2020\)](#) e [Belorio et al. \(2020\)](#), o psyllium promoveu mudanças às propriedades do amido similares às obtidas com a goma xantana, sendo um substituto desta em múltiplas aplicações. [Krystyjan et al. \(2017\)](#) utilizaram a mucilagem de psyllium como um agente de estabilidade para filmes a base de

amido com o objetivo de obter filmes com propriedades naturais, comestíveis e biodegradáveis, tendo suas propriedades mecânicas e funcionais melhoradas e podendo ser usados na indústria alimentícia como revestimentos protetores. [Tóth & Halász \(2019\)](#), testando diferentes tipos de extração do psyllium concluíram que os filmes biocompósitos obtidos da casca e da farinha de psyllium podem ser considerados filmes comestíveis novos para a indústria e embalagem de alimentos.

O uso do psyllium de diferentes formas em produtos alimentícios tem sido uma alternativa relativamente inovadora, porém muito promissora. [Pejcz et al. \(2018\)](#) tiveram como objetivo avaliar o efeito de diferentes formas e níveis de adição da planta *Plantago* sobre as propriedades reológicas da massa, a qualidade tecnológica e nutricional do pão de trigo, obtiveram resultados promissores, concluindo que esta possui alto potencial de enriquecimento de produtos alimentícios como fontes de agentes formadores de fibras dietéticas através de sua alta capacidade de ligação e gelificação.

O psyllium utilizado como potencial ingrediente na fabricação de pães sem glúten, prova ser um ingrediente importante para indústria que visa atender expectativas de consumidores deste tipo de dieta ([Santos et al., 2020](#)). Além disso, pode ser uma alternativa promissora com um melhor conteúdo de nutrientes, capacidade de controlar a textura do pão, uma capacidade de retardar o endurecimento do miolo, e uma resposta glicêmica reduzida, além da aprovação sensorial ([Filipčev et al., 2021](#); [Santos et al., 2021](#)).

Seguindo a linha de aplicação do psyllium em alimentos sem glúten, [Fradinho et al. \(2020\)](#), analisaram os efeitos do tamanho das partículas de psyllium, temperatura de processamento e concentração de gel sobre a qualidade da massa à base de arroz e concluíram que o uso da casca de psyllium em massas sem glúten apresentou boas propriedades gerais, sendo uma opção válida economicamente e também mais saudável pois a massa com psyllium apresentou um teor muito baixo de lipídios e maior teor de carboidratos, atribuível ao maior teor de fibras saudáveis de psyllium.

Segundo [Ladjevardi et al. \(2015\)](#), o psyllium também pode ser usado como um substituto ideal de gordura em iogurtes, com o objetivo de desenvolver um produto mais saudável. Além das características funcionais do psyllium a caracterização sensorial do iogurte revelou que estes apresentaram melhor aroma, textura e aceitabilidade geral do que os iogurtes de controle.

## Conclusão

Psyllium é um produto natural com benefícios para a saúde comprovados. Ele pode substituir compostos sintéticos em diversos segmentos da indústria graças a sua propriedade espessante e capacidade de absorção de água. Além de ser amplamente utilizado na indústria farmacêutica o psyllium possui aplicações em alguns produtos alimentícios por suas características funcionais, mas ainda são necessários estudos sobre sua influência em diferentes formulações de alimentos.

## Referências bibliográficas

- Anderson, J. W., Allgood, L. D., Turner, J., Oeltgen, P. R., & Daggy, B. P. (1999). Effects of psyllium on glucose and serum lipid responses in men with type 2 diabetes and hypercholesterolemia. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(4), 466–473. <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.4.466>.
- Basiri, S., Shekarforoush, S. S., Mazkour, S., Modabber, P., & Kordshouli, F. Z. (2020). Evaluating the potential of mucilaginous seed of psyllium (*Plantago ovata*) as a new lead biosorbent. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 24, 100242. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2020.100242>.
- Beara, I. N., Lesjak, M. M., Orčić, D. Z., Simin, N. Đ., Četojević-Simin, D. D., Božin, B. N., & Mimica-Dukić, N. M. (2012). Comparative analysis of phenolic profile, antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic activity of two closely-related Plantain species: *Plantago altissima* L. and *Plantago lanceolata* L. *LWT-Food Science and Technology*, 47(1), 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.001>.
- Belorio, M. L. S. (2020). *Empleo del psyllium para el desarrollo de nuevos productos a base de cereales*.
- Belorio, M., Marcondes, G., & Gómez, M. (2020). Influence of psyllium versus xanthan gum in starch properties. *Food Hydrocolloids*, 105, 105843. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105843>.



- Board, N. (2003). *Plantago ovata* Forsk: Cultivation. In: N. Board (Org.), *Herbs cultivation and their utilization* (p. 218–228). Asia Pacific Business Pres inc.
- Das, A. K., Nanda, P. K., Madane, P., Biswas, S., Das, A., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2020). A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, *99*, 323–336. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.010>.
- Dhar, M. K., Kaul, S., Sareen, S., & Koul, A. K. (2005). *Plantago ovata*: genetic diversity, cultivation, utilization and chemistry. *Plant Genetic Resources*, *3*(2), 252–263. <https://doi.org/10.1079/pgr200582>.
- Erdogan, A., Rao, S. S. C., Thiruvaiyaru, D., Lee, Y. Y., Coss Adame, E., Valestin, J., & O'Banion, M. (2016). Randomised clinical trial: mixed soluble/insoluble fibre vs. psyllium for chronic constipation. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, *44*(1), 35–44. <https://doi.org/10.1111/apt.13647>.
- Filipčev, B., Pojić, M., Šimurina, O., Mišan, A., & Mandić, A. (2021). Psyllium as an improve in gluten-free breads: Effect on volume, crumb texture, moisture binding and staling kinetics. *LWT*, *151*, 112156. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112156>.
- Fischer, M. H., Yu, N., Gray, G. R., Ralph, J., Anderson, L., & Marlett, J. A. (2004). The gel-forming polysaccharide of psyllium husk (*Plantago ovata* Forsk). *Carbohydrate Research*, *339*(11), 2009–2017. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2004.05.023>.
- Fradinho, P., Soares, R., Niccolai, A., Sousa, I., & Raymundo, A. (2020). Psyllium husk gel to reinforce structure of gluten-free pasta? *LWT*, *131*, 109787. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109787>.
- Guo, Q., Cui, S. W., Wang, Q., Goff, H. D., & Smith, A. (2009). Microstructure and rheological properties of psyllium polysaccharide gel. *Food Hydrocolloids*, *23*(6), 1542–1547. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.10.012>.
- Guo, Q., Cui, S. W., Wang, Q., & Young, J. C. (2008). Fractionation and physicochemical characterization of psyllium gum. *Carbohydrate Polymers*, *73*(1), 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.09.027>.
- Gupta, R. R., Agrawal, C. G., Singh, G. P., & Ghatak, A. (1994). Lipid-lowering efficacy of psyllium hydrophilic mucilloid in non-insulin dependent diabetes mellitus with hyperlipidaemia. *The Indian Journal of Medical Research*, *100*, 237–241.
- Han, N., Wang, L., Song, Z., Lin, J., Ye, C., Liu, Z., & Yin, J. (2016). Optimization and antioxidant activity of polysaccharides from *Plantago depressa*. *International Journal of Biological Macromolecules*, *93*, 644–654.
- Jiménez-Colmenero, F., Herrero, A. M., Cofrades, S., & Ruiz-Capillas, C. (2012). Meat and functional foods. In: Y. H. Hui (Org.), *Handbook of meat and meat processing* (Vol. 1, Número 2, p. 225–248). CRC Press. Taylor Francis Group. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.04.007>
- Jovanovski, E., Yashpal, S., Komishon, A., Zurbau, A., Blanco Mejia, S., Ho, H. V. T., Li, D., Sievenpiper, J., Duvnjak, L., & Vuksan, V. (2018). Effect of psyllium (*Plantago ovata*) fiber on LDL cholesterol and alternative lipid targets, non-HDL cholesterol and apolipoprotein B: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *108*(5), 922–932. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy115>.
- Kaur, S., & Das, M. (2011). Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology*, *20*(4), 861. <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0121-7>.
- Krystijan, M., Khachatryan, G., Ciesielski, W., Buksa, K., & Sikora, M. (2017). Preparation and characteristics of mechanical and functional properties of starch/*Plantago* psyllium seeds mucilage films. *Starch-Stärke*, *69*(11–12), 1700014.
- Kumar, D., Pandey, J., & Kumar, P. (2018). Microwave assisted synthesis of binary grafted psyllium and its utility in anticancer formulation. *Carbohydrate Polymers*, *179*. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.09.093>.
- Kumar, D., Pandey, J., Kumar, P., & Raj, V. (2017). Psyllium mucilage and its use in pharmaceutical field: An overview. *Current Synthetic and System Biology*, *5*(1), 1–7. <https://doi.org/10.4172/2332-0737.1000134>.

- Ladjevardi, Z. S., Gharibzahedi, S. M. T., & Mousavi, M. (2015). Development of a stable low-fat yogurt gel using functionality of psyllium (*Plantago ovata* Forsk) husk gum. *Carbohydrate Polymers*, *125*, 272–280. <https://doi.org/10.1002/star.201700014>.
- Marlett, J. A., & Fischer, M. H. (2003). The active fraction of psyllium seed husk. *Proceedings of the Nutrition Society*, *62*(1), 207–209. <https://doi.org/10.1079/PNS2002201>.
- McRorie, J. W., Daggy, B. P., Morel, J. G., Diersing, P. S., Miner, P. B., & Robinson, M. (1998). Psyllium is superior to docusate sodium for treatment of chronic constipation. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, *12*(5), 491.
- Mishra, S., Sinha, S., Dey, K. P., & Sen, G. (2014). Synthesis, characterization and applications of polymethylmethacrylate grafted psyllium as flocculant. *Carbohydrate Polymers*, *99*, 462–468. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.08.047>.
- Monge Neto, A. Á., Tomazini, L. F., Mizuta, A. G., Corrêa, R. C. G., Madrona, G. S., de Moraes, F. F., & Peralta, R. M. (2021). Direct microencapsulation of an annatto extract by precipitation of psyllium husk mucilage polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, *112*, 106333. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106333>.
- Patel, M. K., Tanna, B., Gupta, H., Mishra, A., & Jha, B. (2019). Physicochemical, scavenging and anti-proliferative analyses of polysaccharides extracted from psyllium (*Plantago ovata* Forssk) husk and seeds. *International Journal of Biological Macromolecules*, *133*, 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.04.062>.
- Patel, M. K., Tanna, B., Mishra, A., & Jha, B. (2018). Physicochemical characterization, antioxidant and anti-proliferative activities of a polysaccharide extracted from psyllium (*P. ovata*) leaves. *International Journal of Biological Macromolecules*, *118*, 976–987. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.139>.
- Pejcz, E., Spychaj, R., Wojciechowicz-Budzisz, A., & Gil, Z. (2018). The effect of Plantago seeds and husk on wheat dough and bread functional properties. *LWT*, *96*, 371–377. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.060>.
- Poddar, S., Agarwal, P. S., Sahi, A. K., Varshney, N., Vajanthri, K. Y., & Mahto, S. K. (2021). Fabrication and characterization of electrospun psyllium husk-based nanofibers for tissue regeneration. *Journal of Applied Polymer Science*, *138*(24), 50569. <https://doi.org/10.1002/app.50569>.
- Ricklefs-Johnson, K., Johnston, C. S., & Sweazea, K. L. (2017). Ground flaxseed increased nitric oxide levels in adults with type 2 diabetes: A randomized comparative effectiveness study of supplemental flaxseed and psyllium fiber. *Obesity Medicine*, *5*, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.obmed.2017.01.002>.
- Santos, F. G., Aguiar, E. V., Centeno, A. C. L. S., Rosell, C. M., & Capriles, V. D. (2020). Effect of added psyllium and food enzymes on quality attributes and shelf life of chickpea-based gluten-free bread. *LWT*, *134*, 110025. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110025>.
- Santos, F. G., Aguiar, E. V., Rosell, C. M., & Capriles, V. D. (2021). Potential of chickpea and psyllium in gluten-free breadmaking: Assessing bread's quality, sensory acceptability, and glycemic and satiety indexes. *Food Hydrocolloids*, *113*, 106487. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106487>.
- Sierra, M., García, J. J., Fernández, N., Diez, M. J., & Calle, A. P. (2002). Therapeutic effects of psyllium in type 2 diabetic patients. *European Journal of Clinical Nutrition*, *56*(9), 830–842. <https://doi.org/>.
- Silva, A. P. S., Zotti, C. A., Carvalho, R. F., Corte, R. R., Cònsolo, N. R. B., Silva, S. L., & Leme, P. R. (2019). Effect of replacing antibiotics with functional oils following an abrupt transition to high-concentrate diets on performance and carcass traits of Nellore cattle. *Animal Feed Science and Technology*, *247*, 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.015>.
- Singh, B. (2007). Psyllium as therapeutic and drug delivery agent. *International Journal of Pharmaceutics*, *334*(1–2), 1–14.
- Thakur, V. K., & Thakur, M. K. (2014). Recent trends in hydrogels based on psyllium polysaccharide: a review. *Journal of Cleaner Production*, *82*, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.066>.

- Tóth, A., & Halász, K. (2019). Characterization of edible biocomposite films directly prepared from psyllium seed husk and husk flour. *Food Packaging and Shelf Life*, 20, 100299. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.01.003>.
- Valenzuela, A. B., Sanhueza, J., & Nieto, S. (2003). Natural antioxidants in functional foods: From food safety to health benefits. Em *Grasas y Aceites* (Vol. 54, Número 3, p. 295–303). <https://doi.org/10.3989/gya.2003.v54.i3.245>.
- Wahid, A., Mahmoud, S. M. N., Attia, E. Z., Yousef, A.-S., Okasha, A. M. M., & Soliman, H. A. (2020). Dietary fiber of psyllium husk (*Plantago ovata*) as a potential antioxidant and hepatoprotective agent against CCl4-induced hepatic damage in rats. *South African Journal of Botany*, 130, 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.01.007>.
- Wildman, R. E. C., Wildman, R., & Wallace, T. C. (2016). *Handbook of nutraceuticals and functional foods*. Boca Raton.
- Zhang, J., Wen, C., Zhang, H., & Duan, Y. (2019). Review of isolation, structural properties, chain conformation, and bioactivities of psyllium polysaccharides. *International Journal of Biological Macromolecules*, 139, 409–420. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.014>.

**Histórico do artigo:****Recebido:** 31 de janeiro de 2025**Aprovado:** 24 de fevereiro de 2025**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.