

ARTIGO DE REVISÃO

## Propriedades nutricionais, funcionais e aplicações tecnológicas da aveia

### *Nutritional, functional and technological properties of oats*

Caroline Niquini de Assis ; Eliana de Souza Marques dos Santos 

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN), UNIRIO, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto Federal do Rio de Janeiro, Campus Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

**RESUMO:** O consumo de aveia traz benefícios para a saúde e contribui para controle de doenças coronárias diminuindo os riscos de doenças cardiovasculares e favorecendo a manutenção dos níveis de colesterol e glicose no sangue. Neste sentido, muitos estudos sugeriram que uma fibra dietética viscosa presente na aveia conhecida como  $\beta$ -glucana é o componente responsável por reduzir o colesterol no sangue e o risco de doenças cardiovasculares. Entretanto, foi observado em outros estudos que a aveia possui componentes adicionais que confere também propriedades funcionais colaborando para o estado de saúde e na prevenção de doenças, como compostos fenólicos como ácidos ferúlico, cafeico e flavonoides que são potenciais agentes antioxidantes, anti-inflamatórios e anti-alergênicos. Aplicações tecnológicas vem sendo evidenciadas e prol do aumento da bioacessibilidade de fibras e compostos, bem como na produção de novos produtos à base de aveia. O presente trabalho tem como objetivo apresentar evidências sobre as propriedades nutricionais, funcionais e tecnológicas do consumo de aveia em humanos.

**Palavras-chave:** fibras; cereais;  $\beta$ -glucana

**ABSTRACT:** The consumption of oats brings health benefits and contributes to the control of coronary diseases reducing the risk of cardiovascular diseases and favoring the maintenance of cholesterol and glucose levels in the blood. In this sense, many studies have suggested that a viscous dietary fiber present in oats known as  $\beta$ -glucan is the component responsible for reducing blood cholesterol and the risk of cardiovascular disease. However, it has been observed in other studies that oats have additional components that also confer functional properties collaborating for health status and disease prevention, such as phenolic compounds such as ferulic acids, caffeic and flavonoids that are potential antioxidant, anti-inflammatory and anti-allergenic agents. Technological applications have been shown to increase the bioaccessibility of fibers and compounds, as well as the production of new oat-based products. This study aims to present evidence on the nutritional, functional and technological properties of oat consumption in humans.

**Keywords:** fiber; cereal;  $\beta$ -glucana

## INTRODUÇÃO

A aveia ganhou reputação mundial como um alimento saudável e nutritivo ao consumo humano. A produção global total de aveia ocupa o sexto lugar entre as safras de

grãos, ficando apenas atrás da do milho, trigo, arroz, cevada e sorgo (Zhang *et al.*, 2021) e cultivada principalmente nas regiões temperadas do hemisfério norte (Webster & Wood, 2011). No Brasil, a aveia é ordenada em cinco classes, de acordo com a sua coloração, sendo branca, vermelha, cinza, preta ou mista, consistindo a classe “branca” (*Avena sativa* L.) na mais cultivada (Brasil, 1975; Ipea, 2018).

Em 2020, a produção global de aveia foi de 25,33 milhões de toneladas métricas com 10,65% de crescimento de 2019 a 2020 (FAO, 2020). A União Europeia é o maior produtor de aveia, seguida por Canadá, Rússia, Austrália, Estados Unidos e Brasil (Zhang *et al.*, 2021).

A aveia fornece proteínas abundantes e bem balanceadas, fibra alimentar solúvel, lipídios, amido e vitaminas B (Wood, 2010). O consumo de produtos de aveia traz benefícios para a saúde e contribui para controle de doenças coronárias, níveis de colesterol no sangue e no fígado, níveis de glicose no sangue e diabetes (Chakraborty *et al.*, 2019; Rasane *et al.*, 2013). Muitos estudos sugeriram que produtos de aveia, em relação à capacidade de  $\beta$ -glucana de aveia, podem reduzir o colesterol no sangue e o risco de doenças cardiovasculares (Dong *et al.*, 2011). A evidência desses efeitos benéficos da  $\beta$ -glucana na aveia foi aprovada pela ANVISA como um dos alimentos com alegação de propriedade funcional (Brasil, 2019).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar evidências sobre as propriedades nutricionais, funcionais e tecnológicas do consumo de aveia em humanos.

## DESENVOLVIMENTO

### Aspectos gerais do grão de aveia

O grão de aveia é uma cariopse dividida em três partes principais, sendo composto por farelo (9-12%), endosperma (63%-84%) e germe (2,8%-3,7%), revestido por uma casca (25%-35%) aderida à semente e tricomas (Gutkoski, 2020).

A casca permanece aderida ao grão durante a maturidade, desempenhando um papel na proteção do grão mediante ataque de patógenos fúngicos, sendo, tradicionalmente, destinada à alimentação animal (Schrickel; Burrows; Ingemansen, 1992). A casca, por sua vez, é rica em fibras insolúveis, representado por até 80% da composição das cascas, porém, não possui  $\beta$ -glucanas que conferem as propriedades fisiológicas atribuídas (Mira, 2009).

O farelo é representado pela camada externa do grão que recobre a semente, composto pela camada de aleurona, pericarpo, núcleo e testa, produzido na etapa da moagem da aveia, cujo teor de fibra total deve ser no mínimo 16% e o conteúdo de  $\beta$ -glucana superior a 5% em base seca (AACC, 1989). Devido a dificuldade de separação do endosperma das camadas externas do grão, o farelo de aveia apresenta grande quantidade de endosperma amiláceo (Fiorentin, 2014). Uma característica do endosperma amiláceo é o elevado teor de amido, e, diferente de outros cereais, a aveia possui alto teor de lipídios junto ao amido (AACC, 1989).

Para ser consumida a aveia passa pelas etapas de recepção, amostragem, pré-limpeza, armazenamento, limpeza, secagem, classificação e descascamento, corte, estabilização e flocagem (Silva *et al.*, 2008).

O grão poderá ser processado em até três tipos de corte e na flocagem será laminado transformando-se em flocos de diferentes tamanhos. Ainda, pode ser obtido subprodutos do grão de aveia derivados do processo de moagem que geram o farelo de aveia, derivado da casca, germe e uma porção do endosperma, ou a farinha de aveia derivada da máxima separação do endosperma da casca e do germe (Floss, 2005).

No trabalho desenvolvido por Molin (2011) foi avaliado a composição química do grão de aveia nas diferentes formas de processamento sendo elas: o grão inteiro com casca, sem casca, farinha, farelo, flocos finos e flocos grossos. Segundo este autor, em relação a fração de cinzas encontradas nos diferentes tipos de processamento do grão, o farelo de aveia apresenta um teor maior de cinza quando comparado a outras formas de processamento. Tal resultado evidencia a maior presença de minerais visto que os componentes do farelo derivados do pericarpo e da camada de aleurona são ricos em cinzas. Nesse mesmo estudo, identificou-se a concentração de proteína (23,77%) e lipídeos (9,14%) maior para o farelo de aveia não havendo diferença significativa para flocos finos, flocos grossos ou farinha.

De acordo com estudos realizados por Molim (2011), o grão de aveia com a casca apresentou maior concentração de fibra alimentar (33,34%) e fibra insolúvel e presença dos minerais cálcio, fósforo, magnésio, potássio, zinco, ferro e cobre. Estes mesmos minerais foram encontrados em quantidades superiores no farelo de aveia, entretanto sem diferença estatística, já o teor de fibras solúveis foi superior no farelo de aveia.

Em termos de proteína, no grão descascado existe uma variação entre 12,4% e 24,0%, estando no farelo 48,6% e endosperma a maior concentração, 48,6% e 45,1%,

respectivamente (RFN, 2010). Em relação a composição de aminoácidos a lisina e treonina acabam sendo limitantes na aveia (Weber, *et al.*, 2002).

Quanto aos lipídeos a sua maior porcentagem varia de 5 % a 9%, distribuídos por todo o grão e com predominância de ácidos graxos insaturados e ácidos graxos saturados. Já os carboidratos totais variam entre 60,4% e 71,3%, sendo o amido representado em maior quantidade, com concentrações entre 43,7% e 61% (RFN, 2010).

Em relação a fibra alimentar total presente na aveia descascada pode ocorrer uma variação entre 7,1% e 12%. O farelo, entretanto, possui uma variação de fibra com variação de 15 a 19%. Deste total, 34% a 48% são fibras solúveis e o restante insolúveis. A parte solúvel é composta por pectinas,  $\beta$ -Glucana, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses e a parte insolúveis são compostas por ligninas, pectinas insolúveis, celulose e hemicelulose (Butt, 2008).

A aveia é rica em vitaminas do complexo B e vitamina E, sendo sua maior concentração no germe do grão. Contudo, as frações cariopse, farelo e farinha de aveia apresentam concentrações de tocois de 4,09%, 3,48% e 2,77%, respectivamente, sendo os teores de vitamina E variando entre 2,46 mg e 6,45 mg por 100g (RFN, 2010).

## **Propriedades funcionais da aveia**

### *Fibras alimentares e $\beta$ -Glucana*

Muitos estudos apoiam o consumo de produtos de grãos inteiros em vez de farinhas refinadas, uma vez que os grãos inteiros fornecem saúde intestinal, imunidade e controle de peso melhorados devido às suas propriedades nutricionais e bioativas (Vanegas *et al.*, 2017; Călinoiu; Vodnar, 2018); Björck *et al.*, 2012; He *et al.*, 2010; Fardet *et al.*, 2008). Além disso, estudos (Ramírez-Santiago *et al.*, 2012; Wolever *et al.*, 2018) correlacionaram o consumo de fibra de aveia à promoção de laxação normal, redução de doenças cardiovasculares, câncer e diabetes. Neste sentido, Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA, 2011) concluiu que 4g de Beta Glucana oriunda da aveia por 30g de carboidrato disponível é necessário para obter uma redução na resposta glicêmica pós-prandial. Para crianças, isso varia e a regra geral para profissionais de saúde é calcular como idade da criança mais 5 g/dia.

Nas últimas décadas, os efeitos benéficos do consumo de aveia sobre os níveis de glicose no sangue foram estabelecidos por muitos pesquisadores. A aveia é habitualmente

considerada um alimento de baixo Índice Glicêmico (IG), além disso, vários componentes bioativos, como  $\beta$ -glucanas da aveia e compostos fenólicos, podem evitar o aumento do IG por meio de vários mecanismos.

Há fortes evidências para considerar a  $\beta$ -Glucana um componente bioativo na redução de respostas pós-prandiais de glicose e insulina, atuando na melhora da sensibilidade à insulina, principal objetivo no tratamento da diabetes, e na regulação dos lipídios sanguíneos, quando consumida em doses suficientes e com as propriedades físico-químicas (peso molecular e solubilidade) adequadas (Wang, 2014).

Acredita-se que o efeito benéfico da  $\beta$ -Glucana e fibras em geral no organismo ocorra por não serem digeridas por enzimas e permanecerem na luz intestinal onde atuam na incorporação de água em sua estrutura, formando um gel viscoso que interfere na absorção de nutrientes como o colesterol e carboidratos. Possuem como características a pseudoplasticidade, uma vez que em contato com a água formam soluções viscosas, podendo, assim, ser usadas como espessantes na indústria alimentar (Butt *et al.*, 2008).

Além dos efeitos na redução do colesterol sanguíneo afetando a resposta glicêmica, as fibras do farelo de aveia demonstram efeitos fisiológicos ao atrasarem o esvaziamento gástrico e, conseqüentemente, prolongarem a saciedade após a refeição, efeito interessante para intervenções que buscam o tratamento da obesidade e diabetes ao auxiliarem no controle do apetite e manutenção da sensibilidade à insulina (Goettems, 2016; Mira *et al.*, 2009; Butt *et al.*, 2008).

No intestino grosso, a fibra alimentar solúvel aumenta a atividade de fermentação, em especial a produção de ácido butírico, aumentando a colonização de algumas cepas de bactérias probióticas que auxiliam na produção de massa microbiana e interferem na remoção de nitrogênio através das fezes, gerando um efeito protetor no desenvolvimento do câncer de cólon (Mira *et al.*, 2009) e doenças gastrointestinais (Pacheco & Sgarbieri, 2001).

Devido a tais características, a aveia é considerada um alimento funcional pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, sendo recomendado que os alimentos contenham 2,5 gramas de  $\beta$ -Glucana e sejam consumidos frequentemente a fim de obter os benefícios previstos para esta fibra (Brasil, 2019). Contudo, a ingestão dessa quantidade não garante uma diminuição significativa do colesterol no sangue porque a quantidade de  $\beta$ -glucana ingerida não determina sozinha a eficácia fisiológica, sendo afetado, por uma série de combinações de fatores tais como o peso molecular da  $\beta$ -glucana solubilizada no trato

gastrointestinal, degradação enzimática e a interação deste polímero com outros componentes alimentares que influenciem na viscosidade da aveia ingerida (Wang, 2014).

### *Compostos fenólicos*

O farelo é uma fonte importante de ácidos fenólicos que incluem derivados dos ácidos hidroxibenzóico e hidroxicinâmico que estão sendo reconhecidos como contribuintes importantes para o efeito protetor relatado do consumo de cereais integrais contra doenças crônicas (Martín-Diana *et al.*, 2021).

Os ácidos fenólicos, principalmente presentes nas três camadas de farelo (pericarpo, testa e aleurona), são os compostos fenólicos mais abundantes nos cereais integrais, sendo o Ácido Ferúlico (AF) mais abundante correspondendo a quase 75% dos totais dos polifenóis presentes na aveia (Kandil *et al.*, 2012). Dímeros de AF (DAF) também estão presentes no farelo de grãos de polissacarídeos de reticulação e proteínas nas paredes celulares e pode ser liberado dos cereais por enzimas microbianas no cólon, sendo posteriormente metabolizado e bioacessível para entrar no sistema circulatório (Andreasen *et al.*, 2001; Martín-Diana *et al.*, 2021).

Vários estudos têm identificado compostos antioxidantes em aveia, sendo os compostos de ácidos ferúlico e caféico e seus ésteres inicialmente identificados e estudados e posteriormente a vitamina E (tocoferol), ácido fítico, compostos fenólicos e avenantramidas, que são os antioxidantes mais abundantes encontrados em aveia (Klajn *et al.*, 2012). Flavonóides e esteróis também estão presentes e estão concentrados na parte externa dos grãos, que é particularmente rica em compostos fenólicos (Klajn *et al.*, 2012; Peterson, 2002). Segundo Klajn *et al.*, (2012), os compostos fenólicos da aveia contêm uma mistura de derivados dos ácidos benzóico e cinâmico, quinonas, flavonas, flavonóis, flavononas, antocianinas e amino fenólicos, corroborados por achados nos estudos de Bocchi *et al.*, (2021), sendo as avenantramidas os compostos fenólicos especiais da aveia e potenciais agentes anti-inflamatórios e anti-alergênicos (Liu *et al.*, 2004; Nie *et al.*, 2006; Liu *et al.*, 2011).

### **Aplicações tecnológicas**

A  $\beta$ -Glucana da aveia é um polímero linear de D-glicose unidas por ligações glucosídicas ( $\beta$ -1,4 e  $\beta$ -1,3). Sabe-se que são componentes estruturais das paredes celulares

dos grãos com maior concentração na camada sub-aleurona, aleurona e no endosperma amiláceo, estruturado em camadas na qual a camada mais externa, relativamente fina, consiste de polissacarídeos insolúveis em água (celulose, glucomanano e arabinoxilano) e uma camada interna espessa de polissacarídeo solúvel em água (Wang, 2014).

O peso molecular e a conformação da  $\beta$ -glucana são fatores que determinam as propriedades físicas da aveia, incluindo a solubilidade, viscosidade da solução e as propriedades de viscoelasticidade e geleificação. Por exemplo,  $\beta$ -glucanas com alto peso molecular não formam um gel quando comparadas as de baixo peso molecular, porém, o peso molecular da  $\beta$ -glucana pode ser diminuído mediante preparações de alimentos, como pães, muffins ou biscoitos (Wang, 2014).

Fiorentin (2014) adicionou fibra insolúvel (*oat fiber*) da casca da aveia em um produto cárneo com objetivo de avaliar as características tecnológicas da fibra insolúvel em diferentes concentrações e a aceitação do produto por meio de análise sensorial. O estudo demonstrou ser possível o desenvolvimento de formulações com bom comportamento mediante a adição de fibras insolúveis e aceitação sensorial.

Estudos realizados por Bocchi et al., (2021) avaliaram o perfil de metabólitos de uma bebida comercial de aveia, fermentada com bactérias lácticas por meio de digestão gastrointestinal *in vitro* e constataram que não houve alteração no perfil de oligossacarídeos e os teores de aminoácidos, vitaminas, peptídeos e polifenóis (flavonóides e ácidos fenólicos) tiveram maior bioacessibilidade e diminuição dos níveis de lignanas e ácido fítico, enquanto aumentava os níveis de alguns polifenóis como as avenantramidas oriundas da fermentação do leite de aveia por cepas de *Lactobacillus* spp. e *Bifidobacterium* spp, conferindo o potencial prebiótico da bebida.

Estudos similares foram realizados por Chen *et al.* (2020), onde os autores avaliaram uma bebida a base de aveia fermentada com *Lactobacillus fermentum* e observaram que os microrganismos sobreviveram durante o armazenamento em quantidades adequadas, bem como quando exposto a condições *in vitro* do trato digestivo além da melhora da capacidade antioxidante total, concentração de ácidos fenólicos e manutenção do conteúdo de  $\beta$ -glucana. Um aumento de mais de 50% de ácido gálico, catequina, ácido vanílico, ácido caféico, ácido p-cumárico e ácido ferúlico foi observado nos extratos de metanol.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aveia constitui num alimento versátil e importante na alimentação humana com elevada aplicabilidade, podendo ser empregada em formulação culinárias quanto na industrialização de alimentos, sendo adequado ao uso em diversas preparações, entre elas pães, biscoitos, cereais, massas e bebidas agregando nesses alimentos importantes características sensoriais, nutricionais e tecnológicas.

As fibras encontradas na aveia são reconhecidas por seus efeitos benéficos, no entanto, a aveia possui outros compostos bioativos que conferem saúde. Contudo, suplementos dietéticos feitos a partir de substâncias bioativas naturalmente encontradas na aveia, como o caso da  $\beta$ -glucana tem amparo legal com efeito na redução do colesterol contribuindo na prevenção e tratamento de doenças coronarianas, no controle de peso, redução de índices glicêmicos e manutenção do trânsito intestinal. Além disso, evidências científicas conferem o potencial da aveia para a atividade antioxidante a partir de nutrientes e fitoquímicos, a exemplo os compostos fenólicos, oriundos do alimento *in natura*, no qual possuem em seus grãos benefícios adicionais a saúde humana, podendo ser valioso no combate ao estresse oxidativo associados ao câncer e doenças intestinais.

## REFERÊNCIAS

- AACC. AACC Committee Adopts Oat Bran Definition. Cereal Foods World, v. 34, p. 1033, 1989. Disponível em: <http://online.cerealsgrains.org/initiatives/definitions/Documents/OatBran/OatBran.pdf>. Acesso em 20 fev 2023.
- Andreasen, M.F.; Kroon, P.A.; Williamson, G.; Garcia-Conesa, M.T. 2001. Intestinal release and uptake of phenolic antioxidant diferulic acids. Free Radic. Biol. Med. 31:304-314.
- Björck, I.; Östman, E.; Kristensen, M.; Mateo Anson, N.; Price, R.K.; Haenen, G.R.M.M.; Havenaar, R.; Bach Knudsen, K.E.; Frid, A.; Mykkänen, H.; et al. 2012. Cereal grains for nutrition and health benefits: Overview of results from in vitro, animal and human studies in the Healthgrain project. Trends Food Sci. Technol., 25:87-100.
- Bocchi, S.; Rocchetti, G.; Elli, M.; Lucini, L.; Lim, C.Y.; Morelli, L. 2021. The combined effect of fermentation of lactic acid bacteria and in vitro digestion on metabolomic and oligosaccharide profile of oat beverage. Food Research International, 142.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA NACIONAL - ANVISA. Alegações de propriedade funcional aprovadas. 2019. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas\\_anvisa.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas_anvisa.pdf).
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA. Portaria no 191, de 14 de abril de 1975. Aprova especificações para a padronização, classificação e comercialização interna da aveia (avena sativa, l). Diário Oficial da União, Brasília, DF,



- 06 mai. 1975. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1272528715>
- Butt, M.S.; Tahir-Nadeem, M.; Khan, M.K.I.; Shabir, R. 2008. Oat: Unique among the cereals. *European Journal of Nutrition*, 47:68–79.
- Cálinoiu, L.F.; Vodnar, D.C. 2018. Whole Grains and Phenolic Acids: A Review on Bioactivity, Functionality, Health Benefits and Bioavailability. *Nutrients*, 10:1615.
- Chakraborty, P.; Witt, T.; Harris, D.; Ashton, J.; Stokes, J.R.; & Smyth, H.E. 2019. Texture and mouthfeel perceptions of a model beverage system containing soluble and insoluble oat bran fibres. *Food Research International*. <https://10.1016/j.foodres.2019.01.070>
- Chen, L.; Wu, D.; Schlundt, J.; Conway, P.L. 2020. Development of a Dairy-Free Fermented Oat-Based Beverage With Enhanced Probiotic and Bioactive Properties, *Frontiers in Microbiology*, 11:3140.
- Dong, J.; Cai, F.; Shen, R.; Liu, Y. 2011. Hypoglycaemic effects and inhibitory effect on intestinal disaccharidases of oat beta-glucan in streptozotocin-induced diabetic mice. *Food Chemistry*, v.129, n.3, p.1066-1071, 2011. <https://10.1016/j.foodchem.2011.05.076>
- EFSA. Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA); Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to beta-glucans from oats and barley and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 1236, 1299), increase in satiety leading to a reduction in energy intake (ID 851, 852), reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 821, 824), and “digestive function” (ID 850) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal*, 9(2207): 21pp., 2011. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2207>.
- Fardet, A.; Rock, E.; Rémésy, C. 2008. Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo? *J. Cereal Sci*, 48:258-276.
- Fiorentin, C.; Pedrão, M.R.; Gallo, A.; Iziquiel, C.A.; Mafra, M.A.; Coró, F.A.G. 2014. Restructured and breaded (nuggets) chicken product with the addition of oat fiber: chemical and sensorial characterization. 60th International Congress of Meat Science and Technology, Punta del Este, Uruguay.
- Fiorentin, C. Adição de oat fiber em produto cárneo reestruturado empanado de frango. 2014. 90f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós- Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.
- Floss, E.L. Aveia. In Baier A.C; Floss E.L; Aude, M.I.S. As lavouras de inverno- 1, aveia-centeio-triticale-colza-alpiste. 2 ed. São Paulo: Globo 1989. 172 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). FAO Statistical Programme of Work 2020–2021; FAO: Rome, Italy, 2020.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA), CODE OF FEDERAL REGULATIONS. Available online: [https://www.ecfr.gov/cgi-bin/textidx?SID=23f8ec3719c5d0e75285aa894ab1e5b0&mc=true&node=se21.2.101\\_181&rgn=div8](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/textidx?SID=23f8ec3719c5d0e75285aa894ab1e5b0&mc=true&node=se21.2.101_181&rgn=div8). Acesso em 14 Set 2015.
- Goettems, J. Qualidade de grãos de aveia branca durante o armazenamento cultivada em sucessão com soja e milho submetida à adubação nitrogenada (Tese de Licenciatura). 42pp, 2016. Disponível em: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.
- Gutkoski, L.C. Origem, distribuição e formas de processamento. In: Gutkoski, L.C; Pedó, I. Aveia: composição química, valor nutricional e processamento. São Paulo:Livraria Varela, p.21-37, 2000.

- He, M.; Van Dam, R.M.; Rimm, E.; Hu, F.B.; Qi, L. 2010. Whole-Grain, Cereal Fiber, Bran, and Germ Intake and the Risks of All-Cause and Cardiovascular Disease-Specific Mortality Among Women With Type 2 Diabetes Mellitus. *Circulation*, 121:2162–2168.
- IPEA. Barreiras fitossanitárias sobre as importações no Brasil: o caso da aveia. Brasília, 2018. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9480/1/Barreiras\\_fitossanitarias%20sobre%20as%20importa%20c3%a7%20b5es%20no%20Brasil\\_o%20caso%20da%20aveia.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9480/1/Barreiras_fitossanitarias%20sobre%20as%20importa%20c3%a7%20b5es%20no%20Brasil_o%20caso%20da%20aveia.pdf)
- Kandil, A.; Li, J.; Vasanthan, T.; Bressler, D.C. 2012. Ácidos fenólicos em alguns grãos de cereais e seu efeito inibitório na liquefação e sacarificação do amido. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 8444–8449.
- Klajn, V.M.; Gutkoski, L.C.; Fiorentini, A.M.; Elias, M.C. 2012. Compostos antioxidantes em aveia. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, 18:4, 292-303.
- Liu, D.; Wan, F.; Guo, R.; Li, F.; Cao, H.; Sun, G. 2011. GIS-based modeling of potential yield distributions for different oat varieties in China. *Mathematical and Computer Modelling*, v.54, n.3-4, p.869–876. doi:10.1016/j.mcm.2010.11.008
- Liu, L.; Zubik, L.; Collins, F.W.; Marko, M.; Meydani, M. 2004. The antiatherogenic potential of oat phenolic compounds. *Atherosclerosis*, 175(1): 39–49, doi:10.1016/j.atherosclerosis.2004.01.044
- Martín-Diana, A.B.; García-Casas, M.J.; Martínez-Villaluenga, C.; Frías, J.; Peñas, E.; Rico, D. 2021. Wheat and Oat Brans as Sources of Polyphenol Compounds for Development of Antioxidant Nutraceutical Ingredients. *Foods*, 10:115. <https://doi.org/10.3390/foods10010115>
- Mira, G.; Graff, H.; Candido, L. 2009. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta- glucanas no tratamento do diabetes. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 45: 11–21.
- Molin, V.T.S.D. Avaliação química e sensorial do grão de aveia em diferentes formas de processamento. (Dissertação de mestrado). Santa Maria-RS. 88pp. Disponível em: Universidade Federal de Santa Maria.
- Nie, L.; Wise, M.L.; Peterson, D.M.; Meydani, M. 2006. Avenanthramide, a polyphenol from oats, inhibits vascular smooth muscle cell proliferation and enhances nitric oxide production. *Atherosclerosis*, 186(2): 260–266. <https://10.1016/j.atherosclerosis.2006.05.011>
- Pacheco, M.T.B.; Sgarbieri, V.C. Fibra e doenças gastrointestinais. In: Lajolo, F.M. et al. *Fibra Dietética em Iberoamérica: Tecnología Y Salud*. São Paulo: Editora Varela, 2001. 469p.
- Peterson, D.M.; Hahn, M.J.; Emmons, C.L. 2002. Oat avenanthramides exhibit antioxidant activities in vitro. *Food Chem*, 79: 473-478.
- Rasane, P.; Jha, A.; Sabikhi, L.; Kumar, A.; Unnikrishnan, V.S. 2013. Nutritional review. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (2): 662–675. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1>.
- RFN- Revista Funcionais Nutraceuticos. Aveia: um cereal polivalente. 8p. Disponível em: <https://docplayer.com.br/28353831-Aveia-um-cereal-polivalente.html>
- Schrinkel, D.J.; Burrows, V.D.; Ingemansen, J.A. 1992. Harvesting, storing, and feeding of oat. In: *Oat Science and Technology*. Madison: Agronomy Monograph, 33:223 - 230
- Silva, J.D.S.; Correa, P.C.; Silva, J.D.S. 2008. Secagem e armazenamento de produtos agrícolas. 2 ed. Viçosa, MG.
- Vanegas, S.M.; Meydani, M.; Barnett, J.B.; Goldin, B.; Kane, A.; Rasmussen, H.; Brown, C.; Vangay, P.; Knights, D.; Jonnalagadda, S.; et al. 2017. Substituting whole grains for

- refined grains in a 6-wk randomized trial has a modest effect on gut microbiota and immune and inflammatory markers of healthy adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 105:635–650.
- Wang, Q; Ellis, P.R. 2014. Oat  $\beta$ -glucan: physico-chemical characteristics in relation to its blood-glucose and cholesterol-lowering properties. *British Journal of Nutrition*, 112:4-13.
- Weber, F.H. *et al.* 2002. Processo de estabilização de farinha de aveia por imersão das cariopses em água quente. *Brazilian Journal of Food Technology*, 5: 225-235. Disponível em: <http://bj.ital.sp.gov.br/artigos/brazilianjournal/free/c02103.pdf>
- Webster, F.H.; Wood, P.J. 2011. *Oats: Chemistry and Technology*, 2<sup>a</sup>ed.; AACC International Press: Saint Paul, M.N., EUA.
- Wolever, T.M.S.; Jenkins, A.L.; Prudence, K.; Johnson, J.; Duss, R.; Chu, Y.; Steinert, R. E. 2008. Effect of adding oat bran to instant oatmeal on glycaemic response in humans – a study to establish the minimum effective dose of oat  $\beta$ -glucan. *Food & Function*, v.9, n.3, p.1692–1700. <https://10.1039/c7fo01768e>
- Wood, P.J. 2010. Review: Oat and Rye  $\beta$ -Glucan: Properties and Function. *Cereal Chemistry Journal*, v.87, n.4, p.315–330. <https://10.1094/cchem-87-4-0315>
- Zhang K.; Dong R.; Hu X.; Ren C.; Li Y. 2021. Oat-Based Foods: Chemical Constituents, Glycemic Index, and the Effect of Processing. *Foods*, 10(6): 1304. <https://doi.org/10.3390/foods10061304>.