

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Aline Louzada Ristau

**O uso do pinhão (semente de *Araucaria angustifolia*) na área de alimentos: uma revisão**

FLORIANÓPOLIS

2021

Aline Louzada Ristau

**O uso do pinhão (semente de *Araucaria angustifolia*) na área de alimentos: uma revisão**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em  
Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de  
Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa  
Catarina como requisito para a obtenção do título de  
Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Renata Dias de Mello Castanho  
Amboni

FLORIANÓPOLIS

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ristau, Aline Louzada

O uso do pinhão (semente de Araucaria angustifolia) na  
área de alimentos: uma revisão : uma revisão / Aline  
Louzada Ristau ; orientadora, Renata Dias de Mello  
Castanho Amboni, 2021.

44 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos,  
Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2. Pinhão. 3.  
Araucaria angustifolia. 4. Produtos alimentícios. I.  
Amboni, Renata Dias de Mello Castanho . II. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos. III. Título.

Aline Louzada Ristau

**O uso do pinhão (semente de *Araucaria angustifolia*) na área de alimentos: uma revisão**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovado em sua forma final.

Florianópolis, 05 de maio de 2021.

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Carolina de Oliveira Costa  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Renata Dias de Mello Castanho Amboni  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carlise Beddin Fritzen Freire  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vivian Maria Burin  
Universidade Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais e irmã pelo amor e apoio constante antes e durante a minha graduação.

Agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina, por me permitir cursar uma graduação de excelência.

Agradeço a todos os meus professores da graduação, pois foram essenciais para a formação do meu conhecimento. Em especial, agradeço à professora Renata Dias de Mello Castanho Amboni, orientadora da minha iniciação científica e do meu trabalho de conclusão de curso. Obrigada professora, por todo o carinho, paciência e ensinamentos.

Agradeço às minhas colegas do Laboratório de Frutas e Hortaliças, pela gentileza de estarem sempre dispostas a ensinar e pela ótima companhia. Em especial, à Michelly, que dividiu salas de aula, tardes no laboratório, trabalhos, almoços e cafés comigo durante os últimos anos.

Agradeço a todos os amigos que fiz durante esses anos de graduação, eu os levo no meu coração.

Agradeço ao Pedro pelo companheirismo e amor inesgotável, e ao Bilbo, nosso querido cachorro, por ser fonte diária de alegria.

## Resumo

A *Araucaria angustifolia* é uma árvore típica do bioma da Mata Atlântica e se encontra na lista de espécies ameaçadas de extinção, sendo proibido o seu corte. Para a sua preservação, faz-se necessário o incentivo de sua plantação visando a produção de pinhão, aumentando o apelo econômico da araucária. A semente do pinhão é largamente consumida na Região Sul do Brasil durante o período de safra, estando presente em diversas festividades durante as estações de outono e inverno. A falta do uso do pinhão como matéria-prima em produtos industrializados limita o seu consumo e o seu mercado consumidor, que é constituído principalmente pela população regional nos estados onde há o extrativismo do pinhão. Desse modo, este trabalho de conclusão de curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica da semente da *Araucaria angustifolia* e suas possíveis aplicações na área de alimentos. A farinha de pinhão é um possível produto advindo da semente, e pode ser empregada em diversos produtos alimentícios, como bolos, pães, biscoitos, *snacks*, como adjunto no processo cervejeiro, entre outros. O amido de pinhão pode ser utilizado na constituição de biofilmes, como cobertura de frutas e vegetais ou até mesmo na substituição de embalagens plásticas convencionais. Já a casca de pinhão, considerada um subproduto, por ser rica em fibras e em compostos fenólicos, pode ser empregada em alimentos como fonte de fibras e compostos antioxidantes. Apesar de ainda ser pouco utilizado à nível industrial, a semente de pinhão é uma matéria-prima promissora, apresentando uma vasta gama de possibilidades de aplicação na indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** Pinhão. *Araucaria angustifolia*. Farinha de pinhão. Amido de Pinhão. Casca de Pinhão.

## **Abstract**

The *Araucaria angustifolia* is a typical tree from Mata Atlântica and is has been listed as an endangered species, for this reason, the cut of the tree is prohibited. For its preservation, it is necessary to incentive its plantation envisioning the production of the pine seed, increasing the economic appeal of the tree. The pine seed is largely consumed in the South of Brazil during its harvest season, and it is present in local festivities during the fall and winter. The lack of use of the pine seed as raw material in industrialized food limits its consumption, since pine seeds are basically eaten in the regions of its extraction. Therefore, this graduate final paper in Food Science, has as an objective to produce a literature review of the pine seed and its possible applications in the food field. The pine seed flour is a possible product made from the seed, and it can be used in a variety of products, like cakes, breads, snacks, and others. The pine seed starch can be used in biofilms, as coating for fruits and vegetables or even in the substitution of plastic packaging. The pine seed coat, considered as a subproduct, contains fibers and phenolic compounds, and it can be used in food as source of fibers and antioxidant compounds. Despite the pine seed being not commonly used in the food industry, it is a promising raw material, as it can be used in a variety of applications.

**Keywords:** Pine Seed. *Araucaria angustifolia*. Pine seed flour. Pine seed starch. Pine seed coat.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Araucária adulta.....	15
Figura 2 - Diâmetro do tronco de duas araucárias com 10 anos de idade.....	17
Figura 3 - Pinhas de diferentes tamanhos.....	19
Figura 4 - Estruturas que compõem a pinha (pinhões cheios, chochos e falhas).....	19
Figura 5 - Partes do pinhão (casca, endosperma e embrião).....	20

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Composição de pinhão cru e cozido.....	21
Tabela 2 – Composição da farinha de pinhão cru e farinha de pinhão cozido.....	23

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS .....	13
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
3 METODOLOGIA.....	14
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
4.1 <i>Araucaria angustifolia</i> .....	15
4.2 PINHÃO .....	18
4.3 UTILIZAÇÃO DO PINHÃO NA FORMULAÇÃO DE ALIMENTOS .....	22
<b>4.3.1 Bebidas à base de pinhão .....</b>	<b>22</b>
<b>4.3.2 Farinha de pinhão .....</b>	<b>23</b>
4.3.2.1 <i>Produtos de panificação à base de farinha de pinhão</i> .....	24
4.3.2.2 <i>Utilização de farinha de pinhão em cerveja</i> .....	25
4.3.2.3 <i>Produtos sem glúten à base de farinha de pinhão</i> .....	26
<b>4.3.3 Amido do Pinhão .....</b>	<b>28</b>
4.3.3.1 <i>Aplicações do amido do pinhão</i> .....	29
<b>4.3.4 Casca do Pinhão .....</b>	<b>31</b>
4.3.4.1 <i>Compostos fenólicos da casca do pinhão</i> .....	31
4.3.4.2 <i>Atividade antioxidante da casca do pinhão</i> .....	32
5 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

Os Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM) são produtos que podem ser extraídos de florestas, com exceção da madeira, já que para obtê-los não pode ocorrer a derrubada de árvores. Os PFNM constituem uma alternativa para a manutenção e preservação das florestas, refletindo também nos aspectos sociais e econômicos, já que muitas famílias praticam o extrativismo e necessitam da renda proveniente dessa prática. (EMBRAPA, 2012). O pinhão é um Produto Florestal Não Madeireiro, e o seu extrativismo está ligado com a identidade histórico cultural da região Sul do Brasil, sendo ingrediente de diversos pratos típicos e estando presentes nas festividades que ocorrem durante a sua safra, entre os meses de abril e julho (SANTOS *et al.*, 2002).

Na cadeia comercial do pinhão, pouco valor é agregado ao produto entre a colheita e o momento da venda, já que o pinhão é comumente comercializado *in natura* ou cozido, dispensando processos industriais e praticamente não sendo utilizado como ingrediente na indústria de alimentos (VIEIRA-DA-SILVA, ANDRADE, REIS, 2009). Desse modo, pesquisas vêm sendo feitas para estudar as possibilidades de aplicação do pinhão na área de alimentos, cosmética, entre outras, valorizando-o como matéria-prima.

O endosperma do pinhão é rico em carboidratos, sendo uma boa fonte de amido, que pode ser utilizado na indústria de alimentos em diversas aplicações: como possível substituto do amido de milho, na formulação de biofilmes e na produção de xaropes de frutose e de glicose, devido à baixa quantidade de proteína contida no amido de pinhão (BELLO-PÉREZ *et al.*, 2006).

A farinha de pinhão é um possível produto obtido a partir do endosperma da semente, podendo ser utilizada como ingrediente principal ou como substituição parcial de outras farinhas, especialmente na área de panificação. A farinha pode ser feita a partir do pinhão cru, cozido ou pré-gelatinizado, dependendo de qual tipo será mais adequado para o produto a qual será adicionada. A ausência de proteínas do glúten no pinhão, tornam a farinha de pinhão adequada para ser utilizada em produtos destinados ao público celíaco, que hoje constitui um nicho de mercado em ascensão (EUROMONITOR, 2018).

A casca do pinhão geralmente é descartada, constituindo um bioresíduo que pode ser direcionado para outros usos. O elevado teor de compostos fenólicos e fibras faz com que a casca do pinhão seja um bioresíduo de alto valor (SANTOS *et al.*, 2017). Estudos mostram o

potencial de aplicação da casca como adsorvente de corantes (ROYER, 2008; CARDOSO, 2010; CALVETE, 2011; NEUBAUER *et al.*, 2014), para a produção de farinha (ZIMMERMENN, HELM, COSTA, 2013), extrato antioxidante (TONIOLO, OLIVERA, 2011; ANTUNES, 2012), entre outros.

Este trabalho de revisão bibliográfica tem como intuito sintetizar informações de trabalhos que utilizaram o pinhão como objeto de estudo, especialmente na área de alimentos, e desse modo, contribuir para a propagação do conhecimento sobre a semente de pinhão e como ela pode ser utilizada integralmente, valorizando a matéria-prima e os trabalhadores envolvidos no extrativismo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre a semente de pinhão e as possíveis aplicações do endosperma e da casca na área de alimentos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar uma revisão geral da *Araucaria angustifolia* e da importância do pinhão como fonte de renda para famílias que praticam o extrativismo;
- Discorrer sobre o endosperma do pinhão e suas possíveis aplicações em bebidas;
- Discorrer sobre a farinha de pinhão e suas possíveis aplicações em alimentos;
- Discorrer sobre o amido de pinhão e suas possíveis aplicações em alimentos;
- Discorrer sobre a casca de pinhão e suas possíveis aplicações.

### 3 METODOLOGIA

Nesse trabalho foram utilizados artigos, teses, seminários, periódicos, livros, entre outros, referentes aos assuntos abordados nessa revisão bibliográfica. A literatura consultada constitui-se de trabalhos em língua portuguesa ou inglesa, referente à *Araucaria angustifolia*, à semente de pinhão e seus usos, à questão social envolvendo as famílias que praticam o extrativismo e aos produtos produzidos a partir da semente do pinhão.

As principais bases consultadas foram: Google Scholar, Science Direct, Scopus e o site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Foram também utilizados repositórios de universidades Brasileiras e endereços eletrônicos.

O período de pesquisa estipulado foi entre os anos 2001 e 2020. As palavras utilizadas na pesquisa foram: *Araucaria angustifolia*, pinhão, farinha de pinhão, casca de pinhão, amido de pinhão, produção de pinhão; e na língua inglesa: pine seed, pine seed flour, pine seed coat, pine seed starch, pine seed production.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 *Araucaria angustifolia*

A *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze é uma árvore conhecida popularmente como araucária, pinheiro brasileiro ou pinheiro do Paraná. Nativa de regiões mais frias, é encontrada principalmente na Região Sul do Brasil, estando presente também em lugares de altas altitudes nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. As araucárias ocorrem na Floresta Ombrófila Mista, que pertence ao bioma Mata Atlântica (WENDLING, ZANETTE, 2017). A Figura 1 ilustra uma araucária adulta com densa ramificação.

Sua mata original cobria cerca de 20 milhões de hectares<sup>2</sup>, sendo que 40% desse total se encontrava no Paraná, 31% em Santa Catarina, 25% no Rio Grande do Sul, 3% em São Paulo e 1% no Rio de Janeiro e em Minas Gerais (GUERRA *et al.*, 2002). A partir da metade do século 19, a madeira das araucárias começou a ser utilizada na construção civil e na fabricação de móveis. Sua madeira foi amplamente utilizada por cerca de 100 anos, atingindo o pico de seu uso na década de 1970. Em decorrência da falta de replantio e da alta taxa de desmatamento da mata original, a exploração da araucária teve que ser drasticamente reduzida, encerrando-se o ciclo econômico da mesma (WENDLING, ZANETTE, 2017). Hoje, o pinheiro brasileiro encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção e resta somente 2% de sua área original, tornando a Mata de Araucárias o ecossistema mais devastado do Brasil (BRASIL, 2014; WENDLING, ZANETTE, 2017).

Figura 1 - Araucária adulta.



Fonte: Wendling, Zanette (2017)

A araucária é uma conífera brasileira perenifólia com altura entre 10 e 35 metros, possuindo um tronco reto e cilíndrico. É uma árvore dióica, ou seja, as árvores femininas e masculinas são distintas; sendo que o pinhão provém do óvulo fecundado dos exemplares femininos. A araucária é uma árvore de vida longa, vivendo cerca de 200 a 300 anos. Seu melhor desenvolvimento se dá a partir dos 30 anos de idade, apesar da primeira floração da araucária ocorrer geralmente após 12 a 15 anos do plantio (AQUINO, 2005; WENDLING, ZANETTE, 2017).

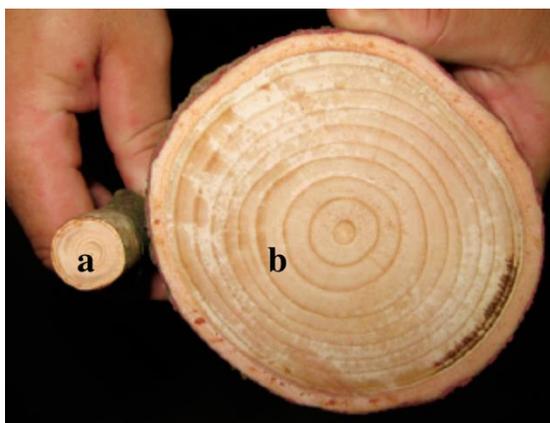
Leis foram criadas para a preservação das araucárias no Brasil, mas pouco foi feito para incentivar o plantio. O crescimento da araucária é lento e pouco se sabia sobre a sua biologia no início do século, o que desestimulou o replantio da árvore. Quando o corte do pinheiro brasileiro foi legalmente proibido em 2001, agravou-se a desestimulação do plantio de novas árvores, pois o ganho econômico dos produtores de araucárias foi praticamente cessado, já que não era mais possível a comercialização de sua madeira (WENDLING, ZANETTE, 2017). Nesse sentido, foi importante focar na obtenção de produtos florestais não madeireiros (PFNM) para contribuir com a manutenção das araucárias e aumentar o plantio da espécie (WENDLING, ZANETTE, 2017).

Existem estudos liderados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) sobre enxertia e manejo das araucárias, fazendo com que a produção das mesmas seja mais viável. Esses estudos visam contornar a floração tardia da araucária, acelerando a produção do pinhão em árvores jovens. A enxertia consiste em enxertar o broto de uma araucária madura em uma araucária jovem, clonando, assim, matrizes de alta qualidade. Araucárias enxertadas começam a produzir pinhões após 10 anos, de 2 a 5 anos a menos que uma araucária que não passou pelo processo de enxertia (WENDLING *et al.*, 2017; ZANETTE, 2018).

Para preservar as araucárias é necessário ir além da proibição do corte das árvores remanescentes originais da Floresta Ombrófila Mista, já que essas árvores irão morrer eventualmente. É necessário que haja o plantio de novos exemplares em áreas adequadas e a valorização do pinhão como produto florestal não madeireiro. A preservação das araucárias localizadas em mata fechada não garante a preservação da espécie, pois a ausência de luz dificulta o desenvolvimento das árvores. É necessário que as araucárias sejam plantadas com um espaçamento de 8 a 10 metros entre um exemplar e outro, garantindo o melhor desenvolvimento da espécie. A cada hectare é possível plantar de 100 a 120 árvores, utilizando

o solo remanescente com outras culturas anuais, aumentando, assim, os ganhos do produtor (ZANETTE, 2018). A Figura 2 ilustra a diferença de desenvolvimento da araucária em duas situações: (a) se desenvolveu em área intensamente sombreada, e (b) em área com luz solar direta.

Figura 2 - Diâmetro do tronco de duas araucárias com 10 anos de idade



(a) se desenvolveu em área intensamente sombreada e (b) em área com luz solar direta.

Fonte: Wendling, Zanette (2017)

Poucos estudos são encontrados referente às pessoas envolvidas na cadeia produtiva do pinhão e a renda gerada pela colheita da semente, porém, sabe-se que o pinhão é fonte de renda e alimento para comunidades rurais que moram no entorno de áreas com ocorrência de araucárias (SILVA, REIS, 2009; VIEIRA-DA-SILVA, 2013).

Silveira *et al.* (2011) relataram que em cidades da região Sudoeste do Paraná, famílias inteiras se dedicam à atividade de extração e comercialização do pinhão. Geralmente os homens fazem a colheita, seja das pinhas caídas no chão naturalmente pela maturação; ou pela derrubada da pinha subindo nas árvores, utilizando-se de cordas, esporas e varas de bambu para auxiliar na atividade. Mulheres, crianças e idosos geralmente contribuem na debulha das pinhas, que normalmente é feita próxima ao local da colheita, e também ajudam na comercialização do pinhão nas margens de estradas e rodovias, sendo este vendido cru ou cozido.

No aspecto social, a atividade de extração e comercialização do pinhão está ligada à sobrevivência de famílias de baixa renda, sendo notável que nas estações de outono e inverno há uma redução no número de empregos na agricultura, e a coleta do pinhão ocorre na mesma época de baixa desses empregos (BALBINOT *et al.*, 2008). Fora da estação do pinhão, as comunidades do Sudoeste do Paraná buscam empregos nas indústrias madeireiras, nas empreitadas de plantio ou extração de madeira como pinus e eucalipto, de roçadas, e de diaristas

nas lavouras de verão. Na falta de encontrar outros trabalhos, as famílias são forçadas a economizar para conseguirem se manter durante todo o ano com o dinheiro obtido da colheita e venda do pinhão (SILVEIRA *et al.*, 2011).

O extrativismo do pinhão se dá por meio da coleta de pinhas maduras caídas no chão ou da derrubada das pinhas das árvores. No primeiro modo, a quantidade coletada de pinhas por árvore, geralmente, é pequena, o que faz com que os coletores tenham que percorrer uma grande área para coletar quantidades suficientes. Ao praticar a coleta também é necessário retornar nas mesmas árvores diversas vezes durante o período de colheita, o que torna a prática muito trabalhosa. A derrubada das pinhas das árvores é o método mais corriqueiro utilizado para o extrativismo do pinhão. Geralmente são utilizadas varas de bambu para auxiliar na derrubada das pinhas ou os trabalhadores sobem nas araucárias ou árvores próximas para conseguirem alcançar as pinhas. É um trabalho que tem alta periculosidade, pois esse processo é geralmente feito sem nenhum equipamento de proteção (JUAZEIRO DOS SANTOS *et al.*, 2002).

O extrativismo do pinhão geralmente representa uma porcentagem considerável da renda das famílias que praticam a atividade. No município São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, por exemplo, a renda do extrativismo do pinhão corresponde a 46,93% em relação a renda total anual desses trabalhadores informais (VIEIRA-DA-SILVA, 2013).

Sendo o pinhão geralmente consumido *in natura*, é incomum encontrar produtos à base de pinhão, acentuando a desvalorização da semente. Ao industrializar a semente, a demanda e o estímulo de consumo tendem a aumentar, valorizando os trabalhadores envolvidos na colheita e incentivando a produção do pinhão.

## 4.2 PINHÃO

A semente da araucária, denominada de pinhão, é o óvulo fecundado da árvore feminina. A primeira floração da araucária ocorre geralmente de 12 a 15 anos após o plantio da semente. A pinha é o estróbilo feminino maduro e pode apresentar diferentes tamanhos (Figura 3). Ela é composta por três estruturas: o pinhão cheio, que seria a semente fecundada, podendo ser consumida por animais e humanos; o pinhão chocho, que corresponde ao pinhão não fecundado; e as escamas de preenchimento, que seriam as falhas (Figura 4) (WENDLING,

ZANETTE, 2017). E o pinhão, é composto pela casca, endosperma e embrião (Figura 5) (PIGOZZI, COSTA DE CONTO, VEECK, 2015).

Figura 3 - Pinhas de diferentes tamanhos.



Fonte: Wendling, Zanette (2017)

Figura 4 - Estruturas que compõem a pinha (pinhões cheios, chochos e falhas).



Fonte: Wendling, Zanette (2017)

Figura 5 – Partes do pinhão (casca, endosperma e embrião).



Fonte: Pigozzi, Costa de Conto, Veeck (2015)

Grande porcentagem do aporte nutricional do pinhão cru é composto por carboidratos (40,88%). O pinhão possui altos valores de fibras (4,78%) e é composto também por cerca de 3,85% de proteínas, 1,53% de lipídios e 2,06% de minerais. Cada 100 g do pinhão cru possui cerca de 0,90 mg de ferro, 135,43 mg de fósforo, 0,66 mg de zinco e 692,13 mg de potássio (EMBRAPA, 2018).

A composição do pinhão (Tabela 1) pode variar entre árvores de diferentes origens, e também há diferenças na composição do pinhão cru e do pinhão cozido, já que alguns elementos são concentrados na semente, e outros são incorporados na água de cozimento. Considerando 100 g de pinhão cozido, são encontrados os seguintes valores: 33,24g de carboidratos, 5,53 g de fibras, 3,62g de proteínas, 1,46 g de lipídios e 0,94 g de minerais. O ferro é concentrado, de 0,90 mg para 1,55 mg, já o fósforo, zinco e potássio são ligeiramente incorporados na água de cozimento, passando para 117,80 mg, 0,58 mg e 500,46 mg, respectivamente (EMBRAPA, 2018).

Tabela 1 – Composição de pinhão cru e cozido.

	Cru	Cozido
Carboidratos (g/100g)	40,88	33,24
Proteínas (g/100g)	3,85	3,62
Lipídios (g/100g)	1,53	1,46
Fibras (g/100g)	4,78	5,53
Ferro (mg/100g)	0,90	1,55
Fósforo (mg/100g)	135,43	117,80
Zinco (mg/100g)	0,66	0,58
Potássio (mg/100g)	692,13	500,46

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2018)

O pinhão é largamente consumido na região Sul do Brasil, fazendo parte da identidade histórico cultural da região, e está presente nas festividades de inverno dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, como ingrediente de diversos pratos típicos regionais (SANTOS *et al.*, 2002). Os eventos relacionados ao pinhão favorecem a renda de municípios e regiões, como o município de Lages - SC, São José dos Pinhais - PR, São Francisco de Paula - RS, Inácio de Martins - PR, entre outras cidades, que possuem festividades que visam celebrar e conservar a tradição desse produto regional (DANNER, ZANETTE, RIBEIRO, 2012).

Os produtores de pinhão geralmente vendem sua colheita diretamente para mercados e feiras, que funcionam de intermediários até o consumidor final, ou diretamente para o consumidor final, muitas vezes para os viajantes que passam pelas rodovias próximas ao município de colheita do pinhão. A cadeia de comercialização do pinhão é caracterizada pelo baixíssimo grau de processamento pós-colheita, sendo que não há quase nenhum ponto de agregação de valor ao produto final (VIEIRA-DA-SILVA, ANDRADE, REIS, 2009). Geralmente, o consumidor compra a semente *in natura* ou já preparada em feiras livres e pontos de varejo especializados. A sazonalidade do produto também restringe a sua venda principalmente aos meses de março a junho, reforçado pelo baixo grau de industrialização do produto (SANTOS *et al.*, 2002).

Para mudar esse cenário é necessário técnicas de industrialização do pinhão para favorecer sua comercialização durante o ano todo e alcançar consumidores dos estados e

idades que não produzem o pinhão, promovendo a valorização do pinhão como produto e matéria-prima, e aumentando a renda das famílias envolvidas neste processo. Somado a isso, existe uma atual tendência e grande interesse de aproveitamento da biodiversidade regional, com ênfase no seu uso sustentável.

### 4.3 UTILIZAÇÃO DO PINHÃO NA FORMULAÇÃO DE ALIMENTOS

#### 4.3.1 Bebidas à base de pinhão

Batista (2014) produziu cerveja com substituição parcial de malte por pinhão descascado ou pinhão com casca. As cervejas produzidas com pinhão com casca apresentaram menor teor alcoólico, possivelmente pela inibição da atividade microbológica devido ao aumento de compostos fenólicos. A proporção de 10 partes de pinhão sem casca para 90 partes de malte se mostrou a melhor para a conversão do extrato em álcool, e por apresentar maior concentração alcoólica. Mostos com maiores proporções de pinhão, com ou sem casca, necessitaram de maior tempo de fermentação. É viável a utilização de pinhão com ou sem casca para a produção de cerveja, sendo necessário adequar a proporção entre pinhão e malte a depender da presença ou ausência da casca do pinhão, já que essa característica interfere na concentração alcóolica.

Broering, Nardi, Sator (2020) desenvolveram vodca utilizando pinhão como matéria-prima para a produção do mosto fermentável. Para a produção do mosto, a semente de pinhão cozida e descascada foi processada, e posteriormente foi adicionado a enzima  $\alpha$ -amilase termoestável, responsável pela hidrólise do amido do pinhão. Após a hidrólise, a parte sólida foi retirada, e adicionou-se levedura no mosto fermentável. Após a fermentação, a bebida passou por destilação, filtração e diluição, atingindo o teor alcóolico de 40% de álcool etílico. A vodca obtida apresentou parâmetros padrões deste tipo de bebida, como odor característico, sabor alcóolico, transparência, pungência e limpidez. O pinhão se mostrou uma possível matéria-prima para a produção de vodca, sendo necessário mais estudos para avaliar a aceitação sensorial.

### 4.3.2 Farinha de pinhão

A semente do pinhão é uma matéria-prima promissora para o desenvolvimento de novos produtos para aproveitamento do excedente das safras anuais. A casca do pinhão, apesar de pouco explorada e considerada um resíduo, possui alto teor de fibras e compostos fenólicos, podendo também ser aproveitada na forma de subprodutos, como a farinha (OLIVERA, 2008; DAUDT, 2016). Costa, Helm e Tavares (2012) produziram farinha a partir da casca do pinhão, que se mostrou um produto estável e com alta porcentagem de fibras, podendo ser utilizada como adição de fibras em produtos alimentícios. Zimmermann, Helm, Costa (2013) constataram o alto teor de antioxidantes presentes na farinha de casca de pinhão, além do elevado teor de fibras.

Por se tratar de sementes, um dos processos mais empregados da tecnologia de alimentos com a finalidade da obtenção de produtos estáveis é a produção de farinhas. A farinha do endosperma de pinhão pode ser obtida através do pinhão cru, cozido ou pré-gelatinizado, onde a matéria-prima é triturada após secagem em estufa até obter umidade inferior a 15%, sendo esta a porcentagem máxima de umidade permitida na farinha de trigo de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2005; CAPELLA, PENTEADO, BALBI, 2009).

A Tabela 2 mostra os dados da composição da farinha de pinhão cru e farinha de pinhão cozido obtidos em três estudos ((BEZERRA *et al.* 2006; IKEDA *et al.*, 2018; CAPELLA, PENTEADO, BALBI, 2009). A farinha de pinhão apresenta valores altos de fibra alimentar em comparação com outras farinhas, como a farinha de arroz polido (0% de fibras) (ASCHERI, ASCHERI, DE CARVALHO, 2006) e a farinha de trigo (0,52%) (CHANG, FLORES, 2004).

Tabela 2 – Composição da farinha de pinhão cru e farinha de pinhão cozido

	Farinha de pinhão cru (base seca) <sup>a</sup>	Farinha de pinhão cru (base seca) <sup>b</sup>	Farinha de pinhão cru (base seca) <sup>c</sup>	Farinha de pinhão cozido (base seca) <sup>c</sup>
Umidade (%)	8,61	7,96	8,29	13,88
Carboidratos (%)	79,12	69,37	81,56	83,38
Proteínas (%)	7,92	7,27	3,07	3,41
Lipídios (%)	-	1,49	6,39	5,14
Fibras (%)	0,98	10,94	6,45	5,11
Cinzas (%)	1,79	2,97	2,53	3,01

Fonte: Adaptado de <sup>a</sup> Bezerra *et al.* (2006), <sup>b</sup> Ikeda *et al.* (2018), <sup>c</sup> Capella, Penteado, Balbi (2009)

Pesquisadores utilizaram a farinha de pinhão na formulação de diversos produtos de panificação, como biscoitos (ACORSI *et al.*, 2009), bolos (IKEDA, 2016) e pães (BEZERRA *et al.*, 2006; FORLIN *et al.*, 2009). Além disso, a farinha de pinhão, por ser naturalmente livre de glúten, torna-se uma opção viável para a produção de produtos sem glúten.

#### 4.3.2.1 Produtos de panificação à base de farinha de pinhão

Bezerra *et al.* (2006) produziram pães com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de pinhão cru em diferentes concentrações, 0%, 5%, 10% e 25%. Foram analisadas as características físico-químicas e a aceitabilidade dos pães pelo teste de escala hedônica. A umidade máxima encontrada (31,80% de umidade em base seca) foi da amostra com 5% de farinha de pinhão, enquanto o pão formulado somente com farinha de trigo apresentou 18,14% de umidade em base seca. Os pães com farinha de pinhão apresentaram os seguintes valores de ácido ascórbico a cada 100g de produto: 1,06 mg; 1,07 mg e 1,08 mg nas formulações com 5%; 10% e 25% de farinha de pinhão, respectivamente. Não foi encontrado ácido ascórbico nos pães elaborados com 100% de farinha de trigo. A aceitação dos pães formulados com farinha de pinhão não diferiu significativamente da amostra controle (100% de farinha de trigo). O pão se mostrou tecnologicamente e sensorialmente viável; e na questão nutricional, houve o aumento da quantidade de ácido ascórbico. Cabe ressaltar, que o teor de ácido ascórbico é baixo (1,08 mg/100g na formulação com 25% de farinha de pinhão) quando levado em conta a quantidade recomendada de vitamina C para um adulto (43,4 mg/dia) (FAO, 2001).

Forlin *et al.* (2009) produziram pães com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de pinhão, e de água por iogurte natural. O estudo utilizou cinco amostras para realizar os testes físico-químicos e de análise sensorial; a primeira amostra sem nenhuma substituição, a segunda amostra contendo 5 e 15%, a terceira amostra contendo 5 e 25%, a quarta amostra contendo 10 e 15% e a quinta amostra contendo 10 e 25% de farinha de pinhão e iogurte, respectivamente. Em relação ao padrão, as amostras obtiveram um volume semelhante, uma textura mais firme e um miolo ligeiramente amarelado. Na composição química dos pães não houve mudanças consideráveis nas amostras em relação ao controle. As amostras produzidas com 10% de farinha de pinhão contendo 15 e 25% de iogurte apresentaram a maior aceitabilidade entre os julgadores, com média de 7,27 de aceitação na escala hedônica (9 corresponde a aceitação máxima do produto). Os pães produzidos com farinha de pinhão e iogurte se mostraram tecnologicamente viáveis, visto a boa aceitação sensorial pelos julgadores.

Acorsi *et al.* (2009) produziram biscoitos à base de farinha de pinhão, farinha de trigo e outros ingredientes complementares. A farinha de pinhão obtida possuía 13,78% de umidade, 6,14% de proteínas e 0,90% de fibras. A formulação com 10% de substituição de farinha de trigo por farinha de pinhão obteve a melhor aceitação no teste de análise sensorial; mas comparando as quatro amostras (controle, 5%, 10% e 20% de farinha de pinhão) não foi observada diferença significativa entre elas ( $p \leq 0,05$ ). O sabor e aroma dos biscoitos com farinha de pinhão foram considerados agradáveis, e a cor mais escura dos biscoitos não foi considerada um problema na aceitação geral do produto.

Barros *et al.* (2020) estudaram a atividade antioxidante de biscoitos tipo cookies formulados com farinha de endosperma de pinhão e farinha de trigo. No cookie formulado com 100% de farinha de pinhão, a capacidade redutora foi de 7,36, enquanto a atividade antioxidante no método DPPH foi de 26,99 e no método FRAP 39,06. No cookie formulado com 100% farinha de trigo, a capacidade redutora foi de 0,81, enquanto a atividade antioxidante no método DPPH foi de 6,16 e no método FRAP 3,21. Foi encontrado um teor de compostos fenólicos cerca de 10 vezes maior na farinha de pinhão em comparação com a farinha de trigo, e por isso, biscoitos com maior quantidade de farinha de pinhão também apresentaram maior atividade antioxidante. Sobre os compostos fenólicos, é encontrado na farinha de pinhão principalmente a quercetina, a catequina e o ácido gálico. O estudo também analisou as propriedades físicas dos biscoitos, como a altura, o diâmetro, a cor e a textura. Com o aumento da porcentagem de farinha de pinhão, a coloração dos biscoitos ficou mais marrom. A dureza dos biscoitos diminuiu com o aumento da farinha de pinhão, sendo que o biscoito com 100% de farinha de pinhão se mostrou frágil, possivelmente pela inexistência da rede proteica formada pelo glúten. A altura e diâmetro dos cookies contendo farinha de pinhão não foram afetados negativamente em comparação à amostra controle.

#### 4.3.2.2 Utilização de farinha de pinhão em cerveja

Thiago Jorge (2018) utilizou farinha de pinhão pré-gelatinizado como adjunto no processo cervejeiro como substituição parcial pela cevada maltada. Na pré-gelatinização, pinhões congelados foram autoclavados por 20 minutos em temperatura de 120°C. Após a pré-gelatinização foi obtida uma farinha que foi empregada no processo de fermentação da cerveja. A melhor porcentagem de substituição testada neste estudo foi de 20g de farinha de pinhão pré-

gelatinizado a cada 100g de cevada maltada. Essa proporção aumentou o extrato solúvel (mosto) disponível para a fermentação e não promoveu mudanças físico-químicas consideráveis nos valores de pH, tempo de conversão enzimática, cor, aroma, viscosidade e tempo de filtrabilidade. O perfil aromático das cervejas indicou que não houve contribuição do pinhão na diferenciação sensorial do produto final, mostrando que é possível a substituição nas proporções 20g/100g para se obter uma cerveja com características sensoriais e físico-químicas muito semelhantes à de uma cerveja produzida em sua totalidade com cevada maltada.

#### *4.3.2.3 Produtos sem glúten à base de farinha de pinhão*

A farinha de pinhão é naturalmente livre de glúten, o que a torna uma opção viável para a produção de produtos sem glúten. A intolerância ao glúten afeta cerca de 0,5% a 1,0% da população mundial, sendo que a incidência no Brasil é de 1,66 pessoas a cada 1000 habitantes (FASANO, *et al* 2008; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE GASTROENTEROLOGIA, 2016). A doença celíaca possui um grande espectro de manifestações clínicas e variada severidade, em geral os pacientes podem apresentar sintomas de má absorção, diarreia, perda de peso, vômitos, distensão abdominal, fadiga, e anemia e no caso de crianças, elas também podem apresentar atraso no crescimento e desenvolvimento (FASANO *et al*, 2008; STROBER, 1986; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE GASTROENTEROLOGIA, 2016). A doença celíaca não tem cura e as pessoas afetadas por ela devem seguir uma dieta livre de glúten (ECKERT *et al*, 2006)

Olivera (2008) produziu mistura em pó para preparo de suflê de pinhão. O trabalho utilizou farinha de pinhão cru, de pinhão cozido e pinhão triturado semi-desidratado para adicionar textura ao produto. Na avaliação colorimétrica, a farinha de pinhão cozido apresentou cor marrom clara, enquanto a farinha de pinhão cru apresentou cor branca. Essa diferença de cor se deve pela migração de compostos fenólicos da casca para a semente durante o cozimento do pinhão ou pela reação de Maillard durante o cozimento, já que o pinhão apresenta proteínas e açúcares redutores. Os suflês produzidos com farinha de pinhão cru não apresentaram sabor e aroma característicos do pinhão; já os suflês formulados com farinha de pinhão cozido apresentaram esses atributos, o que conferiu a essas formulações um produto com características positivas. As formulações produzidas com farinha de pinhão cozido, com ou sem pinhão triturado semi-desidratado apresentaram a melhor aceitabilidade, não diferindo entre si a nível de 1% de significância. Já os suflês produzidos com farinha de pinhão cru, com ou sem

pinhão triturado semi-desidratado, apresentaram uma aceitabilidade menor, mostrando que houve diferença significativa na utilização da farinha de pinhão cru e cozido. Como não houve diferença significativa entre as duas formulações mais aceitas (ambas formuladas com farinha de pinhão cozido), os pesquisadores optaram por remover o pinhão triturado semi-desidratado das formulações, com intuito de facilitar a produção, estabilidade e comercialização do produto.

Ikeda (2016) formulou bolos com farinha de arroz e farinha de pinhão como uma alternativa de produto para o público celíaco. Na análise de textura, a amostra com maior quantidade de farinha de pinhão (50%) apresentou resultados inferiores nos parâmetros elasticidade e firmeza em relação a amostra contendo 100% de farinha de arroz. Apesar disso, durante a vida de prateleira, as amostras contendo farinha de pinhão apresentaram menor variação de firmeza e elasticidade em comparação com a amostra contendo 100% farinha de arroz. Sendo assim, a presença de farinha de pinhão promoveu estabilidade ao produto acabado em relação à firmeza e elasticidade. Foi realizada análise sensorial das amostras com 102 consumidores não treinados. Com os resultados obtidos pela análise sensorial foram criados dois segmentos (Segmento 1 com 95 consumidores e Segmento 2 com 7 consumidores), agrupando pessoas com aceitação parecida sobre as amostras de bolo. No segmento 1, as amostras com 75% de farinha de arroz e 25% de farinha de pinhão, 62,5% de farinha de arroz e 37,5% de farinha de pinhão apresentaram aprovação média de 7 (gostei moderadamente e gostei muito). Já no segmento 2, os participantes demonstraram menor aceitabilidade pelas amostras. A adição de farinha de pinhão melhorou as propriedades tecnológicas do bolo, trazendo estabilidade ao produto. A aceitação global do Segmento 1, que possui 95 dos 102 provadores, mostrou que há viabilidade na industrialização desse produto como uma alternativa para o mercado consumidor celíaco.

Polet *et al.* (2017) elaboraram pães sem glúten à base de massa de pinhão (semente de pinhão processada com água), amido de batata e trigo sarraceno ou farinha de arroz. Em comparação com o controle (pão feito integralmente com farinha de trigo), o pão formulado com massa de pinhão e amido de batata, e o formulado com massa de pinhão, amido de batata e farinha de arroz, apresentaram volume e peso menores. Essas características não afetaram a aceitabilidade dos produtos no teste sensorial e na intenção de compra, sendo que essas formulações não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) da amostra controle. O pão formulado com massa de pinhão, amido de batata e trigo sarraceno não mostrou ser um bom substituto ao pão tradicional à base de farinha de trigo, já que não foi bem aceito sensorialmente. As

formulações com massa de pinhão e amido de batata, e massa de pinhão, amido de batata e farinha de arroz foram boas substituições para ao pão à base de farinha de trigo.

Zortéa-Guidolin, Carvalho, Godoy (2018) estudaram a extrusão termoplástica de farinha de pinhão cru, analisando a expansão, textura e cor do produto obtido. A mistura de farinha de pinhão com menor quantidade de água (amostras com umidade de 15,5 e 14,0g / 100g) apresentaram maior expansão após o processo de extrusão. A menor umidade causou fraqueza na parede celular do extrusado, o que levou a uma diminuição na dureza e a obtenção de extrusados mais quebradiços. O aumento de umidade (22 g/100g) afetou positivamente a textura e luminosidade do produto final, mas afetou negativamente o índice de expansão e os parâmetros de cor. Os resultados obtidos demonstraram a possibilidade da utilização da farinha de pinhão na produção de extrusados, como cereais, barras alimentícias, entre outros.

Barreto (2018) desenvolveu um *snack* extrusado formulado com farinha de pinhão e de arroz, e recheado com pasta de amendoim. A análise sensorial foi conduzida em duas cidades, no Rio de Janeiro e em Curitiba. A extrusão termoplástica a partir de misturas com alto teor de amido e baixo teor de gorduras, produziu um *snack* com boa expansão e crocância. No estudo foi observado que valores menores de temperatura e rotação de parafuso da extrusora provocaram maior expansão ao *snack*. Todos os ensaios de *snacks* apresentaram aceitação variando entre 6,2 a 6,9 (gostei ligeiramente a gostei moderadamente) em ambas as cidades. Sendo assim, o *snack* à base de farinha de pinhão e arroz recheado com pasta de amendoim, possui potencial para agregar valor ao pinhão, incrementado uma nova forma de comercialização e consumo.

### **4.3.3 Amido do Pinhão**

O amido é um dos polissacarídeos mais abundantes no planeta, sendo componente de reserva energética das plantas (BULÉON *et al.*, 1997). Diversos amidos são largamente utilizados pela indústria de alimentos, a fim de conferir diferentes texturas e consistências ao produto final (BELLO-PÉREZ *et al.*, 2006).

O amido do pinhão apresenta grânulos ovais ou semiesféricos e superfície lisa (ZORTÉA-GUIDOLIN *et al.*, 2016). A quantidade de amilose do amido de pinhão pode variar dependendo do local que se encontra a araucária, o período de colheita, entre outros. Zortéa-Guidolin *et al.* (2016) encontraram entre 19,7 – 24,1% de amilose em amostras de amido do

pinhão, e Bello-Pérez *et al.* (2006) obtiveram resultados de 25% de amilose na composição do amido do pinhão. O valor de amilose no amido de pinhão é menor do que os valores encontrados de amilose no amido de milho (cerca de 30%), fazendo com que o amido do pinhão possua uma menor taxa de retrogradação quando comparado ao amido de milho (BELLO-PÉREZ *et al.*, 2006). A temperatura de gelatinização também é uma característica importante para avaliar o grau de retrogradação, e para determinar as condições de processamento do amido (DAUDT, 2016). No trabalho de Bello-Pérez *et al.* (2006) foi obtido o valor de cerca de 63°C para a temperatura de gelatinização do amido.

Diferentes fontes de amidos são comumente utilizadas em estudos de formulação de embalagens biodegradáveis e biofilmes, como uma alternativa ao uso de polímeros sintéticos (SILVA *et al.*, 2005; OLIVATO, MALI, GROSSMANN, 2006; DE SOUZA, SILVA, DRUZIAN, 2011; DA SILVA, SCHMIDT, 2015).

#### 4.3.3.1 Aplicações do amido do pinhão

Spada *et al.* (2012) estudaram a estabilidade de  $\beta$ -caroteno encapsulado em amido de pinhão e amido de pinhão hidrolisado. O composto encapsulado com o amido de pinhão nativo, demonstrou baixa taxa de estabilidade, sendo similar à taxa de estabilidade do composto livre. O encapsulado produzido com amido de pinhão previamente hidrolisado, demonstrou melhor taxa de estabilidade, indicando o potencial de aplicabilidade do amido de pinhão hidrolisado como agente encapsulante.

Müller (2016) produziu uma embalagem ativa biodegradável a partir do amido de pinhão e de mandioca, adicionando antioxidantes e antimicrobianos naturais a fim de conservar manteiga orgânica, substituindo as embalagens plásticas, que são comumente utilizadas nesse tipo de produto. As formulações desenvolvidas no trabalho variaram de biofilmes à base de amido de pinhão, amido de mandioca e uma mistura dos dois amidos; com a adição de chá verde, extrato de erva-mate ou extrato de alecrim. Em todas as formulações foi utilizado o glicerol como plastificante e poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT), um polímero sintético utilizado para melhorar as propriedades mecânicas do filme biodegradável. Os melhores filmes foram os compostos somente com amido de pinhão ou amido de mandioca, e não uma mistura de ambos os amidos. Os filmes formulados com extrato de alecrim apresentaram-se menos espessos, mais luminosos, com menor diferença de cor e maior resistência a tração, em relação aos filmes adicionados de extrato de erva-mate e chá verde. Os

filmes, em geral, apresentaram propriedades mecânicas, de barreira, ópticas e térmicas adequadas para uso como embalagem ativa para manteiga orgânica, diminuindo significativamente a oxidação da mesma durante 60 dias de armazenamento. Sendo assim, a embalagem ativa à base de pinhão, glicerol, PBAT e extrato de alecrim foi eficaz para a conservação e embalagem de manteiga orgânica.

Daudt (2016) utilizou componentes da semente do pinhão para analisar sua aplicabilidade na indústria cosmética e como biofilme na área de alimentos. Os biofilmes foram formulados somente com amido de pinhão; ou à base de amido e farinha de pinhão, com a adição ou não da casca de pinhão. Na área cosmética, foi utilizado o amido de pinhão pelo seu poder espessante e o extrato fenólico da casca, pelo potencial antioxidante. O sorbitol foi o plastificante utilizado na composição dos biofilmes. Os filmes apresentaram baixa resistência mecânica, porém, seria possível aumentar a resistência com o aumento da concentração de amido e diminuição da concentração de sorbitol, o que influenciaria em outras características, como a maleabilidade e a cor do filme. Os filmes com amido de pinhão apresentaram melhor barreira ao vapor d'água, menor porosidade aparente e estrutura mais homogênea e lisa em comparação aos filmes produzidos com a adição de farinha de pinhão. A farinha de pinhão contém proteínas, amido, lipídios e fibras, e a interação entre esses componentes possivelmente influenciaram nas características dos biofilmes, que apresentaram maior porosidade, estrutura irregular e menor barreira ao vapor d'água. A adição de casca de pinhão nos filmes à base farinha de pinhão aumentou a espessura, a rugosidade, a porosidade aparente, a permeabilidade ao vapor d'água, a capacidade antioxidante, o conteúdo de fenólicos solúveis totais e o conteúdo de fibra alimentar. Com a utilização da semente inteira do pinhão na formulação de filmes, além do uso integral da semente e redução de resíduos provenientes do pinhão, foi possível obter filmes com fenólicos solúveis, fibras e capacidade antioxidante. Em função da baixa resistência mecânica e da alta solubilidade, os filmes poderiam ser aplicados como cobertura comestível em frutas e vegetais, ou como embalagem em alimentos desidratados que requerem hidratação anterior ao consumo. Na área cosmética, as formulações tipo gel e emulgel contendo amido de pinhão e extrato da casca do pinhão, mantiveram seus parâmetros reológicos, físicos e morfológicos estáveis durante os seis meses de armazenamento; constatando-se que o pinhão é uma matéria-prima possível de ser aplicada nesse tipo de formulação.

Leite, Uliana, Nicoletti (2020) desenvolveram uma cobertura comestível à base de amido de pinhão, a fim de conservar frutos de alta perecibilidade. Duas formulações foram estudadas, uma à base de amido de pinhão, e outra à base de amido de pinhão e gelatina. Foram

utilizados morangos para receber a cobertura do biofilme. A formulação com adição de gelatina apresentou melhor aderência ao fruto e superfície homogênea e contínua. A cobertura à base somente de amido de pinhão apresentou descolamento do fruto, não se mostrando ideal para o uso em frutos perecíveis.

#### **4.3.4 Casca do Pinhão**

Compostos bioativos são constituintes que tipicamente ocorrem em pequenas quantidades em certos alimentos e que trazem efeitos positivos para a saúde dos consumidores, como proteção a doenças cardiovasculares, câncer, entre outras (KRIS-ETHERTON *et al.*, 2002). Compostos bioativos como os antioxidantes, compostos fenólicos e carotenoides combatem o estresse oxidativo, protegendo as células contra os danos causados pela oxidação (PODSEDEK, 2007). A utilização de plantas, frutas, vegetais, cereais, entre outros, como fonte de antioxidantes para a melhoria das propriedades nutricionais e de preservação de alimentos, é de interesse para a área de alimentos (RICE-EVANS, MILLER, PAGANGA, 1997).

No consumo do pinhão, a casca é geralmente descartada, constituindo um bioresíduo. A casca de pinhão pode ser aproveitada como subproduto, por ser fonte de fibras e compostos antioxidantes (COSTA, HELM, TAVARES, 2012; SANTOS *et al.*, 2017). Diversos estudos acerca da casca de pinhão são voltados para o seu potencial como biossorvente, sendo aplicada como adsorvente para a remoção de corantes (ROYER, 2008; CARDOSO, 2010; CALVETE, 2011; NEUBAUER *et al.*, 2014). Estudos sobre a incorporação da farinha de casca do pinhão ou do extrato da casca foram realizados na área de alimentos, como a utilização do extrato de pinhão como antioxidante em carnes e óleos (TONIOLO, OLIVERA, 2011; ANTUNES, 2012), como extrato encapsulado, consistindo em um possível aditivo alimentar (DA CRUZ *et al.*, 2019), e na forma de farinha, podendo ser adicionada em produtos, como barras alimentícias (ZIMMERMENN, HELM, COSTA, 2013).

##### *4.3.4.1 Compostos fenólicos da casca do pinhão*

Olivera (2008) avaliou as melhores condições para a extração de compostos antioxidantes da casca do pinhão. Verificou-se que o máximo de extração de compostos fenólicos e de antioxidantes foi obtido quando utilizado etanol como solvente em uma

concentração de 55%, com temperatura de 68°C e razão de uma parte de casca de pinhão para cinco partes de solvente.

Santos *et al.* (2017) identificaram treze compostos fenólicos na casca do pinhão, sendo dez proantocianidinas (catequina e derivados de epicatequina), dois ácidos fenólicos (ácido protocatequico e derivados de ácido ferúlico), um flavonol (quercetina-3-*O*-glucósido) e uma flavona (eriodictiol-*O*-hexósido). O estudo foi realizado com casca de pinhões que foram previamente cozidos. A extração foi realizada com uma mistura de etanol e água em diferentes concentrações. Utilizando a concentração de 97% de etanol, obteve-se a melhor extração de compostos fenólicos ( $60,66 \pm 0,83$  mg/g de extrato). Em comparação, a extração executada em solvente com concentração de 38% de etanol, obteve rendimento de  $22,28 \pm 0,13$  mg/g de extrato.

#### 4.3.4.2 Atividade antioxidante da casca do pinhão

Toniolo e Olivera (2011) investigaram a atividade antioxidante de extratos aquosos da casca de pinhão cru e cozida em carnes, a fim de inibir a oxidação lipídica. No estudo foram utilizados diversos cortes de carnes (carne suína, carne de frango, fígado bovino, peixes, entre outras) e foram testadas 4 concentrações do extrato aquoso (sem diluição, 1:5, 1:10 e 1:20). Todos os extratos mostraram capacidade de inibir peroxidação lipídica, e desta forma, é possível utilizar a casca de pinhão como um antioxidante natural em alimentos.

Zimmermann, Helm, Costa (2013) avaliaram a ação antioxidante da adição de farinha de casca de pinhão em barras alimentícias. A atividade antioxidante do produto foi analisada através do teste de inibição do radical DPPH (2,2-Diphenyl-picrylhydrazyl). As barras com a adição da farinha de casca de pinhão apresentaram 30% de atividade antioxidante, mostrando o potencial antioxidante que a casca possui. Entretanto, no teste sensorial, as barras com a adição de farinha de casca de pinhão obtiveram baixa aceitação. Apesar da adição da farinha de casca ser uma opção na elaboração de produtos com alto teor de antioxidantes, mais estudos são necessários para melhoria das formulações, com intuito de se obter maior aceitação pelos consumidores.

De Freitas *et al.* (2017) formularam filmes à base de zeína (proteína encontrada no milho) com extratos da casca do pinhão. O ácido protocatequico foi o composto fenólico mais abundante encontrado na água de cozimento e do extrato obtido com etanol. O extrato

formulado com água e etanol apresentou alta concentração de (+)-catequina e de um dímero de (epi)-catequina. Os filmes formulados com a adição de água de cozimento demonstraram melhoria nas propriedades mecânicas, com o aumento do alongamento de ruptura e o aumento da resistência à tração.

## 5 CONCLUSÃO

Os estudos acerca da *Araucaria angustifolia* e de sua semente demonstram a necessidade da preservação das araucárias e a importância do pinhão como um alimento típico da região Sul do Brasil. A incorporação do pinhão em produtos industrializados expandiria o consumo do pinhão, ocasionando uma maior demanda pelo mesmo; valorizando a semente e impactando positivamente as famílias envolvidas na colheita e comercialização do pinhão, e que dependem do extrativismo como fonte de renda. A industrialização também possibilitaria a expansão do consumo do pinhão para outras regiões do país, atingindo públicos que geralmente não consomem e desconhecem esta semente.

A semente da *Araucaria angustifolia* é uma possível matéria-prima para a produção de diversos produtos alimentícios e que pode ser utilizada em sua totalidade, diminuindo a geração de bioresíduos. A partir do endosperma da semente é possível produzir a farinha de pinhão, uma farinha sem glúten que pode ser aplicada em diversos alimentos, como pães, bolos, biscoitos e produtos de panificação sem glúten. O pinhão também pode ser utilizado para a produção de biofilmes, a partir do amido da semente, que é rica em carboidratos. A casca do pinhão, que geralmente é descartada, é rica em compostos fenólicos e fibras, podendo ser empregada como adição de fibras em alimentos e como fonte de compostos antioxidantes. Em perspectivas futuras, é possível que principalmente a farinha do endosperma do pinhão seja utilizada na indústria de alimentos, visto a sua estabilidade e variada gama de possíveis aplicações.

O pinhão constitui em uma matéria-prima com grande diversidade de aplicações; e a importância do pinhão vai além do seu conteúdo nutricional, já que a *Araucaria angustifolia* é uma árvore ameaçada de extinção, e o incentivo do consumo e, principalmente, a incorporação do pinhão em produtos industrializados, gerariam uma demanda maior pela árvore, incentivando o plantio da araucária e a conservação dessa árvore símbolo do bioma Mata Atlântica.

## REFERÊNCIAS

- ACORSI, D.M. *et al.* Viabilidade do processamento de biscoitos com farinha de pinhão. **Ambiência**, v. 5, n. 2, p. 207-212, 2009.
- ANTUNES, F.H. Aplicação de extrato da casca do pinhão como antioxidante em óleos. *In: Salão de Iniciação Científica*, 2012, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Resumo apresentado no evento**. UFRGS, 201.
- AQUINO, F. M. Cultivo da *Araucaria angustifolia*: viabilidade econômico-financeira-financeira e alternativas de incentivo. **Florianópolis: Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul**, 2005.
- ASCHERI, D; ASCHERI, J.L.; DE CARVALHO, C.W. Caracterização da farinha de bagaço de Jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 897-905, 2006.
- BAI, J.C. *et al.* Doença celíaca. **World Gastroenterology Organization Global Guidelines**, 2016.
- BALBINOT *et al.* Tendências de consumo e preço de comercialização do pinhão (semente da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze.), no estado do Paraná. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 4, n. 3, p. 463-472, 2008.
- BARRETO, A.G. **Avaliação de Processos para Obtenção de Farinha de Pinhão (*Araucaria angustifolia*) e Elaboração de Snacks por Extrusão Termoplástica**. 2018. 124 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2018.
- BARROS, M. *et al.* Estudo da Ação Antioxidante da Farinha de Pinhão em Biscoitos Tipo Cookie. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 6, p. 16166-16185, 2020.
- BATISTA, R. **Produção e Avaliação Sensorial de Cerveja com Pinhão (*Araucaria angustifolia*)**. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo. Lorena. 2014.
- BELLO-PÉREZ, L.A. *et al.* Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: a novel starch for application in food industry. **Starch-Stärke**, v. 58, n. 6, p. 283-291, 2006.
- BEZERRA, J.E *et al.* Elaboração de pães com farinha de pinhão. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 8, n. 1, p. 69-81, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 03 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jun. 2005. Seção 1, p. 4.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria Nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Dispõe sobre as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 dez. 2014. Disponível em: [https://dados.gov.br/dataset/portaria\\_443](https://dados.gov.br/dataset/portaria_443). Acesso em: 10 abr. 2021.

BROERING, V.E.; NARDI, D.; SARTOR, S.B. Estudo do Emprego de Pinhão Proveniente da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze) para Produção de Vodca. *In: Geração de Conhecimento e Tecnologia Voltados à Aplicação em Processos Químicos e Bioquímicos*. Ponta Grossa, Paraná: Atena Editora, 2020. p. 32-39.

BULÉON, A. *et al.* Starches from A to C: *Chlamydomonas reinhardtii* as a Model Microbial System to Investigate the Biosynthesis of the Plant Amylopectin Crystal. **Plant Physiology**, v. 115, n. 3, p. 949-957, 1997.

CALVETE, T. **Casca de Pinhão – *in natura* e Carvão Ativo – Adsorventes para Remoção de Corantes em Efluentes Aquosos**. 2011. 129 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011.

CAPELLA, A; PENTEADO, P.; BALBI, M. Semente de *Araucaria Angustifolia*: aspectos morfológicos e composição química da farinha. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 135-142, 2009.

CARDOSO, N. **Remoção do Corante Azul de Metileno de Efluentes Aquosos Utilizando Casca de Pinhão *in natura* e Carbonizada como Adsorvente**. 2010. 42 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010.

CHANG, Y.K.; FLORES, H.E.; Qualidade tecnológica de massas alimentícias frescas elaboradas de semolina de trigo durum (*T. durum L.*) e farinha de trigo (*T. aestivum L.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 487-493, 2004.

COSTA, A.; HELM, C.; TAVARES, L.B. Obtenção e caracterização de farinha de endosperma e de casca de pinhão para fins alimentícios. *In: XI Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas*, 2012, Colombo, Paraná. **Resumo expandido do evento**. Colombo: Embrapa Florestas, 2012.

CRUZ, E.P. *et al.* Extrato da Casca de Pinhão Encapsulado em Fibras de Amido de Batata. *In: III Congresso de Inovação Tecnológica*. 2019, Pelotas, Rio Grande do Sul. **Resumo expandido do evento**. UFPEL, 2019.

DA SILVA, C.; DOS REIS, M. Produção de pinhão na região de Caçador, SC: Aspectos da obtenção e sua importância para comunidades locais. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 4, p. 363-374, 2009.

DANNER, M.A; ZANETTE, F.; RIBEIRO, J. O cultivo da araucária para produção de pinhões como ferramenta para a conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 72, p. 441-451, 2012.

DAUDT, R.M. **Aplicação dos Componentes do Pinhão no Desenvolvimento de Produtos Inovadores nas Indústrias Cosmética e de Alimentos**. 2016. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2016.

ECKERT, R. *et al.* Towards a new gliadin reference material–isolation and characterisation. **Journal of Cereal Science**, v. 43, n. 3, p. 331-341, 2006

EMBRAPA FLORESTAS. **Produtos florestais não madeireiros: uso sustentável de açaí, andiroba, castanha e cipó-titica.** 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122259/1/CPAF-AP-2012-nao-madeireiros.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

EMBRAPA FLORESTAS. **Valor nutricional do pinhão.** 2018. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195781/1/2018-Folder-Valor-Nutricional-Pinhao.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Top 5 Trends in Health and Wellness,** 2018. Disponível em: [https://go.euromonitor.com/white-paper-health-wellness-2019-top-5-trends.html?utm\\_source=APEX&utm\\_medium=newsletter&utm\\_content=EMI%20blog#download-link](https://go.euromonitor.com/white-paper-health-wellness-2019-top-5-trends.html?utm_source=APEX&utm_medium=newsletter&utm_content=EMI%20blog#download-link). Acesso em: 10 abr. 2021.

FASANO, A. *et al.* Federation of International Societies of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition consensus report on celiac disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 47, n. 2, p. 214-219, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES. Human Vitamin and Mineral Requirements. **Food and Nutrition Division.** 2001. Disponível em: <http://www.fao.org/3/y2809e/y2809e.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

FORLIN, D. *et al.* Viabilidade do processamento de pães com farinha de pinhão e iogurte. **Ambiência**, v. 5, n. 1, p. 93-100, 2009.

GUERRA, M.P *et al.* **Exploração, Manejo e Conservação da Araucária (*Araucaria angustifolia*).** 1 ed. São Paulo: Editora SENAC, 2002, 101 p.

IKEDA, M. **Estudo das Características Reológicas, Físico-Químicas e Sensoriais pela Incorporação de Farinha de Pinhão no Preparo de Bolos Destinados a Celíacos.** 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2016.

IKEDA, M. *et al.* Influence of brazilian pine seed flour addition on rheological, chemical and sensory properties of gluten-free rice flour cakes. **Ciência Rural**, v. 48, n. 6, 2018.

JORGE, T. **Caracterização da Farinha da Semente de Pinhão (*Araucaria angustifolia*) e Aplicação como Adjunto na Produção de Cerveja.** 2018. 148 f. Tese (doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2018.

JUAZEIRO DOS SANTOS, A. *et al.* Aspectos Produtivos E Comerciais Do Pinhão No Estado Do Paraná. **Revista Floresta**, v. 32, n. 2, p. 163-169, 2002.

KRIS-ETHERTON, P. *et al.* Bioactive Compounds in Foods: Their Role in the Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer. **Excerpta Medica**, v. 113, p 71S-88S.

LEITE, B.B; ULIANA, N.R; NICOLETTI, A.M. Elaboração de Cobertura Comestível à Base de Amido de Pinhão. 2020, Evento Online. *In: 16ª Mostra Científica Congrega.* URCAMP, 2020.

MÜLLER, P.S. **Desenvolvimento de embalagem ativa biodegradável de amido de pinhão e de mandioca com antioxidantes e antimicrobianos naturais para conservação de manteiga orgânica**. 2017. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2016.

NEUBAUER, T.M *et al.* Influência do Tratamento Ácido em Casca de Pinhão sobre os Parâmetros de Equilíbrio e Cinéticos no Processo de Adsorção de Corante em Solução Aquosa. *In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química*. 2014, Florianópolis, Santa Catarina. **Resumo expandido do evento**. Florianópolis, 2014.

OLIVATO, J.B.; MALI, S.; GROSSMANN, M.V. Efeito de embalagem biodegradável de amido no armazenamento de queijo processado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 1, p. 81-88, 2006.

OLIVERA, F.C. **Estudos tecnológicos e de engenharia para o armazenamento e processamento do pinhão**. 2008. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008.

PIGOZZI L.; CONTO L. C. de; VEECK, A. P. L. Análise da composição centesimal, da presença de compostos fenólicos e da atividade antioxidante em pinhão, sob diferentes formas de processamento. **Revista Instituto Federal de Santa Catarina**. 2015.

PODSEDEK, A. Natural Antioxidants and Antioxidant Capacity of Brassica Vegetables: A review. **LWT**, v. 40, n. 1, p 1-11, 2007.

POLET, J. *et al.* Physico-chemical and sensory characteristics of gluten-free breads made with pine nuts (*Araucaria angustifolia*) associated to other flours. **Journal of Culinary Science & Technology**, v. 17, n. 2, p. 136-145, 2017.

RICE-EVANS, C.; MILLER, N.; PAGANGA, G. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends in Plant Science**, v. 2, n. 4, p. 152-159, 1997.

ROYER, B. **Remoção de Corantes Têxteis Utilizando Casca de Semente de *Araucaria angustifolia* como bioissorvente**. 2008. 68 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008.

SANTOS, C.H. *et al.* Efeito do teor de etanol na composição de compostos fenólicos extraídos da casca de sementes de pinhão. *In: 10º Encontro Nacional de Cromatografia*, 2017, Bragança, Portugal. **Resumo expandido do evento**. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, 2017.

SILVA, M.C.R.; SCHMIDT, V.C.R. Avaliação da vida-de-prateleira de morangos recobertos com biofilme de acetato de amido e acetato de amido com adição de sorbato de potássio. 2015, Campinas, São Paulo. *In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*. UNICAMP, 2015.

SILVA, W.A. *et al.* Determinação da Cor, Imagem Superficial Topográfica e Ângulo de Contato de Biofilmes de Diferentes Fontes de Amido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 154-163, 2007.

SILVEIRA, E.D. *et al.* Situação das famílias na extração e comercialização do pinhão do sudoeste do Paraná. **Synergismus Scyentifica UTFPR**, v. 6, n. 1, 2011.

SOUZA, C.O.; SILVA, L.T.; DRUZIAN, J.I. Estudo comparativo da caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca contendo polpas de manga e de acerola. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 262-267, 2012.

SPADA, J.C. *et al.* Study on the stability of  $\beta$ -carotene microencapsulated with pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds) starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 89, n. 4, p. 1166-1173, 2012.

TONIOLO, R.; OLIVERA, F.C. Aplicação do extrato da casca de pinhão para evitar a oxidação lipídica em carnes. *In: Salão de Iniciação Científica*, 2011, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Pôster apresentado no evento**. UFRGS, 2011.

VIEIRA-DA-SILVA, C. **A (in)visibilidade de uma atividade praticada por muitos: O extrativismo e os canais de comercialização de pinhão em São Francisco de Paula, RS**. 2013. 231 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2013.

VIEIRA-DA-SILVA, C.; ANDRADE, M.L.; REIS, M.S. A comercialização do pinhão de *Araucaria angustifolia* no Distrito de Taquara Verde, município de Caçador-SC. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

WENDLING, I. *et al.* Produção de mudas de araucária por enxertia. **Embrapa Florestas- Capítulo em livro científico**, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1071156/producao-de-mudas-de-araucaria-por-enxertia>. Acesso em: 10 abr. 2021.

WENDLING, I.; ZANETTE, F. **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017, 156p.

ZANETTE, F. *Araucaria angustifolia*: uma fruteira nativa. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 13, n. 1, p. 53-56, 2018.

ZIMMERMANN, R. *et al.* Obtenção, Caracterização e Avaliação do Potencial Antioxidante de Farinha de Endosperma e de Casca de Pinhão para Fins Alimentícios. *In: 7ª MIPE (Mostra Integrada)*, 2013, Blumenau, Santa Catarina. **Resumo expandido do evento**. FURB, 2013.

ZIMMERMANN, R.; HELM, C.; COSTA, A. Avaliação antioxidante e sensorial de barras alimentícias de soja e pinhão. *In: XII Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas*, 2013, Colombo, Paraná. **Resumo expandido do evento**. Colombo: Embrapa Florestas, 2013.

ZORTÉA-GUIDOLIN, M.E. *et al.* Structural and functional characterization of starches from Brazilian pine seeds (*Araucaria angustifolia*). **Food Hydrocolloids**, v. 63, p. 19-26, 2016.

ZORTÉA-GUIDOLIN, M.E; CARVALHO, C.W.; GODOY, R.C. Potencial de Uso do Pinhão da Araucária no Desenvolvimento de Produtos de Conveniência por Extrusão Termoplástica. 2018. Passo Fundo, Rio Grande do Sul. *In: Seminário Sul-Brasileiro sobre a Sustentabilidade da Araucária*. EMBRAPA Florestas. 2018.