

## Processo de extração do amido de aveia: estudo de revisão

### Oat starch extraction process: review study

### Proceso de extracción de almidón de avena: estudio de revisión

Recebido: 30/01/2023 | Revisado: 24/02/2023 | Aceitado: 03/05/2023 | Publicado: 07/05/2023

#### **Geovana Thais da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9162-7009>  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil  
E-mail: [geovanathais0@gmail.com](mailto:geovanathais0@gmail.com)

#### **Rodrigo Peixoto de Paula e Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1629-4376>  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil  
E-mail: [rodrigopeixotodepaulaesilva@outlook.com](mailto:rodrigopeixotodepaulaesilva@outlook.com)

#### **Beatriz Borges**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3833-3447>  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil  
E-mail: [beatriz.borges@ufvjm.edu.br](mailto:beatriz.borges@ufvjm.edu.br)

#### **Caroline dos Anjos Brito**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6101-1841>  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil  
E-mail: [carolinedosanjosbrito@gmail.com](mailto:carolinedosanjosbrito@gmail.com)

#### **Marcio Schmiele**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8830-1710>  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil  
E-mail: [marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br](mailto:marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br)

#### **Joyce Maria Gomes da Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8936-6142>  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil  
E-mail: [marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br](mailto:marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br)

### **Resumo**

A aveia pertence ao gênero *Aveneae* da família *Gramineae*, é um cereal de clima temperado e 60% da matéria seca do grão é composta de amido. Cada fonte de amido é de natureza única e apresentam características diferentes que determinam sua adequação a uma aplicação específica. O amido destaca-se por garantir benefícios em suas aplicações tecnológicas e por garantir possibilidade de extração de várias fontes vegetais. Neste cenário, os cereais ganham destaque por conterem uma alta concentração de amido em sua composição. O presente trabalho objetiva realizar uma revisão bibliográfica sobre o processo de extração do amido de aveia. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, utilizando as bases de dados: PubMed; Scielo; Mendley e Google Acadêmico, onde foram encontrados 110 artigos, e destes 55 foram selecionados para a escrita da revisão bibliográfica. Conclui-se que existem poucos estudos relacionados a extração e utilização do amido de aveia para fins industriais.

**Palavras-chave:** Aveia; Amido; Cereais; Extração do amido.

### **Abstract**

Oats belong to the *Aveneae* genus of the *Gramineae* family, it is a temperate cereal and 60% of the dry matter of the grain is composed of starch. Each starch source is unique in nature and has different characteristics that determine its suitability for a specific application. Starch stands out for ensuring benefits in its technological applications and for ensuring the possibility of extraction from various plant sources. In this scenario, cereals stand out because they contain a high concentration of starch in their composition. The present work aims to carry out a bibliographical review on the process of extracting oat starch. A systematic review of the literature was carried out using the following databases: PubMed; Scielo; Mendley and Google Scholar, where 110 articles were found, and of these 55 were selected for writing the bibliographic review. It is concluded that there are few studies related to the extraction and use of oat starch for industrial purposes.

**Keywords:** Oats; Starch; Cereals; Starch extraction.

### **Resumen**

La avena pertenece al género *Aveneae* de la familia *Gramineae*, es un cereal de clima templado y el 60% de la materia seca del grano está compuesta por almidón. Cada fuente de almidón es única por naturaleza y tiene diferentes características que determinan su idoneidad para una aplicación específica. El almidón se destaca por asegurar beneficios en sus aplicaciones tecnológicas y por asegurar la posibilidad de extracción de diversas fuentes vegetales. En este escenario, los cereales destacan por contener una alta concentración de almidón en su composición. El

presente trabalho tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica sobre el proceso de extracción del almidón de avena. Se realizó una revisión sistemática de la literatura utilizando las siguientes bases de datos: PubMed; Scielo; Mendley y Google Scholar, donde se encontraron 110 artículos, y de estos 55 fueron seleccionados para la redacción de la revisión bibliográfica. Se concluye que existen pocos estudios relacionados con la extracción y aprovechamiento del almidón de avena con fines industriales.

**Palabras clave:** Avena; Almidón; Cereales; Extracción de almidón.

## 1. Introdução

Atualmente observa-se um aumento relacionado a melhora do estilo de vida e conseqüentemente o aumento do consumo de alimentos caracterizados como funcionais, afim de promover benefícios a saúde. Neste cenário, os cereais vêm ganhando destaque por conterem em sua composição nutricional nutrientes que garantem um papel potencialmente benéfico na saúde do consumidor (De Albuquerque *et al.*, 2022; Nunes *et al.*, 2021).

Segundo Bortolini *et al.* (2022), a aveia possui origem no Oriente Médio e era considerada uma planta sem utilidade nas lavouras e trigo e cevada. A aveia pertence ao gênero *Avena* e destaca-se dentre os demais cereais por apresentar uma estrutura diferenciada e devido a sua composição conter um alto teor de fibras, lipídios e  $\beta$ -glucanas (Brasil, 2016).

Representando uma elevada importância nutricional e industrial, o amido é encontrado nos vegetais como carboidrato, tendo os grãos de cereais sua maior reserva, compondo 90% dos polissacarídeos da alimentação humana é bastante utilizado para garantir propriedades tecnológicas adequadas em produtos industriais (Almeida *et al.*, 2013; Gonçalves *et al.*, 2022). Em relação ao amido de aveia, o mesmo apresenta propriedades físicas que o distinguem dos demais amido de fonte vegetal, formando grânulos com tamanhos variados (Denardin; Silva, 2009).

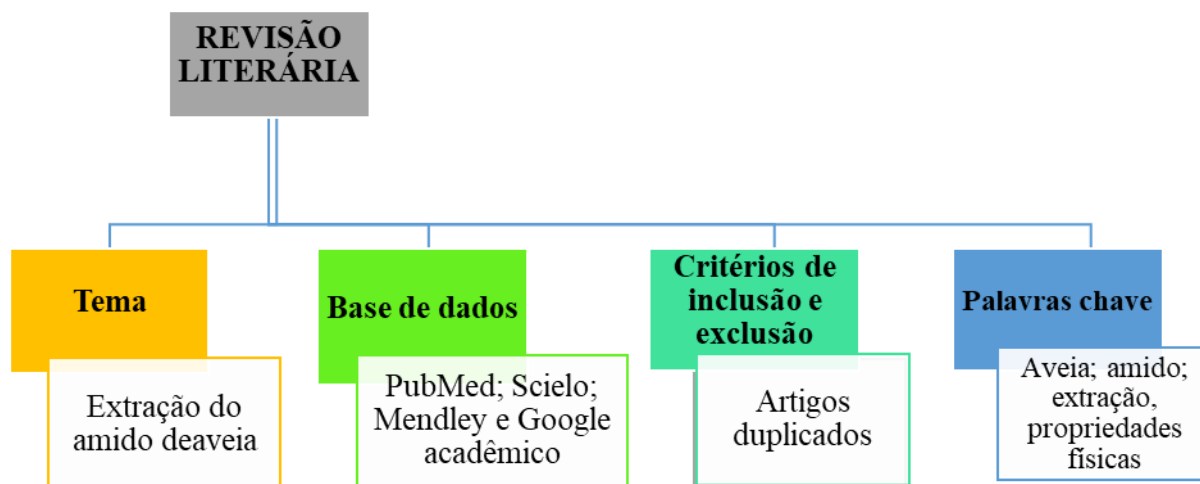
Para que o processo de extração do amido atenda as expectativas, é necessário o uso correto de técnicas e processo que constituem um fato decisivo na obtenção final do produto. Portanto, observa-se um aumento por pesquisas de processos de extração do amido que utilizem novas fontes a fim de que possam compreender as diferenças das características apresentadas por cada fonte (Amaral *et al.*, 2007; Leonel *et al.*, 2011)

Dado ao exposto e levando-se em consideração a importância da extração do amido de aveia para a indústria alimentícia, o objetivo deste artigo foi realizar uma revisão bibliográfica dos principais artigos sobre amido de aveia e o processo de extração.

## 2. Metodologia

O presente estudo apresenta uma revisão bibliográfica realizada no período de agosto de dois mil e vinte. Trata-se de uma revisão narrativa seguindo a metodologia apresentada por Correia & Mesquita (2014). Conforme descrito por Guimarães (2021), a revisão da literatura foi dividida em escolha do tema; escolha da base de dados e definição dos critérios de inclusão e exclusão e definição das palavras chave, conforme apresentado na Figura 1.

**Figura 1** - Processos da revisão literária.



Fonte: Imagem própria dos autores.

Para a revisão bibliográfica os critérios de inclusão e exclusão a fim de encontrar o maior número de artigos relacionados a aveia e ao processo de extração, foram artigos duplicados em bases de dados diferentes e as palavras chaves utilizadas para pesquisar os artigos, pois, a delimitação dos artigos através das palavras chaves influencia na observação da quantidade de artigos produzidos sobre o tema em questão.

As bases de dados definidas para pesquisas dos artigos foram: *PubMed*, *Scielo*, *Mendley* e *Google Acadêmico*, considerando as seguintes palavras chaves: aveia, amido e extração. Foram encontrados 110 artigos, sendo 28 relacionados “aveia”; 54 relacionados a amido e 34 relacionados a extração e destes 55 foram selecionadas para a escrita.

### 3. Descrição da Aveia

A aveia pertence à família *Poaceae* e gênero *Avena*, e apresenta 3 espécies: aveia branca (*Avena sativa L*); aveia amarela (*Avena byzantina*) e aveia preta (*Avena strigosa Schreb*) é um cereal usado principalmente para fins industriais alimentícios (Assis *et al.*, 2017). No período de 2002 a 2016 a aveia ocupava o sétimo lugar em relação ao cultivo e produção mundial de cereais (Usda, 2020). Esse aumento pode ser explicado devido ao aumento da demanda para consumo humano e animal, especialmente após ter sido caracterizada como alimento funcional (Brasil, 1975).

Em relação a produção de aveia mundial, a União Europeia e a Rússia são os maiores produtores, seguidos por Canadá, Austrália e Estados unidos totalizando 22,439 mil toneladas produzidas entre os anos de 2019 a 2020. O Brasil ocupa a sexta posição, sendo a sua maior produção concentrada na região sul do país, Paraná e Rio Grande do sul, respectivamente 180,5 e 669,1 mil toneladas (Conab 2018; Usda, 2020).

Morfológicamente, o grão de aveia pode ser dividido em três partes principais: pericarpo, gérmen e endosperma (Marolli *et al.*, 2018). O pericarpo é composto pelas camadas de epiderme, hipoderme, células finas, células intermediárias, células cruzadas e células tubulares, já a semente é formada pelo endosperma e pelo gérmen, os quais estão recobertos pelas camadas de testa, hialina e aleurona (Battiston *et al.*, 2020), sendo o amido o componente mais abundante da aveia o qual contabiliza 60% do grão (Malanchen, *et al.*, 2019). Ademais, o grão de aveia é um fruto-semente denominado cariopse, por apresentar semente única (Pereira *et al.*, 2020).

Em relação a sua composição centesimal, quando comparada a outras fontes de cereais, a aveia destaca-se por seu elevado teor de proteínas (14%), fibras (9%) e lipídios (8%), conforme representado na Tabela 1. (Costa, *et al.*, 2018).

**Tabela 1** - Composição centesimal dos cereais.

	Proteína (g)	Fibras (g)	Lipídios (g)
Aveia	14,0	9,0	8,0
Milho	8,8	4,8	3,5
Arroz	7,4	2,3	2,8

Fonte: Costa *et al.* (2018).

Em relação a sua utilização, a aveia possui várias formas de utilização tanto para consumo humano quanto para fins industriais (Borges *et al.*, 2006). Quando comparada às as demais fontes de cereais vegetais, a aveia destaca-se por apresentar em sua composição um teor calórico elevado (Galdeano *et al.*, 2014). A Figura 2 representa o grão de aveia a granel.

**Figura 2** - Aveia a granel.



Fonte: Imagem própria dos autores.

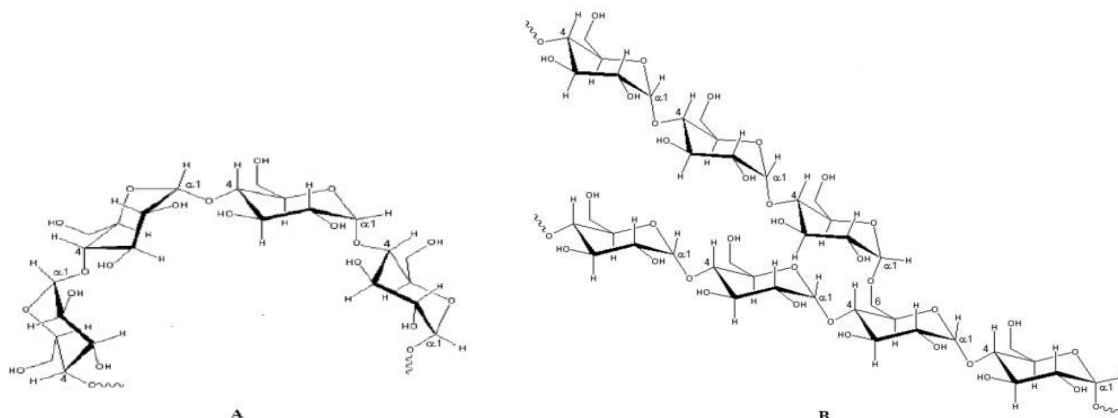
#### 4. Características Gerais do Amido

Amplamente utilizado pelas indústrias alimentícias, de bens de consumo, química, farmacêutica, papelreira, de construção civil, têxtil e petrolífera, o amido é um carboidrato encontrado nos vegetais (Azevedo *et al.*, 2018; Pereira *et al.*, 2020).

Estruturalmente, o amido é composto por cadeias de amilose e amilopectina, onde, a amilose é formada por unidades de glicose, unidas por ligações glicosídicas  $\alpha(1\rightarrow4)$ , originando uma cadeia linear, e a amilopectina por unidades de glicose, unidas em  $\alpha(1\rightarrow4)$  e  $\alpha(1\rightarrow6)$ , formando uma estrutura ramificada (Honorato de Jesus *et al.*, 2018; Luchese, 2018).

A Figura 3-A representa a estrutura química da amilose originando o polímero linear, enquanto a Figura 3-B representa a estrutura química da amilopectina originando um polímero ramificado.

**Figura 3** - Imagem representativa do amido. (A) Estrutura da amilose. (B) Estrutura da amilopectina.



Fonte: Adaptada de Martins *et al.*, (2018).

Embora a amilose seja definida como linear, atualmente se admite que algumas de suas moléculas possuem ramificações, semelhantes à amilopectina (Lima *et al.*, 2019). Além disso, a presença de estruturas intermediárias entre amilose e amilopectina foi proposta para alguns amidos, como o de aveia (Alhasawi *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2020).

Por ser formado por unidades de glicose que compõem as frações de amilose e amilopectina, e por estas se apresentarem em diferentes proporções a depender da fonte de amido estudada (Martínez *et al.*, 2017), pode-se afirmar que amidos provenientes de diferentes fontes possuem características físico químicas distintas e aplicações comerciais variadas que estão ligadas à concentração de amilose/amilopectina, grau de cristalinidade, forma física e tipos de processamento (Pigozzi *et al.*, 2020).

Em seu estado nativo o amido apresenta propriedades hidrofílicas devido à presença dos grupos hidroxila na amilose e na amilopectina, conferindo uma solubilidade elevada em condições específicas (Altmann *et al.*, 2018; Saccomanno *et al.*, 2017). Uma alternativa interessante, em alguns casos, é tornar os polissacarídeos menos solúveis, sendo, uma das formas de tornar os polissacarídeos naturais menos solúveis, a alteração em sua composição química e estrutural (Silva *et al.*, 2020; Vanier *et al.*, 2017).

O amido pode ser classificado como homopolissacarídeo e é composto de anéis de crescimento formados a partir do hilo, onde desenvolve o grânulo e contém partes estruturadas por unidades de glicose, que se alternam entre arranjos de forma linear ou ramificada, tornando o amido nativo um polímero semicristalino com graus variados de cristalinidade (Cunha *et al.*, 2009; Zhu, 2018).

O complexo amilose e amilopectina presentes na estrutura do amido dão origem a regiões cristalinas e amorfas, sendo que a cristalinidade é atribuída principalmente ao componente amilopectina, enquanto as regiões amorfas são representadas principalmente pela amilose (Vamadevan & Bertoft, 2015). No entanto, convém ressaltar que a região cristalina é responsável pela estrutura do grânulo; comportamento na presença de água e menos resistentes ao ataque de enzimas (Zhu & Liu, 2020).

Os amidos nativos possuem certas limitações para muitas aplicações devido a sua incapacidade de suportar as condições de processamento. Modificações físicas, biológicas e químicas são os três principais métodos de modificação, que podem alterar as propriedades do amido (Liu *et al.*, 2020; Martins *et al.*, 2018).

## 5. Amido de Aveia

Os componentes do amido de aveia são divididos em teor de carboidratos (50,63%), proteínas (15,07%), lipídios (7,04%) e minerais que compõem os pequenos constituintes que afetam as propriedades físico-químicas dos grânulos de amido

de aveia (Assis *et al.*, 2017). Conforme descrito por Calleja *et al.* (2020), os grânulos de amido de aveia crescem em cachos, levando a maioria deles a terem formas irregulares ou poligonais.

Conforme Landeira *et al.* (2022), os grânulos de amidos de aveia podem ser classificados de acordo com o tamanho do grânulo apresentado, ou seja, tipo A quando o grânulo apresenta tamanho maior que 16  $\mu\text{m}$ ; tipo B com tamanho entre 5 a 16  $\mu\text{m}$  e grânulo tipo C quando o tamanho é inferior a 5  $\mu\text{m}$ . Para Brodal *et al.* (2020), os grânulos tipo A apresentam tamanhos maiores por se formarem na primeira parte do desenvolvimento do endosperma.

Dentro do grão de aveia, o amido está localizado no endosperma, cercado pelas camadas de farelo  $\beta$ -glucano e ricas em proteínas (Nguyen *et al.*, 2019). Comparado a outros amidos, a extração do amido de aveia é considerada relativamente complicada devido à presença da associação do amido e proteínas (Tagliapietra *et al.*, 2021). Conforme Punia *et al.* (2020a), para isolar o amido de aveia são comumente utilizados a extração alcalina, onde utiliza-se o hidróxido de sódio (NaOH) e sódio carbonato ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), ambos a baixas taxas de cisalhamento e a água em altas taxas de cisalhamento.

O isolamento do amido de aveia pode ser comparado em escala industrial e laboratorial, onde observa-se que no laboratório é acrescentado a farinha de aveia a solução de hidróxido de sódio (NaOH) antes da centrifugação e filtração para purificar o amido (Sheng *et al.*, 2020), e industrialmente a farinha de aveia é processada a seco com imersão em celulase e hemicelulase (Yun *et al.*, 2021). Para a dissolução da proteína, Punia *et al.* (2020) utilizou carbonato de sódio como solução alcalina.

De maneira geral, o amido de aveia apresenta uma capacidade menor de intumescimento granular e solubilidade à 85°C quando comparado ao amido de outras fontes, devido à presença de lipídios associados às moléculas de amilose (Zhang *et al.*, 2018). Com o aumento da temperatura a partir de 85°C, a capacidade de intumescimento e solubilidade do amido de aveia passam a ser maiores que o de outros amidos, em decorrência da formação do complexo amilose – lipídio, proporcionando o aumento da viscosidade da solução (Punia *et al.*, 2020a; Sargautiene *et al.*, 2018).

O poder de expansão é uma medida da capacidade do amido de hidratar-se sob condições específicas como temperatura e teor de água (Assis *et al.*, 2017). Quanto maior essa capacidade de intumescimento dos grânulos, mais enfraquecem as forças de ligações, devido ao aumento da temperatura, facilitando a entrada de água na região cristalina do amido (Marolli *et al.*, 2018).

O amido de aveia possui características especiais, como viscosidade elevada e teor de gordura mais elevado, em relação aos demais amidos (Marolli *et al.*, 2018). Estas diferenças têm sido atribuídas à maior quantidade de lipídio, ao menor comprimento de cadeia da amilose e ao menor tamanho dos grânulos do amido de aveia (Punia *et al.*, 2020a).

## 6. Métodos de Extração do Amido

O amido presente nos alimentos vem se destacando devido a funcionalidade de garantir benefícios às variadas propriedades obtidas através da tecnologia e, também pela possibilidade de ser extraído por várias fontes, tais como milho, arroz, cevada, aveia e diversos outros cereais. O polissacarídeo presente na composição da aveia destaca-se entre os demais por suas propriedades, como alto teor de lipídios; todavia, existem poucos estudos acerca deste amido e, apesar dos diversos métodos existentes para extração ainda há formas de viabilizar a extração do amido de aveia (Salgado-ordosgoitia *et al.*, 2018).

Para Vilpoux; *et al.*, (2019), o processo de extração pode ser influenciado pela fonte vegetal usada para extrair o amido, podendo alterar suas propriedades físico-químicas, estruturais e morfológicas.

Conforme Farias *et al.* (2022), existem vários métodos para isolar o amido, todavia, dentre os métodos destacam-se a extração aquosa e a extração alcalina que seguem as seguintes etapas: moagem, separação, suspensão, centrifugação, purificação e secagem, distinguindo-se apenas no uso de água ou agente alcalino, ao qual garante o bom rendimento do amido (Costa *et al.*, 2017; Li *et al.*, 2020).



No intuito de preservar as características e as propriedades do amido, o método de extração mais utilizado é a que utiliza a água como solvente. Todavia, quando a água é empregada como solvente obtém-se grânulos com alto teor de proteínas e lipídeos (Pires *et al.*, 2020).

Para obter um grânulo com alto rendimento de extração e baixo teor de proteína, utilizam-se solvente alcalino; contudo, este método pode alterar as características do grânulo, e essas alterações dependem do agente alcalino e da concentração utilizada para extração. Entre as opções de agentes alcalinos, os mais comumente utilizado é o hidróxido de sódio (NaOH) em baixas concentrações (Farias *et al.*, 2022).

Durante a extração do amido observa-se que as propriedades ficam susceptíveis a sofrerem alterações que podem gerar prejuízos. Assim, de acordo com a fonte, há uma necessidade de mais processos de extração o que explica o desenvolvimento dos vários métodos de extração. Portanto, espera-se, durante os processos, verificar a melhor técnica para extrair um amido com alto teor de pureza e rendimento (Amaral *et al.*, 2007).

Segundo Pires *et al.* (2020), é possível avaliar a qualidade do método de extração utilizado através da avaliação da composição do amido. O método de extração alcalina geralmente representa um método mais fácil para isolar o amido, que independe de altas temperaturas e garante as propriedades físicas do amido. Quando comparada à extração aquosa, observa-se que ao extrair o amido obtém-se um produto com alto teor de proteínas, contrário a extração alcalina devido ao uso do agente alcalino que mantém a atividade antioxidante promovendo um baixo teor de proteínas e lipídios (Maniglia *et al.*, 2017).

Convém destacar que para cada fonte vegetal existe o procedimento adequado para extrair o amido, e esta diferença pode ser associada principalmente a diferença no conteúdo de proteínas do amido de cada fonte. Para Kiekow *et al.* (2014), a extração do amido de arroz, quando comparada aos demais cereais torna-se mais cara devido a lenta sedimentação em água resultando em perdas durante a etapa de separação e purificação.

As proteínas são classificadas em albuminas que são solúveis em água; globulinas solúveis em solução salinas; prolaminas solúveis em álcool e glutelinas que são solúveis em álcalis. A aveia é composta por umas proteínas denominada avenina que é uma prolamina e glutelinas, justificando-se o uso da extração alcalina ser o método mais utilizado para extrair o amido da aveia (Wang & Wang, 2004),

Para Cardoso *et al.*, (2006) a extração alcalina apresenta resultados diferentes que dependem do tempo de exposição e concentração da solução, sendo que a natureza da solução possui um papel importante na alteração da estrutura granular do amido.

No processo de extração do amido, a substâncias presentes em sua composição, como lipídeos e proteínas, podem permanecer em pequenas quantidades na composição do amido, porém, convém ressaltar, que quanto menor o teor dessas substâncias, mais eficiente é o método de extração e melhor será a qualidade do produto (Lindeboom *et al.*, 2004).

Existem outros métodos capazes de isolar o amido de aveia, como os enzimáticos utilizando proteases alcalinas ou neutras, porém a adição do hidróxido de sódio torna-se essencial para o processo de extração das proteínas que se encontram firmemente associadas à superfície dos grânulos de amido (Vieira *et al.*, 2008; Lundubwong & Sieb, 2000; Wang & Wang, 2004).

## 7. Modificações do Amido Nativo

Os grânulos de amido, por meio das modificações químicas, podem alterar a estrutura dos grânulos, acrescentando novos grupos funcionais, alterando sua propriedade físico-químicas e promovendo sua utilização industrial, adequando suas propriedades para usos específicos. As mudanças nas propriedades físico-químicas do amido tornam-se fundamentais para compreender a eficiência do processo de alteração em escala industrial (Malachen *et al.*, 2019).

O amido é constituído por grânulos formados por macromoléculas lineares e ramificadas, as quais são interligadas por meio de ligações de hidrogênio e origina as regiões cristalinas. Quando observados sob luz polarizada é possível observar que os grânulos tornam-se birrefringentes e apresenta a Cruz de Malta. É possível observar o ordenamento estrutural dos grânulos por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e através das propriedades de difração de raio-X (Azevedo *et al.*, 2018; Leonel *et al.*, 2011).

Os grânulos de amido apresentam tamanhos e estruturas diferentes que variam conforme sua fonte e comumente os grânulos variam de 1 a 100µm e apresentam formatos regulares e irregulares. Ademais, os grânulos de amido podem ser classificados de acordo com a forma (esférica, poligonal, lenticular), distribuição da forma (uni ou bi-modal) e conforme tipo de associação (individual ou composta) (Denardini; Silva, 2009; Spada, 2011).

## 8. Aplicações Tecnológicas do Amido

Considerando a utilização do amido para fins industriais, os diferentes compostos químicos do grão de aveia possibilitam uma utilização diferenciada em aplicações industriais. Observa-se atualmente que a aplicação do amido de aveia vem destacando-se no uso da aplicação relacionada a revestimentos comestíveis por apresentarem características favoráveis, como ausência de odor, incolores e por terem baixo custo. Considerando a questão nutricional, o amido de aveia também se destaca nas industriais devido ao seu valor calórico quando comparada as demais fontes de cereais (Brodal *et al.*, 2020; Calleja *et al.*, 2020).

As aplicações tecnológicas do amido são diversas e, no setor de alimentos podem ser aplicados como espessantes, formadores de filmes, estabilizadores, agentes gelificantes, emulsionantes e materiais encapsulantes. Tais características promovem o interesse das indústrias em promover o uso deste produto em suas formulações (Martins *et al.*, 2020).

Portanto, observa-se atualmente que há um grande interesse das indústrias no desenvolvimento de produtos utilizando amido com alto valores de luminosidade, que apresentem leveza e pureza e que possuam coloração branca. A utilização de novas fontes para extração de amido pode proporcionar redução de custos nas indústrias, além de promover novos amido e propriedades diferentes (Altman *et al.*, 2018; Cunha *et al.*, 2020).

Dado ao exposto, e considerando a importância do amido extraído da aveia, o presente estudo apresenta como sugestão de trabalhos futuros a utilização do amido de aveia em aplicações, como encapsulantes ou espessantes, a fim de desenvolver ou encapsular um produto com características e propriedades diferentes.

## 9. Conclusão

O amido é muito utilizado na indústria alimentícia para alterar ou controlar diversas características, como a textura dos alimentos. Ademais, observa-se um aumento constante no consumo da aveia pela população. Sendo assim, ao promover a extração do amido de aveia obtém-se um produto com alta presença de teor de lipídios e também seu alto grau de complexação com a amilose fazem com que este amido apresente comportamento diferenciado em relação ao de outros cereais.

Percebe-se que é necessário estudo acerca das aplicações utilizando amido de aveia em formulações industriais a fim de expandir seu uso e fornecer informações importantes para as indústrias a fim de incentiva-las ao uso.

## Referências

AlHasawi, F. M., Fondaco, D., Ben-Elazar, K., Ben-Elazar, S., Fan, Y. Y., Corradini, M. G., ... & Rogers, M. A. (2017). In vitro measurements of luminal viscosity and glucose/maltose bioaccessibility for oat bran, instant oats, and steel cut oats. *Food Hydrocolloids*, 70, 293-303. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.04.015>.

Almeida, M. C. B. M. (2013). *Estudo para fins industriais das propriedades funcionais do amido nativo e modificado hidrotermicamente, provenientes de banana verde, variedade 'prata'* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal De Campina Grande, Pombal, PB, Brasil.



- Altmann, I., Atz, N. R., & Rosa, S. M. (2018). Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos a partir de amido de milho: uma proposta experimental de produção de biofilmes em sala de aula. *Química Nova na Escola*, 40(1), 53-58.
- Azevedo, L. C. D., de SA, A. S., Rovani, S., & FUNGARO, D. A. (2018). Propriedades do amido e suas aplicações em biopolímeros. *Cadernos de prospecção*.
- Battiston, J., Henrique, D. S., Mayer, L. R. R., Kölln, R. S., Fluck, A. C., Oliveira, J. G., ... & Fernandes, R. A. A. (2020). Composição química e cinética de degradação ruminal in vitro de aveia branca cv. URS guapa sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72, 581-589.
- Borges, J. T. D. S., Pirozi, M. R., Della Lucia, S. M., Pereira, P. C., Moraes, A. R. F. E., & Castro, V. C. (2006). Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. *Boletim do centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 24(1).
- Bortolini, J., Dolovitsch, J. V., Boemo, L. S., & Da Silveira, T. R. (2022). Avaliação das diferentes adubações na culturada aveia branca (aveia sativa). *Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica*.
- Brasil – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos IX - Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas*. 2008. [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 (aveia sativa, l). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 06 mai. 1975. <https://encaldf.com.br/wp-content/uploads/2020/06/CEVADA-PORTARIA-191.pdf>
- Brodal, G., Aamot, H. U., Almvik, M., & Hofgaard, I. S. (2020). Removal of small kernels reduces the content of Fusarium mycotoxins in oat grain. *Toxins*, 12(5), 346. <https://doi.org/10.3390/toxins12050346>
- Calleja, Á. M. M., Coutinho, A. X. P., & Santos, A. L. (2020). Novo método de extração de amidos do cálculo dentário e criação de uma coleção identificada para a reconstrução das dietas do passado. *Antropologia Portuguesa*, (37), 99-129.
- Conab: Companhia Nacional de Abastecimento. (2018). Acompanhamento Da Safra Brasileira Grãos. *Monitoramento Agrícola- Safra 2017/18*. <https://doi.org/ISSN 2318-6852>.
- Correia, A. M. R., & Mesquita, A. B. (2014). *Mestrados e Doutoramentos: 2ª Edição*. Vida Economica Editorial. <https://books.google.com.br/books?id=MSTYBAAAQBAJ&lpg=PR7&ots=bTJanqu4na&lr&hl=pt-BR&pg=PA4#v=onepage&q&f=false>
- Costa, D. R. D. (2018). *Resíduo industrial de aveia: extração e caracterização do amido visando aplicação em revestimento comestível adicionado de composto antifúngico natural* (Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- Costa, J. D. A., Irineu de Oliveira Junior, G., Vasconcelos Costa, A. G., Esteves Oliveira, F. C., Paixão, M. P. C., Neves Ribeiro, D., ... & Alfenas, R. D. C. G. (2017). *Índice glicêmico e resposta glicêmica de mingau de amido de milho com adição de aveia, linhaça ou fibra solúvel isolada*.
- Cunha, P. L. R. D., Paula, R. C. M. D., & Feitosa, J. (2009). Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. *Química Nova*, 32, 649-660.
- De Albuquerque Lemos, D. E., Maciel, F. F. C., da Silva, M. L. A. F., & de Melo, M. F. F. T. Capítulo 3 a influência do consumo da aveia em flocos no perfil lipídico e estado nutricional dos idosos de uma instituição de longa. *Nutrição Clínica: os desafios do novo cenário*, 51.
- Denardin, C. C., & Silva, L. P. D. (2009). Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural*, 39, 945-954.
- Farias, A. V. (2022). Caracterização das propriedades do amido da crueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) isolado por diferentes métodos de extração. [https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/8762/8/Disserta%c3%a7%c3%a3o\\_AmandaFarias\\_PPGCEM.pdf](https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/8762/8/Disserta%c3%a7%c3%a3o_AmandaFarias_PPGCEM.pdf)
- Galdeano, M. C., Wilhelm, A. E., Grossmann, M. V. E., & Mali, S. (2014). Efeito do processamento e das condições ambientais nas propriedades de materiais biodegradáveis de amido de aveia. *Polímeros*, 24, 80-87.
- Guimarães, G. N. H. G., Dadalto, J. O., Figueiredo, L., Prado, L. F., Morais, M. F. S., Gaspar, R., ... & Maccagnan, P. (2021). Aveia E Saúde Humana: uma revisão bibliográfica. *Revista Higei@-Revista Científica de Saúde*, 3(6).
- Honorato de Jesus, J. H., de Oliveira, M. D. C. S., Brondani, F. M. M., Lima, R. R. O., & Vieira, R. (2018). Propriedades físico-químicas do amido do cará (*Dioscorea cayennensis*) nativo e modificado por acetilação. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 4(4), 0429-0436.
- Landeira, M. A. C. (2022). *Obtenção de biofilmes de pcl/amido de mandioca e estudo comparativo de diferentes proporções para embalagens alimentícias* (Bachelor's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).
- Leonel, M., Carmo, E. L. D., Leonel, S., Franco, C. M. L., & Campanha, R. B. (2011). Extração e caracterização do amido de diferentes genótipos de bananeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 599-605.
- Li, Z.; & Wei, C. (2020) Morphology, structure, properties and applications of starch ghost: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 163, 2084–2096.
- Li, Z., & Wei, C. (2020). Morphology, structure, properties and applications of starch ghost: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 163, 2084-2096.

- Liu, Y., Chao, C., Yu, J., Wang, S., Wang, S., & Copeland, L. (2020). New insights into starch gelatinization by high pressure: Comparison with heat-gelatinization. *Food chemistry*, 318, 126493.
- Luchese, C. L. (2018). Desenvolvimento de embalagens biodegradáveis a partir de amido contendo subprodutos provenientes do processamento de alimentos (Tese de doutorado). <http://hdl.handle.net/10183/178251>
- Madella, D. K. S. F., & de Melo, N. R. (2022). Material de base orgânica como alternativa para embalagem de produtos alimentícios. *Research, Society and Development*, 11(10), e15111032244-e15111032244.
- Malanchen, B. E., Da Silva, F. A., Gottardi, T., Terra, D. A., & Bernardi, D. M. (2019). Composição e propriedades fisiológicas e funcionais da aveia. *Fag Journal of Health (Fjh)*, 1(2), 185-200.
- Maniglia, B. C., Tessaro, L., Lucas, A. A., & Tapia-Blácido, D. R. (2017). Bioactive films based on babassu mesocarp flour and starch. *Food Hydrocolloids*, 70, 383-391.
- Marolli, A., Da Silva, J. A. G., Sawicki, S., Binelo, M. O., Scremin, A. H., Reginatto, D. C., ... & Lambrecht, D. M. (2018). A simulação da biomassa de aveia por elementos climáticos, nitrogênio e regulador de crescimento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70, 535-544.
- Martínez, J., Hernández, J., & Arias, A. (2017). Propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón de arroz (*Oryza sativa* L) blanco e integral. Physicochemical and functional properties of white and brown rice (*Oryza sativa* L) starch. *Alimentos Hoy*, 25(41), 15-30.
- Martins, P. C., Gutkoski, L. C., & Martins, V. G. (2018). Impact of acid hydrolysis and esterification process in rice and potato starch properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, 959-965. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.170>.
- Nunes, P. L., dos Santos, J. P., da Silva, J. A. G., & COLET, C. D. F. (2021). Aveia branca propriedades nutracêuticas: revisão da literatura. In *Congresso Internacional em Saúde* (No. 8).
- Pereira, T., Giusti, B. E. B., Sponchiado, J. C., Zilio, M., Mantovani, A., dos Santos Palavicini, A. L., ... & Vieira, T. B. (2020). Produtividade e qualidade industrial de grãos de cultivares de aveia branca. *Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão*, e25332-e25332.
- Pigozzi, M. T., Mendes, F. Q., Caldas, J. N., de Oliveira, I. R. N., Fialho, A. R., de Souza Eufrazio Filho, F. A., ... & Silva, I. B. (2020). Qualidade pós-colheita de banana revestida com álcool polivinílico e amido. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 74637-74648.
- Pires, M. B., Amante, E. R., de Oliveira Petkowicz, C. L., Esmerino, E. A., da Cruz Rodrigues, A. M., & da Silva, L. H. M. (2021). Impact of extraction methods and genotypes on the properties of starch from peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) fruits. *LWT*, 150, 111983.
- Punia, S., Sandhu, K. S., Dhull, S. B., Siroha, A. K., Purewal, S. S., Kaur, M., & Kidwai, M. K. (2020). Oat starch: Physico-chemical, morphological, rheological characteristics and its applications-A review. *International journal of biological macromolecules*, 154, 493-498.
- Saccomanno, B., Chambers, A. H., Hayes, A., Mackay, I., McWilliam, S. C., & Trafford, K. (2017). Starch granule morphology in oat endosperm. *Journal of Cereal Science*, 73, 46-54.
- Salgado, S. M., DE FARO, Z. P., Guerra, N. B., & Livera, A. V. S. (2005). Aspectos físico-químicos e fisiológicos do amido resistente. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 23(1).
- Salgado-Ordosgoitia, R. D., Rodríguez-Manrique, J. A., Cohen-Manrique, C. S., & Mendoza-Ortega, G. P. (2018). Characterization of the techno-functional properties of starch from Purple yam (*Dioscorea alata*), Hawthorn yam (*Dioscorea rotundata*) and Diamante 22-type yam. *Dyna*, 85(207), 143-152.
- Santos, N. S., Costa, R. I. S. A., de Melo, T. S., Matos, G. B., Santos, P. T. M., Santos, J. M., ... & Constant, P. B. L. (2020). Efeito do emprego de zeína e pré gelatinização do amido na formulação de pão sem glúten. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 82920-82928.
- Sargautiene, V., Nakurte, I., & Nikolajeva, V. (2018). Broad prebiotic potential of non-starch polysaccharides from oats (*L.*): An study. *Polish journal of microbiology*, 67(3), 307-313.
- Sheng, W., Xu, X., Zhou, S., Zhang, X., Huang, Z., Du, J., ... & Wang, S. (2020). Synthesis and Reactivity of NNNNN-Pincer Multidentate Pyrrolyl Rare-Earth-Metal Amido-Chloride or Dialkyl Complexes. *Organometallics*, 39(24), 4525-4534.
- Silva, Alexandre Martins da; DAUDT, R. M. (2019). Influência do tipo de amido e aquecimento-convencional e ôhmico-sobre as propriedades de géis. *Ayay*, 8(5), 55. <http://hdl.handle.net/10183/192972>
- Silva, M. L. T., Brinques, G. B., & Gurak, P. D. (2020). Development and characterization of corn starch bioplastics containing dry sprout by-product flour. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23.
- Spada, Jordana Corralo. Uso do amido de pinhão como agente encapsulante (2011). Tagliapietra, B. L., Felisberto, M. H. F., Sanches, E. A., Campelo, P. H., & Clerici, M. T. P. S. (2021). Non-conventional starch sources. *Current Opinion in Food Science*, 39, 93-102. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.11.011>.
- Usda. Grain: World Markets and Trade. *United States Department of Agriculture* (2020). Disponível: < <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/zs25x844t/j3860r71x/7h14b7488/grain.pdf> >
- Vamadevan, V., & Bertoft, E. (2015). Structure-function relationships of starch components. *Starch-Stärke*, 67(1-2), 55-68.
- Vanier, N. L., El Halal, S. L. M., Dias, A. R. G., & da Rosa Zavareze, E. (2017). Molecular structure, functionality and applications of oxidized starches: A review. *Food chemistry*, 221, 1546-1559.
- Vásquez, S., Mattioni, B., Brasil, J. V., Domingues, E., & De Francisco, A. (2016). Extração e purificação de fibra solúvel de cevada utilizando dois protocolos enzimáticos. *Agronomía Colombiana*, 34(1Supl), S1430-S1433.

Vilpoux, O. F., Brito, V. H., & Cereda, M. P. (2019). Starch extracted from corms, roots, rhizomes, and tubers for food application. In *Starches for Food Application* (pp. 103-165). Academic Press.

Yonemoto, P. G., Calori-Domingues, M. A., & Franco, C. M. L. (2007). Efeito do tamanho dos grânulos nas características estruturais e físico-químicas do amido de trigo. *Food Science and Technology*, 27, 761-771.

Yun, P., Devahastin, S., & Chiewchan, N. (2021). In vitro glycemic index, physicochemical properties and sensory characteristics of white bread incorporated with resistant starch powder prepared by a novel spray-drying based method. *Journal of food engineering*, 294, 110438.

Zhang, N., Gao, Y., Tong, L., & Li, Z. (2018). Superheated steam processing improved the qualities of oats flour and noodles. *Journal of Cereal Science*, 83, 96-100.

Zhu, F., & Liu, P. (2020). Starch gelatinization, retrogradation, and enzyme susceptibility of retrograded starch: Effect of amylopectin internal molecular structure. *Food Chemistry*, 316, 126036.