



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ALIMENTAÇÃO, NUTRIÇÃO E SAÚDE

NATALIA MALDANER SALVADORI

**QUALIDADE QUÍMICA, TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE PINHÃO
(*Araucaria angustifolia*) EM PRODUTOS E SUA ASSOCIAÇÃO COM
BIOMASSA DE BANANA VERDE (*Musa ssp.*) EM HAMBÚRGUERES
*PLANT-BASED***

Porto Alegre

2025

NATALIA MALDANER SALVADORI

**QUALIDADE QUÍMICA, TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE PINHÃO
(*Araucaria angustifolia*) EM PRODUTOS E SUA ASSOCIAÇÃO COM
BIOMASSA DE BANANA VERDE (*Musa ssp.*) EM HAMBÚRGUERES
*PLANT-BASED***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Alimentação, Nutrição e Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Alimentação, Nutrição e Saúde.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª Viviani Ruffo de Oliveira

Porto Alegre

2025

CIP - Catalogação na Publicação

Maldaner Salvadori, Natalia
Qualidade química, tecnológica e sensorial de
pinhão (*Araucaria angustifolia*) em produtos e sua
associação com biomassa de banana verde (*Musa ssp.*) em
hambúrgueres plant-based / Natalia Maldaner Salvadori.
-- 2025.
104 f.
Orientadora: Viviani Ruffo de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de
Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde, Porto
Alegre, BR-RS, 2025.

1. plant-based. 2. biomassa de banana verde. 3.
pinhão. 4. sustentabilidade. 5. hambúrguer. I. Ruffo
de Oliveira, Viviani, orient. II. Título.

NATALIA MALDANER SALVADORI

**QUALIDADE QUÍMICA, TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE PINHÃO
(*Araucaria angustifolia*) EM PRODUTOS E SUA ASSOCIAÇÃO COM
BIOMASSA DE BANANA VERDE (*Musa ssp.*) EM HAMBÚRGUERES
*PLANT-BASED***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Alimentação, Nutrição e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Alimentação, Nutrição e Saúde.

Aprovado em: 15 de janeiro de 2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a Grazielle Castagna Cezimbra Weis
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Prof. Dr^a Luciana Dias de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. Paulo Cezar Bastianello Campagnol
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Prof. Dr^a Viviani Ruffo de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

*“O que verdadeiramente somos é aquilo que o
impossível cria em nós”*

Clarice Lispector

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a minha família por todo apoio e incentivo durante este período. Aos meus pais Leomar e Maria Cristina, meu irmão Eduardo, que acreditaram em mim. Vocês foram fundamentais nessa caminhada, sem o apoio de vocês eu não conseguiria chegar até aqui. Obrigada por tudo que vocês fizeram e fazem por mim todos os dias!

Agradeço à minha orientadora Prof. Dra. Viviani, por ter aceitado o desafio de orientar este trabalho, por todo apoio, incentivo, confiança, amizade, paciência, conhecimentos, aprendizados e dedicação com a pesquisa. Também pelo grande exemplo de professora e pesquisadora que és.

À Ziane e a Sabrina, a amizade e parceria de vocês foram muito importantes para que eu conseguisse chegar até aqui, vocês fizeram os dias difíceis se tornarem mais alegres. A realização desse trabalho só foi possível devido a incansável ajuda de vocês, muito obrigada pelos lanches, cafés, conversas e por todo apoio.

Às gurias do laboratório de Técnica Dietética, Cristine, Ana Carolina, Rafaela, Amanda e Tatiana pela ajuda nas análises, pelas conversas e parceria nos longos dias de análises, o auxílio de vocês foi essencial na execução de cada etapa deste projeto.

Ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, especialmente ao Laboratório de Compostos Bioativo, Laboratório de Análise de Propriedades Físicas e ao Laboratório de Bromatologia, pela ajuda e disponibilidade do laboratório para realização das análises.

Ao Centro Colaborador em Alimentação e Nutrição Escolar (CECANE), pela oportunidade e por todo apoio durante todo este período.

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde pela oportunidade.

À banca, professores Grazielle Castagna Cezimbra Weis, Luciana Dias de Oliveira e Paulo Cezar Bastianello Campagnol, por aceitar o convite de participação e pelas contribuições fornecidas.

Enfim, agradeço de coração a todos que contribuíram para que eu concluísse este enorme projeto na minha vida!

RESUMO

Alternativas proteicas à carne estão se destacando no setor alimentício, com formulações à base de plantas que buscam oferecer benefícios sustentáveis, nutricionais, tecnológicos e sensoriais, além de opções para aqueles que optam por não consumir carne animal. O pinhão tem ganhado destaque na indústria alimentícia devido ao seu valor nutricional e sabor neutro, características que facilitam sua aplicação em formulações e no desenvolvimento de produtos. Este estudo tem como objetivo revisar a literatura sobre o uso do pinhão como matéria-prima para o desenvolvimento de novos produtos, além de desenvolver e avaliar a qualidade química, tecnológica e sensorial de hambúrguer *plant-based* elaborado a partir de pinhão (*Araucaria angustifolia*) e biomassa de banana verde (*Musa spp.*). Trata-se de uma revisão bibliográfica integrativa, na qual foram elaboradas estratégias de busca detalhadas e implementadas em várias bases de dados selecionadas, encontrando (69%; n=16) estudos, sendo (50%; n=8) estudos utilizando a farinha, elaborando bolo, flan, cookies, biscoitos e *snack*, (31,25%; n=5) estudos utilizando amido, elaborando biofilmes, cookies, vodka, filmes e maionese, (18,75%; n= 3) estudos utilizando a polpa, elaborando barra de cereal, doce cremoso e pães e (31%; n=9) estudos empregaram a casca e extrato, elaborando iogurte, embalagem ativa, biscoitos, aerogéis, barra de cereal e filmes. Os resultados indicaram que o pinhão é amplamente utilizado na alimentação devido ao seu valor nutricional e sabor suave, o que possibilita o desenvolvimento de diferentes formulações inovadoras. A análise demonstrou ainda que o uso do pinhão por meio de farinha, polpa, casca, amido e extrato gera produtos viáveis, assim a disponibilidade dessas novas formulações pode ampliar a viabilidade econômica do cultivo do pinhão, além de agregar valor nutricional aos produtos desenvolvidos.

Palavras-chave: Proteínas vegetais; Biodiversidade; Sustentabilidade; Tecnologia de alimentos.

ABSTRACT

Protein alternatives to meat are gaining prominence in the food sector, with *plant-based* formulations that seek to offer sustainable, nutritional, technological and sensory benefits, as well as options for those who choose not to consume animal meat. Pinhão has gained prominence in the food industry due to its nutritional value and neutral flavor, features that make it ideal for use in formulations and the development of new products. This study aims to review the literature on the use of pine nuts as a raw material for the development of new products. This is an integrative literature review, in which detailed search strategies were devised and implemented in various selected databases. Finding (69%; n=16) studies, (50%; n=8) studies using flour, making cake, flan, cookies, biscuits and snacks, (31,25%; n=5) studies using starch, making biofilms, cookies, vodka, films and mayonnaise, (18,75%; n= 3) studies using pulp, making cereal bars, creamy sweets and breads and (31%; n=9) studies used the peel and extract, making yogurt, active packaging, biscuits, aerogels, cereal bars and films. The results indicated that pine nuts are widely used in food due to their nutritional value and mild flavor, which makes it possible to develop different innovative formulations. The analysis of the studies also showed that the use of pine nuts through flour, pulp, bark, starch and extract generates viable products, so the availability of these new formulations could increase the economic viability of pine nut cultivation, as well as adding nutritional value to the products developed.

Keywords: Plant proteins; Biodiversity; Sustainability; Food technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pinheiro <i>Araucaria angustifolia</i>	20
Figura 2 - Estágios de maturação da banana.....	24
Artigo 1 - Versão em inglês - Overview of the potential of pine nuts (<i>Araucaria angustifolia</i>) in new food options and films: an approach on quality, versatility and sustainability.....	30
Figure 1- Positive aspects of pine nuts use as raw material by the food market and food industry.....	32
Figure 2 - Flowchart of the analyzed articles selection.....	34
Figure 3 - Possibilities of pine seeds use.....	36
Artigo 1 - Versão em português - Aplicabilidade do pinhão (<i>Araucaria angustifolia</i>) em alimentos e filmes: uma abordagem sobre qualidade, versatilidade e sustentabilidade.....	49
Figura 1 - Aspectos positivos da utilização do pinhão como matéria-prima pelo mercado e indústria alimentícia.....	50
Figura 2 - Fluxograma de seleção dos artigos analisados.....	52
Figura 3 - Possibilidade de utilização do pinhão.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química do pinhão cru e cozido.....	22
Artigo 1 - Versão em inglês - Overview of the potential of pine nuts (<i>Araucaria angustifolia</i>) in new food options and films: an approach on quality, versatility and sustainability.....	30
Table 1 - Nutritional composition of raw and cooked pine seeds.....	35
Table 2 - Studies carried out using pine seed flour, starch and pulp.....	37
Table 3 - Studies carried out with pine seed extract and shell.....	40
Artigo 1 - Versão em português - Aplicabilidade do pinhão (<i>Araucaria angustifolia</i>) em alimentos e filmes: uma abordagem sobre qualidade, versatilidade e sustentabilidade.....	49
Tabela 1 - Composição nutricional do pinhão cru e cozido.....	53
Tabela 2 - Estudos realizados com farinha, amido e polpa de pinhão.....	55
Tabela 3 - Estudos realizados com extrato e casca de pinhão.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Aquafaba
BBV	Biomassa de banana verde
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS.....	16
1.2.1	Objetivo geral.....	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	TENDÊNCIAS DO SETOR ALIMENTÍCIO	17
2.1.1	Cenário das dietas sustentáveis	16
2.1.2	Produtos análogos à carne	16
2.1.3	Produtos análogos à hambúrguer	20
2.2	PINHÃO (<i>Araucaria angustifolia</i>).....	21
2.2.1	Produtos alimentícios associados ao pinhão.....	23
2.3	BANANA VERDE (<i>Musa spp</i>) E BIOMASSA DE BANANA VERDE (BBV)...	24
2.3.1	Biomassa de banana verde (BBV) e produtos alimentícios	25
2.4	ALIMENTOS FUNCIONAIS	26
2.5	EXTRATO DE BETERRABA COMO CORANTE NATURAL	27
2.6	AQUAFABA	28
2.7	ANÁLISE SENSORIAL	28
3	ARTIGO (S)	30
3.1	ARTIGO 1 – REVISÃO DA LITERATURA (versão inglês)	30
3.2	ARTIGO 1 – REVISÃO DA LITERATURA (versão português).....	49
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, tem-se observado diversas mudanças nos hábitos alimentares humanos, impulsionadas pelo aumento da conscientização em favor de um consumo mais sustentável e saudável. Isso resultou em um aumento no número de indivíduos adotando práticas alimentares seletivas, como o vegetarianismo e o veganismo (Kolodziejczak et al., 2021).

As principais motivações que levam os consumidores a aumentarem o consumo de alimentos de origem vegetal incluem preocupações com a saúde, bem-estar animal, sustentabilidade e questões ambientais, uma vez que o consumo de produtos de origem animal tem causado impactos negativos significativos no meio ambiente. Diante desse cenário, substitutos de alimentos de origem animal, como os análogos à carne, surgem como alternativas promissoras para transformar essa realidade (Wang, 2021), proporcionando opções alimentares saudáveis que podem contribuir positivamente para a saúde do consumidor (Jorge et al., 2022).

Dentre os análogos à carne destaca-se o hambúrguer, caracterizado por ser um produto originalmente cárneo conhecido mundialmente e amplamente consumido, devido a sua facilidade de preparo, a sua praticidade, além de ser muito saboroso e possuir nutrientes que saciam a fome rapidamente (Araújo et al., 2022), ademais geralmente apresenta-se acessível financeiramente a toda população (Marconato et al., 2020).

Outro ponto positivo sobre os análogos à carne é a utilização dos alimentos na forma integral, minimizando o desperdício de coprodutos e apoiando o desenvolvimento tecnológico industrial (Guimarães et al., 2023), pois com o aproveitamento de resíduos é possível obter alimentos saudáveis e diminuir custos com a alimentação (Oliveira et al., 2022). Uma das matérias primas que tem despertado o interesse do mercado consumidor é a biomassa de banana verde, a qual desempenha um papel de relevância na segurança alimentar e nutricional, assim como potenciais benefícios nutricionais (Ferreira; Alves; Vidigal, 2023). Outro produto que vem ganhando destaque é o pinhão, semente da *Araucaria angustifolia*, a qual apresenta grande importância gastronômica, econômica, cultural e ambiental (Dornelles; Azevedo; Noreña, 2023).

Portanto, o desenvolvimento de novas opções com análogos à carne que atendam às expectativas dos consumidores que desejam produtos que se assemelham aos hambúrgueres tradicionais é um desafio, principalmente com qualidade para os atributos sensoriais de textura e sabor. Assim sendo, o interesse mundial por alimentos à base de plantas (*plant-based*) está diretamente ligado a proposta deste trabalho, desenvolver novos produtos e avaliar suas respectivas qualidades química, tecnológica e sensorial de pinhão (*Araucaria angustifolia*), assim como sua associação com biomassa de banana verde (*Musa ssp.*) em hambúrgueres *plant-based*.

1.1 JUSTIFICATIVA

As dietas *plant-based* vêm sendo exploradas com o intuito de abranger os diferentes estilos de alimentação que visam estimular a redução do consumo de produtos de origem animal e seus derivados, trazer novas opções para os vegetarianos, veganos e flexitarianos, contribuir para a melhora da saúde e até mesmo questões ambientais. A partir da percepção deste público que busca cada vez mais produtos que atendam às suas expectativas e particularidades, existe a demanda por produtos à base de matérias primas de origem vegetal. Assim buscou-se elaborar um hambúrguer *plant-based* com composto por pinhão e biomassa de banana verde, promovendo qualidade nutricional, tecnológica e sensorial, contribuindo para um menor impacto ambiental em sua cadeia produtiva, atendendo às exigências dos consumidores cada vez mais informados e colaborando para uma mudança alimentar positiva (Franca et al., 2022).

Dessa forma, é de grande relevância elaborar um produto análogo à hambúrguer, considerado um alimento versátil, de baixo custo e fácil aquisição e que faz parte da alimentação de diversas pessoas no mundo todo, além de contribuir para uma maior variedade na alimentação humana com a adição de produtos regionais como o pinhão, valorizando esse alimento e a utilização de subprodutos como biomassa de banana verde que é um ingrediente utilizado para agregar valor nutricional ao produto elaborado. Até o momento, não existe nenhum estudo que associe o pinhão e a biomassa de banana verde na formulação de hambúrguer *plant-based*, o que torna a proposta inovadora. O uso do pinhão, com sua composição nutricional específica, visa explorar sua contribuição para o produto desenvolvido, por apresentar um sabor neutro, o pinhão pode ser incorporado ao hambúrguer, agregando valor nutricional e promovendo a valorização da biodiversidade brasileira.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade química, tecnológica e sensorial de pinhão (*Araucaria angustifolia*) em produtos.

1.2.2 Objetivos específicos

Realizar uma revisão de literatura, avaliando a viabilidade e qualidade do uso de pinhão na elaboração de novos produtos;

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 TENDÊNCIAS DO SETOR ALIMENTÍCIO

Há uma crescente demanda global por outros ingredientes de fonte proteica. De acordo com uma pesquisa do *The Good Food Institute* em 2022, 67% dos brasileiros indicaram uma redução no consumo de carne nos últimos 12 meses. Além disso, aproximadamente 28% se identificaram como flexitarianos, caracterizados por uma abordagem alimentar flexível, focada na redução, mas não exclusão, do consumo de alimentos de origem animal. Veganos e vegetarianos representam 4% dos consumidores que cessaram o consumo de carne (The Good Food Institute, 2022).

Essas mudanças têm levado o setor alimentício a reavaliar suas estratégias de negócios, visto que produtos alternativos, como hambúrgueres à base de vegetais que eram considerados nicho por décadas, agora estão apresentando uma rápida expansão no mercado (Sha; Xiong, 2020). O comércio de hambúrguer vegetal surgiu no Brasil em abril de 2019, com o lançamento pela *Startup Fazenda Futuro* (Wilkinson, 2023).

Diante desse cenário, produtos foram introduzidos no mercado, apresentando atributos sensoriais semelhantes aos hambúrgueres tradicionais. No entanto, ao consumir um hambúrguer vegetal análogo ao de origem animal, os consumidores desejam uma experiência que se assemelhe à textura, aparência, aroma e sabor do produto original (Andreani et al., 2023). Assim, pesquisadores estão explorando novas tecnologias e possibilidades para criar produtos com qualidade sensorial e características físico-químicas desejáveis (Stasiak, J; Stasiak, G; Libera, 2023).

2.1.1 Cenário das dietas sustentáveis

As dietas sustentáveis são caracterizadas como aquelas que incluem baixo impacto ambiental, promovendo segurança alimentar e nutricional, além de garantir uma vida saudável para as gerações atuais e futuras, respeitarem e protegerem a biodiversidade e os ecossistemas, além de serem culturalmente adequadas, acessíveis, justas economicamente e viáveis,

nutricionalmente equilibradas, seguras e saudáveis, ao mesmo tempo em que otimizam o uso de recursos naturais e humanos (Kenny et al., 2023).

Conforme a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura), as dietas sustentáveis são fundamentadas em seis componentes principais: (1) promoção do bem-estar e da saúde; (2) preservação da biodiversidade, do meio ambiente e do clima; (3) garantia de equidade e comércio justo; (4) valorização de alimentos ecológicos, locais e sazonais; (5) respeito às habilidades culturais e ao patrimônio alimentar; e (6) atendimento às necessidades nutricionais e alimentares, assegurando segurança alimentar e acessibilidade (Gialeli et al., 2023).

Alimentos como carnes e outros produtos de origem animal, estão associados a um maior impacto ambiental em comparação a alimentos de origem vegetal. Além disso, o consumo excessivo desses produtos pode contribuir para dietas menos saudáveis, devido à ingestão elevada de gorduras saturadas e sódio (Whittall et al., 2023).

Assim, existem diversos fatores sensoriais e fisiológicos que influenciam as escolhas alimentares, sendo esses aspectos fundamentais para a transição de dietas mais saudáveis e sustentáveis (Biesbroek et al., 2023). Dentre as dietas sustentáveis, destaca-se a dieta *plant-based*, caracterizada pelo consumo predominante de alimentos integrais, vegetais frescos ou minimamente processados, com redução ou eliminação dos produtos de origem animal, assim como dos alimentos industrializados com conservantes e corantes (Teixeira et al., 2022). Os benefícios dessa dieta para a saúde humana são atribuídos aos nutrientes presentes nos alimentos de origem vegetal, como ácidos graxos mono e poli-insaturados, vitaminas, compostos bioativos, minerais, proteínas, além das fibras (Marrubia; Veronezi, 2022).

O interesse das pessoas em uma alimentação baseada em plantas levou a inovação do setor alimentício a focar em produtos *plant-based*, visto que seu apelo comercial está sempre atrelado ao estilo de vida saudável e consciente (Aydar; Tutuncu; Ozcelik, 2020). Uma pesquisa da *Bloomberg Intelligence* indicou que o mercado mundial de produtos *plant-based* deve crescer de US\$ 29,4 bilhões em 2020 para US\$ 162 bilhões (aproximadamente R\$ 847,9 bilhões) até 2030, o que corresponde a 7,7% do mercado mundial de proteínas (Costa et al., 2024). Sendo os vegetarianos, veganos e flexitarianos o público mais adepto aos alimentos

proteicos vegetais (Davitt et al., 2021), por buscarem saúde por meio de uma alimentação baseada em produtos de origem vegetal (Santaoja; Jallinoja, 2021).

2.1.2 Produtos análogos à carne

Os produtos à base de proteínas vegetais vêm ganhando destaque como alternativas para substituir os alimentos tradicionais de origem animal, com a finalidade de diversificar produtos por meio do desenvolvimento de opções à base de plantas que mimetizem as carnes, por ser considerada uma escolha sustentável e uma estratégia eficaz (Yuliarti; Kovis; Yi, 2021).

Tem se observado o desenvolvimento de produtos que se assemelham à carne, os chamados análogos à carne, que imitam a aparência, o sabor e a textura fibrosa da carne animal. Contudo, a textura e o sabor aceitáveis para os consumidores muitas vezes parecem ser os maiores desafios para a indústria alimentícia. Pesquisas atuais revelam que seus atributos como textura, sabor e cor dependem muito dos ingredientes utilizados (Kyriakopoulou; Dekkers; Goot, 2019; Su et al., 2024; Mcclements., 2024).

Segundo Gastaldello (2022) um análogo à carne contém cerca de 50 - 80% de água, 10 - 25% de proteínas vegetais texturizadas, 4 - 20% de proteínas não texturizadas, 3 - 10% de aromas, 0 - 15% de gorduras, 1 - 5% de agentes ligantes e 0 - 0,5% de corantes. No mercado mundial já existem opções de produtos e formulações que se assemelham a carne bovina, aves, pato, suínos e derivados como: hambúrgueres, *nuggets*, almôndegas, salsichas e outros embutidos (Abdullah et al., 2022; Ismail; Hwang; Joo, 2020). A indústria tem tentado incrementar a qualidade desses produtos não apenas sensorialmente, mas também nutricionalmente, aumentando a qualidade de proteínas, ferro absorvível, e a redução do teor de gordura saturada e colesterol (Fu et al., 2021).

O consumo de análogos de carne à base de plantas tem aumentado, especialmente no segmento de hambúrgueres, o que tem levado a maior demanda da oferta desses produtos. Nesse contexto, a elaboração de hambúrgueres de origem vegetal torna-se relevante para atender aos consumidores que buscam uma alimentação saudável. No entanto, no Brasil, ainda é difícil encontrar uma variedade ampla desses produtos, o que pode dificultar a adesão a essa alternativa alimentar (Retkva et al., 2021).

2.1.3 Produtos análogos à hambúrguer

O hambúrguer se tornou um produto consumido por todas as classes populares, em meio ao acelerado ritmo de vida das famílias cotidianas o serviço de *fast food* expandiu-se, devido a praticidade de preparo, ao baixo valor de mercado e por conter nutrientes que alimentam e saciam a fome rapidamente (Segundo et al., 2021). Este alimento é caracterizado por ser um produto cárneo industrializado obtido da carne de animais moída, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado, devendo a textura, cor, sabor e odor serem característicos (Brasil, 2022).

A produção de hambúrgueres cárneos tem sido associada às mudanças climáticas, a perda da biodiversidade, a redução de água e os riscos à saúde humana como: sobrepeso, doenças cardiovasculares e entre outras. Portanto, uma alternativa para a cadeia alimentar são os hambúrgueres análogos à carne (Millião et al., 2022) e na literatura já se tem estudos elaborando estes produtos, como serão descritos a seguir:

Penaranda et al. (2023) avaliaram o efeito da proteína de ervilha enriquecida com luzerna, espinafre e chlorella, tanto em pó quanto na forma texturizada, nas propriedades físico-químicas, parâmetros de extrusão, qualidades tecnológicas e sensoriais como análogo à carne em hambúrgueres. Os autores observaram que a adição de amostras texturizadas enriquecidas com vegetais e com alto teor de clorofila levou a alterações de cor intensas nos hambúrgueres vegetais durante o cozimento, proporcionando uma coloração escura, e também resultou em um produto final semelhante a um hambúrguer de carne tradicional, com intensidade de odor, sabor, dureza, suculência e mastigabilidade, e menor odor e sabor de leguminosas e especiarias, permitindo uma produção mais eficiente de hambúrgueres vegetais.

Melo et al. (2023) analisaram diferentes análises da qualidade de hambúrguer de pupunha sem glúten, elaborando duas formulações de hambúrguer vegano de pupunha (F1 e F2) e realizando análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais, assim como avaliando o rendimento e o custo. O estudo demonstrou um potencial produto para a indústria alimentícia, apresentando menor perda de rendimento após cocção e oferecendo, também, uma opção mercadológica de baixo custo para três nichos: veganos, celíacos e produtos regionais.

2.2 PINHÃO (*Araucaria angustifolia*)

O pinheiro *Araucaria angustifolia* é uma planta da família Araucariaceae, caracterizada por ser uma das espécies arbóreas mais importantes economicamente da flora nativa brasileira (Castrillon; Helm; Mathias, 2023). Sua área de ocorrência natural abrange parte da região Sul do Brasil, estendendo-se na forma de pequenas manchas isoladas para os estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Kubiak et al., 2021). Ocorre também na Argentina, Paraguai e Chile (Da Costa et al., 2023). Na Figura 1 a seguir encontra-se a *Araucaria*.



Figura 1 – Pinheiro *Araucaria angustifolia* (Autoria própria, 2024)

O pinhão é uma importante fonte de renda para pequenos produtores principalmente na região Sul do Brasil, no qual, nos meses de abril a junho sua safra se intensifica, bem como o seu consumo e produção. A cadeia produtiva ainda necessita de ações voltadas à industrialização, de modo que a consolidação de produtos e processos resultem em considerado valor agregado ao produto (Sampaio et al., 2022).

Quanto a sua estrutura a semente tem formato amendoado, oblonga, com tegumento muito resistente e uma membrana interna fina, ambas ricas em polifenóis. Durante o cozimento parte dos compostos polifenólicos do revestimento migram para a semente, em

razão disso a semente cozida apresenta uma cor marrom e um sabor adstringente (Godoy; Pereira; Negre, 2022).

Ainda é dada pouca importância entre a colheita e o momento da venda, já que o pinhão é considerado um produto regional, sendo comercializado *in natura* ou cozido, dispensando processos industriais e praticamente ainda não sendo utilizado como ingrediente na indústria de alimentos. Outro aspecto importante a ser destacado é o seu cultivo, visto que a *Araucaria angustifolia* está em risco de extinção e seu plantio precisa ser incentivado (Granados et al., 2022). Desse modo, a aplicação do pinhão na área de alimentos como matéria prima em produtos alimentícios abriria uma ampla possibilidade no mercado consumidor, atividade produtiva e segurança alimentar e nutricional (Carvalho et al., 2020).

Na literatura já se tem conhecimento sobre os aspectos nutricionais do pinhão, sendo composto por micronutrientes como: cobre, magnésio, manganês, fósforo, cálcio, zinco, potássio e ferro (Castrillon; Helm; Mathias, 2023). O pinhão cozido contém cerca de 190 kcal em uma porção de 100g, sendo assim considerado um alimento de alto valor energético (Godoy; Pereira; Negre, 2022).

A composição química do pinhão pode variar entre árvores de diferentes origens e também na composição do pinhão cru e cozido, pois alguns elementos são concentrados na semente e outros são incorporados na água do cozimento (Silva et al., 2022). Abaixo encontra-se a Tabela 1 com a composição química do pinhão cru e cozido.

Tabela 1 – Composição química do pinhão cru e cozido

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

Adaptado de Silva et al. (2022)

O pinhão pode ser consumido de diferentes formas: cozido, assado ou utilizado como ingrediente em preparações da gastronomia regional. Todavia, é incomum encontrar outros produtos alimentícios à base de pinhão, acentuando a pouca valorização que esse vegetal ainda recebe, porém ao se processar o pinhão, a demanda e o estímulo de consumo tenderia a aumentar. Somado a isso, existe uma atual tendência e interesse de se fomentar a biodiversidade regional, com ênfase no seu uso sustentável (Fonseca et al., 2020; Barros et al., 2021).

2.2.1 Produtos alimentícios associados ao pinhão

É possível utilizar o amido, a farinha e a polpa de pinhão na composição de produtos alimentícios, assim como adicionados em bebidas, conforme serão apontados a seguir.

Do ponto de vista comercial, a grande solubilidade, a turbidez reduzida e a biodisponibilidade são características importantes quando analisadas em produtos alimentícios, indicando que o amido de pinhão pode ser um ingrediente promissor em novos produtos alimentícios (Fonseca et al., 2021). Já sendo utilizado como uma alternativa para alimentos sem glúten (Leal et al., 2024), incluindo farinhas, flocos e snacks (Zortea-Guidolin et al., 2017), filmes comestíveis (Müller et al., 2020) e substituto da gordura em maionese light (Goulart et al., 2022).

A farinha de pinhão é o 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 (Costa et al., 2022). A farinha já foi aplicada na elaboração de bolos (Ikeda et al., 2018; Godoy et al., 2023), cookies (Barros et al., 2020; Helm et al., 2023), biscoitos (Romko et al., 2021; Ferreira et al., 2023) e *snacks* (Barreto et al., 2018).

Já a polpa de pinhão foi utilizada por Bolzan e Pereira (2017) para elaborar um doce cremoso de caqui, substituindo parcialmente a polpa por diferentes concentrações de pinhão nas formulações (0; 5 e 10%). Ao final do estudo observaram que a textura do doce foi alterada favoravelmente, com aumento da firmeza, adesividade e gomosidade, indicando um produto com potencial inovador para a indústria alimentícia, e contribuindo para a promoção e aumento do interesse pela preservação do bioma, gerando renda e aporte nutricional.

2.3 BANANA VERDE (*Musa ssp*) E BIOMASSA DE BANANA VERDE (BBV)

A bananeira (*Musa spp.*) pertencente à família Musaceae é uma das principais frutíferas cultivadas no mundo todo, seus frutos são encontrados em regiões tropicais e subtropicais. A produção global de banana atingiu 135 milhões de toneladas em 2022 (Fao, 2023) e espera-se que cresça a uma taxa de crescimento anual composta de 4,5% de 2022 a 2027 (Oliveira et al., 2024), essa vasta produção é devida ao baixo custo e praticidade no consumo, bem como aos atributos que ela proporciona para seus consumidores (Soares et al., 2022).

Esta fruta passa por algumas mudanças no seu processo de amadurecimento, incluindo a redução de carboidratos, aumento do teor de açúcar, mudanças na cor, textura, aromas voláteis, compostos de sabor, compostos fenólicos e ácidos orgânicos (Maduwanthi; Marapana, 2019; Machado et al., 2022). A escala de maturação pode ser classificada em 7 estágios, em que 1 representa “fruta verde” e 7 significa “fruta amarela com grandes manchas pardas”, como é demonstrado a seguir na Figura 2.

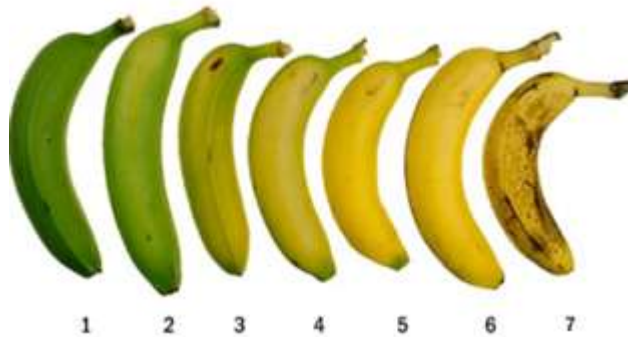


Figura 2 – Estágios de maturação da banana adaptado de Machado et al. (2022)

Além da elevada produção por ano, esta fruta também gera grandes quantidades de resíduos, contudo já existem pesquisas avaliando o aproveitamento destes resíduos na formulação de novos produtos com valor agregado e outras minimizando riscos ao meio ambiente e à saúde humana (Barnossi; Moussaid; Housseini, 2021).

A banana verde *in natura* também é utilizada pela indústria alimentícia como um possível ingrediente para elaborar novos produtos, desempenhando papel nutricional e ainda

oferecendo benefícios funcionais à saúde, como por exemplo nas doenças crônicas (Zaini et al., 2023). Contém em sua composição amido resistente, compostos fenólicos, fibras alimentares e flavonoides (Padhi; Dwivedi, 2022). Consideráveis concentrações de vitaminas B e C, sais minerais como o cálcio e o potássio e também apresenta fitoesteróis e capacidade antioxidante (Sá et al., 2021).

Já a biomassa de banana verde (BBV) é uma pasta insípida e inodora, obtida pelo cozimento da banana verde (estágios 1 e 2 de maturação - Figura 2). Após o cozimento ela pode ser adicionada a matrizes alimentícias, como: pães, massas, maionese e molhos, melhorando a qualidade nutricional desses produtos com fibras resistentes, vitaminas, minerais e aminoácidos (Oliveira et al., 2024). Assim como, pode ser utilizada na elaboração de produtos com teores reduzidos de lipídios e açúcares (Pivetta et al., 2020). É fonte de vitaminas A, C e do complexo B (B1, B2 e niacina) e sais minerais como potássio, fósforo, sódio e magnésio (Auriema et al., 2022).

2.3.1 Biomassa de banana verde (BBV) e produtos alimentícios

O consumo de BBV pode ser uma estratégia economicamente viável para reduzir o desperdício gerado pela produção de frutas, visto que, o seu baixo custo também torna o seu consumo amplo para toda população mundial (Feitosa et al., 2023).

Diante desse contexto a biomassa de banana verde está sendo utilizada na elaboração de produtos alimentícios. Alguns pesquisadores já avaliaram a qualidade desse produto em bolos (Machado et al., 2019), laticínios (Riquette et al., 2019), *brownies* (Souza e Roselino, 2019), pães de queijo (Marques et al., 2016), *fondants* (Silva et al., 2021), sorvetes (Cardoso et al., 2023), bolos salgados (Destro et al., 2020) iogurte (Costa et al., 2023), brigadeiro (Cabral; Quadros; Silva, 2020), massa de nhoque (Tinoco et al., 2022), strogonoff de frango (Almeida; Moreno; Gherardi, 2024), patê (Pinho et al., 2024) e chocolate (Marchioretto et al., 2024).

Autores da Costa Rica utilizaram a BBV na elaboração de hambúrgueres em substituição da gordura em produtos cárneos e desenvolveram opções de hambúrguer de frango com substituição parcial da carne por biomassas: BBV (*Musa spp.*, variedade Prata) e biomassa

de maracujá (*Passiflora sp.*) (BM). Analisando quatro amostras: sem adição de biomassas (controle); 10% BBV; 10% BM e 5% de cada (BBV e BM) e avaliaram as propriedades químicas, tecnológicas e sensoriais. Encontrando como melhor resultado a adição de 10% de BBV, com redução de lipídios, melhora na textura (firmeza, gomosidade e mastigabilidade) e melhor aceitação geral entre os hambúrgueres adicionados de biomassas. Quanto à preferência, não houve diferença significativa ao hambúrguer controle e aqueles adicionados de biomassa (Santos et al., 2021).

Pereira et al. (2023) elaboraram um hambúrguer vegano considerado de alto valor nutricional e rico em fibras, buscando suprir as necessidades dos veganos/vegetarianos que possuem uma dieta restrita. Para a formulação deste produto, foi utilizado proteína texturizada de soja, BBV, farinha de bagaço de malte, grão de bico, feijão, entre outros ingredientes. Os autores concluíram que o hambúrguer elaborado apresentou características nutricionais como baixo teor de gorduras e sódio, quantidade considerável de proteínas e fibras, apresentando potencial mercadológico.

2.4 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Os alimentos funcionais fazem parte de uma concepção de alimentos lançada pelo Japão na década de 80, por meio de um programa de governo que tinha como propósito desenvolver alimentos saudáveis para sua população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida (Gonçalves et al., 2022).

O mercado de alimentos funcionais é predominantemente global e não é reconhecido pela legislação em todos os lugares. O termo “alimento funcional” pode ser definido de várias maneiras, sendo: "idênticos em aparência aos alimentos convencionais, ingeridos como parte de uma dieta normal, com vantagens fisiológicas demonstradas e/ou para minimizar o risco de doenças crônicas além das funções nutricionais fundamentais" (Celekli; Ozbal; Bozkurt, 2024).

Os alimentos funcionais podem ser naturais ou processados e contêm compostos biologicamente ativos em quantidades definidas, eficazes e não tóxicas, com o objetivo de fornecer benefícios à saúde, contribuindo para a redução do risco de doenças crônicas e virais, bem como auxiliar no controle de seus sintomas (Szydłowska; Sionek, 2023).

As propriedades funcionais estão presentes naturalmente em diversos alimentos, em geral sabe-se que as frutas e hortaliças contêm quantidades consideráveis de vitaminas, fibras, flavonoides, minerais, ácidos graxos, carotenoides e compostos com propriedades funcionais (Wongkaew et al., 2022). Cabe destacar que os principais ingredientes utilizados para a elaboração dos hambúrgueres *plant-based* contêm propriedades antioxidantes, como a biomassa de banana verde, o pinhão e o extrato de beterraba.

2.5 EXTRATO DE BETERRABA COMO CORANTE NATURAL

Algumas características são importantes para a aceitação dos consumidores aos produtos alimentícios, um dos principais fatores é a cor, que pode ser proporcionada por corantes naturais que são pigmentos provenientes de animais e vegetais, e possuem o intuito de conferir ou intensificar a coloração original do produto (Alvarenga, 2023).

Um dos pigmentos que vem amplamente sendo utilizados são as betalaínas, obtidas a partir dos vacúolos de plantas da ordem *Caryophyllales* de fungos como a *Amanita*, *Hygrocybe* e *Hygrosporus*, e são divididos em dois grupos, devido a sua cor e estabilidade, sendo elas: as betacianinas que tem o tom vermelho até violeta e a betaxantinas de coloração amarela. As betalaínas proporcionam melhores resultados quanto à aparência dos alimentos, e podem ser facilmente extraída a partir de hortaliças como a beterraba (*Beta vulgaris L.*), visando a aplicação em alimentos e bebidas (Silva; Ferreira; Souza, 2022).

A beterraba apresenta propriedades benéficas devido à presença de polifenóis, flavonoides e ácido ascórbico, além de ser rica em carboidratos, fibras, proteínas, minerais como sódio, potássio, cálcio e ferro, e vitaminas A, B1, B2, B3, C e E (António et al., 2023). As betalaínas, presentes na beterraba, têm ação antioxidante, antimicrobiana e hepatoprotetora, tornando a incorporação deste pigmento em produtos alimentícios atraente para os consumidores (Wasum; Gurak, 2023).

Na indústria alimentícia as betalaínas já estão sendo utilizadas em embalagens de alimentos (Firoozjah et al., 2023), filmes (Khan et al., 2024), sorvetes (Ali; Jameel, 2023), balas de goma (Kumar; Chauhan; Giridhar, 2020), biscoitos (Chaudhary; Singh, 2021), massas

(Abiodun et al., 2020), salsichas (Dinçer et al., 2021) e hambúrguer vegetal (Kang-Ryu et al., 2023; Botella-Martínez et al., 2022).

2.6 AQUAFABA

A aquafaba (AF) é um líquido viscoso que é separado e descartado, após o cozimento das leguminosas, sendo o grão-de-bico o mais utilizado. Ao longo dos últimos anos, esse subproduto alcançou popularidade entre os entusiastas da culinária, que o identificaram como um possível substituto da clara do ovo, servindo como base em merengues, e depois ingrediente-chave na formulação de bolos sem ovos e produtos afins (He et al., 2021).

Estudos recentes mostraram que a aquafaba produz espumas, emulsões e géis estáveis, podendo ser utilizado como aditivo reológico vegano, sem glúten e sem colesterol em produtos alimentícios (Jaramillo; Shin, 2023; Tufaro; Capa, 2023), incluindo maionese sem ovo (Ozcan et al., 2023), mousse de chocolate (Kaysers et al., 2024), *chantilly* (Kilicli et al., 2023), sorvete (Erem et al., 2024), suspiro (Choya et al., 2023) e bolo (Krawford; Kerr; Tyl, 2024; Yazici et al., 2023).

A propriedade de espumabilidade da aquafaba pode conferir aos produtos textura diferenciada, capacidade de absorver óleo e água e também melhorar a solubilidade da proteína, além de conter uma quantidade significativa de carboidratos, proteínas e saponinas (Ozcan et al., 2023) assim sendo, poderia ser considerada interessante sua aplicação em hambúrgueres *plant-based*.

2.7 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é a ciência ou especialidade científica usada para avaliar, medir, analisar, interpretar, estudar e explicar a resposta das particularidades dos alimentos que são observadas e interpretadas pelos painelistas, utilizando a avaliação de atributos organolépticos através dos seus sentidos de visão, olfato, paladar, tato e audição (Wang et al., 2024).

O estudo da qualidade sensorial de um produto faz da ciência sensorial uma ferramenta importante para indústrias e instituições de pesquisa em todas as etapas da produção de um

alimento: desde a concepção e desenvolvimento de um novo produto até a padronização e avaliação do nível de qualidade do produto final (Vivan et al., 2022). Sendo imprescindível para o controle de qualidade industrial e para obtenção de resultados adequados e satisfatórios (Costa et al., 2023).

A participação do consumidor no desenvolvimento de novos produtos é crucial para identificar as suas necessidades, que devem ser integradas aos produtos finais antes de seu lançamento no mercado. A percepção das características do produto pelos consumidores é moldada por fatores intrínsecos e extrínsecos, e as preferências resultam da interação entre as características do produto e as particularidades individuais dos consumidores (Akankwasa et al., 2023).

As qualidades sensoriais dos alimentos são frequentemente citadas como o fator mais importante na escolha e compra de alimentos, o que torna essencial o estudo da resposta sensorial para entender os comportamentos alimentares e desenvolver produtos alimentícios sustentáveis (Knaapila, 2022; Visalli; Galmarini, 2024).

Assim, compreender a percepção do consumidor em relação às diferentes características sensoriais e sua contribuição para a aceitabilidade é essencial para identificar atributos que precisam de melhorias no processo de desenvolvimento de novos produtos (Silva; Borges, 2019). Outro ponto importante é a decisão de compra dos consumidores, que são influenciadas pela aparência do produto e, em seguida, pelas suas características culinárias, como: sabor e textura. Assim, ter uma compreensão clara dessas características sensoriais é fundamental para desenvolver produtos que sejam bem aceitos pelo consumidor final (Wang et al., 2020).

3 ARTIGOS

3.1 ARTIGO 1 - REVISÃO DA LITERATURA (versão inglês)

Overview of the potential of pine nuts (*Araucaria angustifolia*) in new food options and films: An approach on quality, versatility and sustainability

Natalia Maldaner Salvadori¹; Ziane da Conceição das Mercês¹; Sabrina Evangelista¹; Tatiana Barbieri Cochlar¹; Alessandro de Oliveira Rios²; Viviani Ruffo de Oliveira^{1,3*}

¹ Postgraduate Program in Food, Nutrition and Health – Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil.

² Institute of Food Science and Technology – Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil.

³ Department of Nutrition, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil.

*Corresponding author. All correspondence should be sent to the e-mail address: vivianiruffo@hotmail.com.

Summary

Pine nuts (*Araucaria angustifolia*) are naturally distributed in South America and are increasingly being used as a food ingredient. This article aims to evaluate studies that have demonstrated the potential of pine nuts, their applicability in food products and biofilms using this raw material. Detailed search strategies were implemented in each of the selected databases. The results revealed that pine nuts are widely used as food ingredients due to their nutritional value and mild flavour, which allows for the development of different innovative product formulations. The analysis of the studies showed that pine nut seeds can be used as flour, pulp, shell, starch and extract and from these generate other new products. Pine nuts-based products contain significant amounts of fiber, starch, antioxidants, phenolic compounds and proteins. As for the sensory aspects, the assessors showed good acceptance of the attributes. Incorporation into biofilms could also favor the future of sustainable and antioxidant packaging. Access to new options could increase vegetable productivity and boost new products, favoring the economy, adding nutritional value and expanding sustainability possibilities.

Keywords *Araucaria angustifolia*, pine products, pine seeds, food industry, food technology.

Introduction

Araucaria angustifolia, commonly known as “Brazilian pinheiro”, “Paraná pinheiro” or Candelabro tree (Barbosa *et al.*, 2019), has its natural occurrence area in a large part of Southern of Brazil, besides some areas in the states of São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro and Espírito Santo (Kubiak *et al.*, 2021). This species can also occur in Argentina, Paraguay and Chile (Da Costa *et al.*, 2023).

In Brazil, it plays a fundamental role in the native flora, with ecological, social and economic relevance (Goeten *et al.*, 2023). However, *Araucaria angustifolia* is classified as critically endangered by the International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) due to their unsustainable exploitation, which results in a population reduction. According to the red list of threatened species, its current area in Brazil represents only 2% of the original distribution (Castro *et al.*, 2020).

The consumption of pine nuts, due to its economic, cultural and industrial factors associated, has been part of the human diet since pre-colonization period (Cysneiros *et al.*, 2023; Koslinski *et al.*, 2018). Pine seeds are often sold fresh or cooked, without industrial processes, and also used as an ingredient by the food industry (Sampaio *et al.*, 2022).

According to Barbieri *et al.* (2023), pine nuts can also be used in food due to their nutritional value and neutral flavour, which allows the formulation and development of innovative products. As a main ingredient, pine nuts have been used in the production of bread (Polet *et al.*, 2019), cakes (Ikeda *et al.*, 2018), cookies (Barros *et al.*, 2020), creamy sweet (Bolzan & Pereira, 2017), soufflés and soups (Silva *et al.*, 2022), among other products. Thus, there are several positive aspects of encouraging using pine nuts in the food industry as a raw material for food production, as shown in Figure 1.

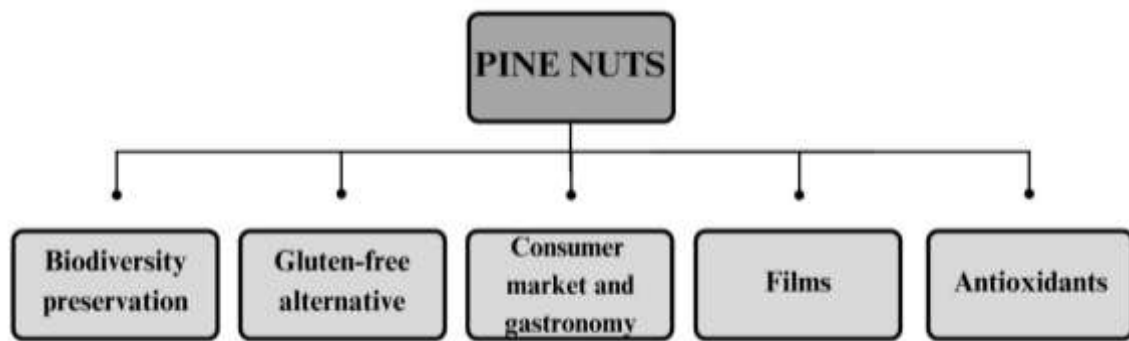


Figure 1 Positive aspects of using pine nuts as raw material in industry.

Source: Adapted from Carvalho et al. (2020).

Because of its properties, pine nuts are also being used in the production of biofilms, becoming a highly promising matrix for the integration of bioactive compounds, aiming to create active packaging with antioxidant and antimicrobial properties. The inclusion of natural antioxidants in packaging is essential, since oxidation is one of the main factors that compromise food quality (Souza *et al.*, 2020). In addition to protecting food against physical and microbial damage, reducing permeability to water vapor and preventing weight loss, resulting in a significant improvement in the quality, safety and shelf life of food products (Wu; Wu; Hu, 2024).

Besides, there are many challenges to a more comprehensive expansion of pine seeds sales, which also include the unavailability of improved techniques for its industrialization and the need to implement post-harvest practices, such as: efficient cleaning, adequate storage and processing for the production of flour or starch. However, the development of pine seeds derivative ingredients could allow the product making it available all year long, given that the harvest period is notably limited, and the industrialization could also contribute to its supply in all over Brazilian market (Ávila; Guarino; Henzel, 2023).

Therefore, this paper aims to evaluate studies that demonstrated the pine nuts potential, their applicability in new food products and films, as well as their quality, versatility and sustainability in using such raw material.

Methodology

This study is an integrative review, covering articles that approached pine seeds incorporation in food products in the last ten years, including studies in English, Portuguese

and Spanish. Only experimental papers about *Araucaria angustifolia* pine seeds use were considered.

Detailed individual search strategies were developed for each of the following databases: Food Science and Technology Abstracts (FSTA), Web of Science, PubMed (US National Library of Medicine – National Institutes of Health), Embase, Lilacs (Latin American Literature in health sciences).

Appropriate combinations of words were selected and adapted for searching in each database. Using the Boolean descriptors “AND”, “OR” and specific keywords written in English, such as: *Araucaria angustifolia* OR *Brazilian Pine* AND *Food Industry*; *Food products*; *Nuts*; *Cake*; *Bread*; *Beverages*; *Bakery*; *Cookie*, *Cracker*; *Nutritive Value*; *Biological Nutritional Availability*; *Nutritional Quality*; *Food sensory*; *Acceptability*; *Chemical*, *Physical*; *Food technology*; *Food Science*. The selection of studies was completed in 2 phases (Figure 2): in phase 1, an independent researcher reviewed the titles and abstracts of all articles identified in the databases. Studies that did not meet the inclusion criteria were discarded. In phase 2, the reviewers applied the inclusion criteria to the full text, and the reviewers subjected the reference list of the selected studies to critical evaluation.

The following measures were adopted for the exclusion criteria: (1) patents, citations, letters, conference abstracts, review articles and case reports; (2) studies that used pine seeds for purposes other than the preparation of food products.

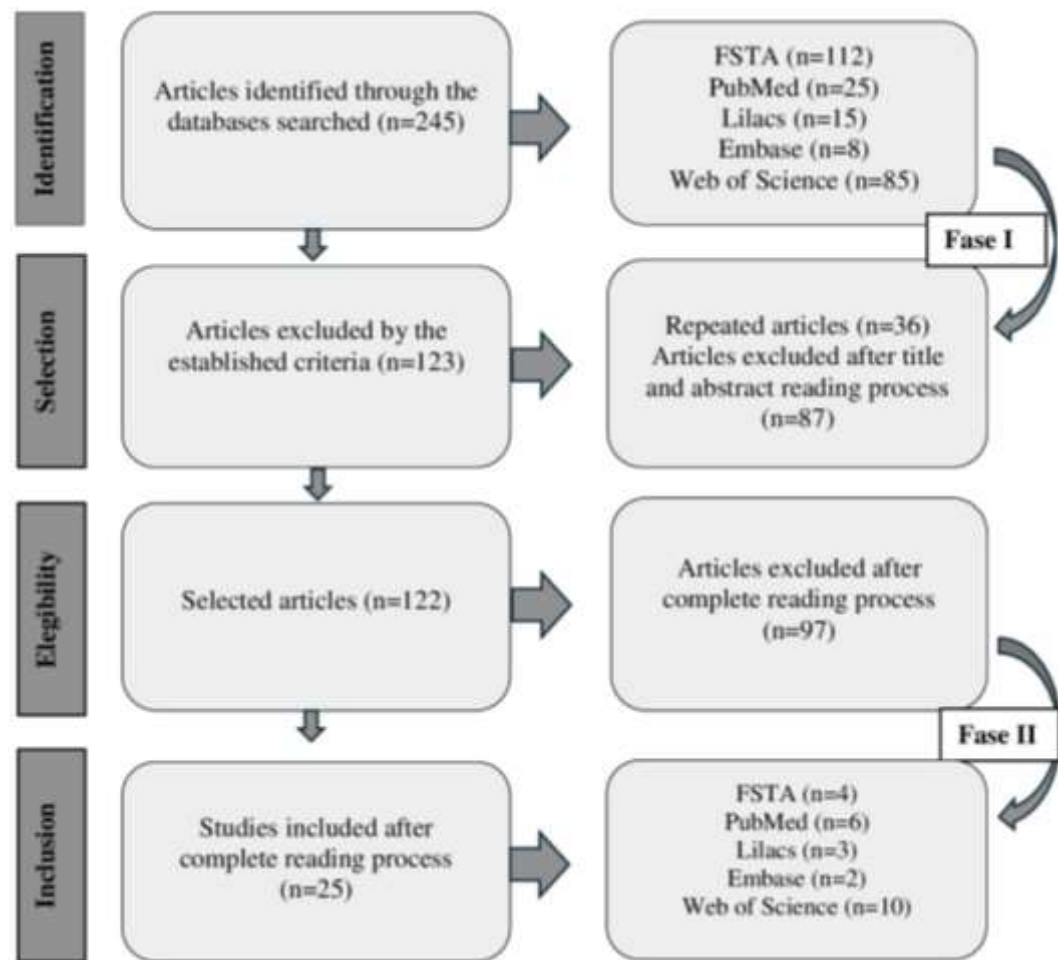


Figure 2 Flowchart of the analyzed articles selection.

Pine seeds characteristics

The pine seed has an almond, wedge-shaped, oblong shape, with a very resistant tegument and a thin internal membrane, both rich in polyphenols. It is also characterized by a starchy mass with harder texture when raw that became soft after cooking, a resistant shell measuring 3 to 8 cm long, 1 to 2.5 cm wide, and 8.7 g average weight (Costa *et al.*, 2023; Peralta *et al.*, 2016).

Regarding the pine seeds nutritional aspects, such raw material mainly presents an important source of starch, proteins, lipids, high values of fiber and phenolic compounds (Barbieri *et al.*, 2023), being considered a food product with high energy value. The pine seed chemical composition can vary among different species and if it is raw or cooked, as some elements they are concentrated and others will be incorporated into the cooking water (Silva *et al.*, 2022). Table 1 presents nutritional composition of raw and cooked pine seeds.

Table 1 Nutritional composition of raw and cooked pine seeds.**Composition of pine seed samples (mg/100 g)**

	Raw pine seeds	Cooked pine seeds
Moisture	46.90	55.21
Minerals	2.06	0.94
Protein	3.85	3.62
Fibers	4.78	5.53
Lipids	1.53	1.46
Carbohydrate	40.88	33.24
Total caloric value (Kcal)	192.69	160.58

Mineral composition of pine seed samples (mg/100 g)

	Raw pine seeds	Cooked pine seeds
Cu	0.20	0.17
Zn	0.66	0.58
Mn	0.19	0.24
Fe	0.90	1.55
Mg	49.38	40.70
Ca	24.72	29.93
P	135.43	117.80
S	39.20	36.91
K	692.13	500.46
Na	0.67	1.53

Source: adapted from Embrapa (2018).

In this way, the use of pine seeds as raw material appears an attractive alternative, since the significant presence of nutrients can contribute to enriching the nutritional value of their derived products (Silva *et al.*, 2020). Pine seeds offer culinary versatility that allows their incorporation into various food matrices, providing distinct and unique flavours, in addition to providing advantages by their nutritional benefits. Figure 3 indicates that various pine seed parts can be used, not limited only to the pulp.

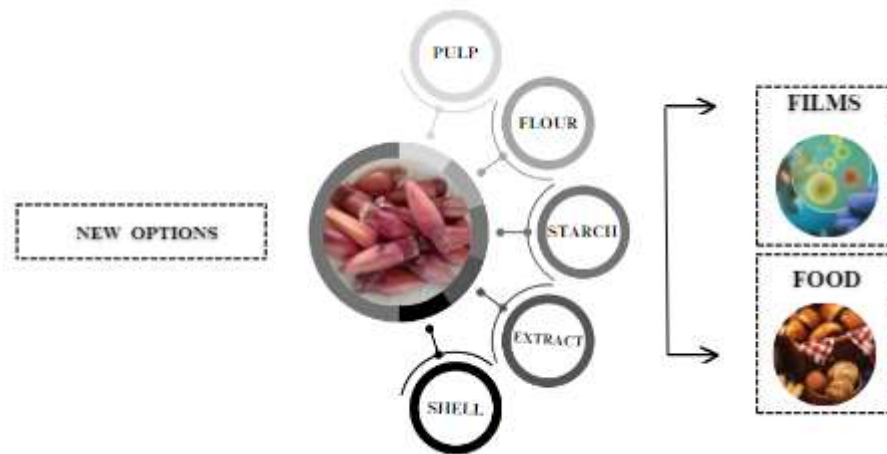


Figure 3 Possibilities of pine seeds use.

Pine seed flour

In order to obtain the pine seed flour, a drying process is carried out, then such product utilization by the food industry can increase its application versatility and facilitate its transportation, handling and storage. Furthermore, the water activity decrease can extend the fresh product shelf life by the reduction of microbiological contamination risks, as well as enzymatic and oxidation reactions. Besides, pine seed flour can be used as gluten-free alternatives, which makes it an option for celiac individuals and those who do not consume gluten (Costa *et al.*, 2022).

Regarding its nutritional composition, pine seed flour presents in 100 g values of 9.34% moisture, 2.61% ash, 1.62% lipids, 7.02% proteins, 3.13% dietary fiber, and 79.41% carbohydrates, which may represent an interesting nutritional source for human health (Gil *et al.*, 2021).

Pine seed starch

Unconventional starch constitutes an important metabolic reserve in plant origin products, considered an excellent raw material for many products development, such as its use in biodegradable packaging and opening new possibilities for research and industry (Santos *et al.*, 2023), as its application in food and pharmaceutical products (Nadolny *et al.*, 2023).

Pine seeds represent an unusual source of starch. The seed contains 36 - 81% starch and due to the high levels of amylose, it is resistant to digestion (Castrillon., 2023; Neto et al., 2023).

Furthermore, it exhibits a C-type crystalline structure, corresponding to 26-27%, and demonstrates high viscosity. These characteristics highlight the uniqueness and functional potential of pine seeds starch (Pinto *et al.*, 2015).

Pine seed pulp

Pine seed pulp is widely used by the food industry as it contains several nutrients and can be considered a great option for consumers with restrictive diets like celiac patients, as it is gluten-free. These characteristics increase the versatility of pine seed pulp as a healthy and inclusive option (Zortéa-Guidolin *et al.*, 2017). Studies that used pine seed flour, starch and pulp in the food sector are presented in Table 2.

Table 2 Studies carried out using pine seed flour, starch and pulp.

Author/year	Products	Proposal	Findings
1-Pine seed flour			
Barreto et al. (2018)	Snack	Extruded snack with pine seed and rice flour and filled with peanut butter.	Thermoplastic extrusion with a high starch and low-fat content produced a snack with satisfactory expansion and crunch. All snack samples showed promising acceptance - 6.2 to 6.9.
Ikeda et al. (2018)	Cake	Incorporation of different levels of pine seed flour in rice flour-based cake.	Cakes made with 50% and 37.5% pine seed flour provided dietary fiber of 3.80g/100g and 3.66g/100g, more than twice the fiber content of cakes prepared with o rice flour (1.62g/100g).
Barros et al. (2020)	Cookies	Antioxidant activity of cookies formulated with pine seed endosperm flour and wheat flour.	Cookies with pine seed flour presented greater antioxidant activity, became darker according to percentage increasing, and 100% treatment was considered more fragile.
Romko et al. (2021)	Cookies	Effect of pine seed flour and bagasse after starch extraction in cookies.	Cookies with flour and pine seed pomace had lower hardness, considerable nutritional, and fiber content.
Roman; Fariña; Simon (2023)	Flan	Development of an innovative vegan flan, using pine seed flour.	The product had a high concentration of fiber, but low content of protein.
Ferreira et al. (2023)	Cookies	Replacement of wheat flour - passion fruit flour, green banana peel and pine seeds.	Pine seed flour cookies achieved better acceptability among the new formulations and satisfactory results for formulations with 30 and 40%.
Helm et al. (2023)	Cookies	Gluten-free cookies with pine seed and carob flours	The cookies had adequate consistency, aroma and color, high nutritional and functional quality, low lipid content, good sources of dietary fiber and energy.

Godoy et al. (2023)	Cakes	Gluten-free cakes made pine seed flour.	The firmness of the cakes increased with time and the cakes were well accepted.
2- Pine seed starch			
Luchese et al. (2015)	Biofilms	Biofilms of native pine seed starch and pine seed starch, modified by acid hydrolysis.	The biofilms of native pine seed starch, showed homogeneous structures. Its application in biofilms indicated a visual color changing.
Macedo et al. (2020)	Cookies	Evaluation of corn and creole bean flours, with pine seed starch.	Cookies made with creole grains and pine seed starch presented satisfactory levels of protein, fiber and antioxidant activity. Sensory analysis highlighted positive attributes.
Broering; Nardi; Sartor (2020)	Vodka	<i>Araucaria angustifolia</i> pine seeds fermentation carried out through starch enzymatic hydrolysis, producing ethanol from hydrolyzed pine seed for vodka production.	The product showed traditional sensory characteristics of this type of drink, including alcoholic aroma, flavor, pungency, transparency and clarity. Despite the efficiency of fermentation, alcohol production was not satisfactory in terms of volume.
Müller et al. (2020)	Films	Evaluation of pine seed starch and natural extracts on the physicochemical, structural and thermal properties of thermoplastic cassava starch/PBAT extruded blown biofilms.	Except for the luminosity, biofilms produced from pine seed starch showed properties comparable to or slightly superior to those produced with cassava starch. The incorporation of extracts influenced all biofilms physicochemical properties.
Goulart et al. (2022)	Light mayonnaise	Light mayonnaise replacement of the oil content with pine seeds, as a starch source.	The product showed a reduction of 50.17% in fat (34.34% reduction) and 38.31% fat (49.86% reduction) compared to traditional formulation (76.41% fat).
3-Pine seed pulp			
Conto et al. (2015)	Cereal bar	Influence of pine seeds addition and the crystal sugar/glucose concentration on sensory properties of pine seeds cereal bars.	The addition of pine seeds at 10% and more than 50% of crystal sugar caused negative effects on most of cereal bars sensory properties. All samples presented acceptable scores (>5.0)
Bolzan; Pereira (2017)	Sweet cream	Characterization of a persimmon sweet cream with the addition of <i>Araucaria angustifolia</i> seeds in different formulations (0.5 and 10%).	Sweet cream texture was favorably changed, with hardness, stickiness and gumminess increasing. It was considered an innovative product for the food industry, and thus contributing in preserving the biome, generating income and nutritional support.
Polet et al. (2019)	Breads	Gluten-free breads made with pine seeds associated with potato starch and rice flour as alternative for celiac patients.	The formulation made with pine seeds and potato starch; as the one made with pine seeds components associated with potato starch and rice flour, seem to be good alternatives for breads made with wheat flour, with acceptability and purchase intention similar to the standard, despite having lower weight and height.

It was observed that all the studies covered in this review were conducted in Brazil, with the majority occurring in the South Region. *Araucaria* forest is a characteristic ecosystem of the

Atlantic Forest in South America, where *Araucaria angustifolia* is the dominant species (Medina *et al.*, 2020), playing an essential role in ecological succession by providing habitat for a diversity of species, serving as a source of food for various living beings, and contributing significantly to the protection of biodiversity in the region (Krob *et al.*, 2021).

In total, 69% (n=16) of the studies were reported using pine seed flour, starch and pulp, which addressed the physicochemical and sensory properties of products made with pine seed components. The studies were divided into three topics (Table 2), the first being pine seed flour, which 50% (n=8) of the articles were performed using this ingredient in baking, such as cakes (Ikeda *et al.*, 2018; Godoy *et al.*, 2023), biscuits (Ferreira *et al.*, 2023; Romko *et al.*, 2021), cookies (Barros *et al.*, 2020; Helm *et al.*, 2023), snacks (Barreto *et al.*, 2018) and a vegan flan-type dessert (Roman; Fariña; Simon., 2023).

Three further studies had a specific focus on celiac individuals (Ikeda *et al.*, 2018; Godoy *et al.*, 2023; Helm *et al.*, 2023), and 31.25% (n=5) of the studies were about the second topic that addresses pine nut starch in food applications. Two of them also mentioned the addition of starch to biofilms and extruded biofilms that changed favorably the products colour (Müller *et al.*, 2020). Another study that prepared cookies with corn flour and creole beans highlighted positive attributes in such formulation (Macedo *et al.*, 2020). A study produced ethanol from hydrolyzed pine seed for vodka, however not all results were satisfactory (Broering; Nardi; Sartor, 2020) and another one reduced oil in light mayonnaise, reducing the fat content of the product (Goulart *et al.*, 2022).

In the third topic, studies that used pine seed pulp were discussed in 18.75% (n=3). A study evaluated the addition of gluten-free breads, finding promising acceptability and purchase intention (Polet *et al.*, 2019). Another study included pine seed pulp into a persimmon sweet cream, obtaining satisfactory results in terms of the sweet's texture (Bolzan & Pereira, 2017). The addition of pine nuts to cereal bars had negative effects on sensory properties, however all samples presented acceptable results (Conto *et al.*, 2020).

Pine seed shell and extract

Phenolic compounds found in pine seed shell extracts are known for their antioxidant activity and can be used in the cosmetic and pharmaceutical sectors, as well as in the development of active packaging for food. In addition to providing protection against external substances, these extracts interact directly with the ingredients, helping to increase the shelf life, safety and quality of the products. Due to their antioxidant and antimicrobial properties,

extracts rich in phenolic compounds also have potential as natural additives in the food industry (Fonseca *et al.*, 2020).

Pine seed shells proximate composition includes 91.75% carbohydrates, predominantly cellulose (58.8%) and lignin (19.38%). Furthermore, it contains 1.89% lipids, 1.27% proteins, vitamin C (26.5 mg/100 g), potassium (208.6 mg/100 g), magnesium (38.0 mg/100 g), phosphorus (1197.8 mg /100 g), silicon (25.2 mg/100 g), and calcium (15.2 mg/100 g) (Babich *et al.*, 2019).

Below are reported studies that used pine seed extract and pine seed shell (Table 3).

Table 3 Studies carried out with pine seed extract and shell.

Author/year	Products	Proposal	Findings
Silva et al. (2019)	Films	Effect of adding <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze cooked water to TPS/PBAT films on physical and antioxidant properties.	Eight phenolic compounds with catechins and epicatechines being the most abundant. Solubility levels were reduced.
Timm et al. (2020)	Cereal bar	Ultra-fine friction grinding on pine seed shells to formulate a cereal bar.	Cereal bar had twofold fiber as a conventional bar, being well accepted in sensory evaluation.
Freitas et al. (2020)	Film	Pine seed shell extracts, applied to zein films.	Zein films showed satisfactory mechanical properties, obtaining a strong and tenacious film.
Souza et al. (2020)	Film	Pine seed shell extract, incorporation during the SPI film evaluation of physical, and morphological properties, total phenolic compounds and antioxidant capacity.	The pine seed shell extracts added to the SPI film formulation provided more antioxidant capacity to the films, dark brown color, and the linseed oil oxidative stability.
Fonseca et al. (2021)	Aerogels	To produce renewable aerogels from native and anionic corn starches with pine seed shell extract.	Aerogels demonstrated low density and high-water absorption capacity. Thermal stability was improved with the addition of pine seed extract.
Oliveira et al. (2022)	Cookies	Pine seed extract, pure or encapsulated by solid dispersion, in cookies formulation as a bioactive ingredient.	Cookies with pure and encapsulated extract showed differences in terms of proximate composition. Higher hardness values were detected.
Malta et al. (2023)	Yogurt	Phenolic compounds extraction from pine seed shell extract, including the effect of particle size and lethality tests to evaluate as a natural additive to yogurt.	Greater amount of bioactive compounds and antioxidant activity was observed. The extract was added to the yogurt, giving it an attractive reddish hue, increased the bioactive compounds content by 190%, and extending its shelf life.
Neto et al. (2024)	Film	Pine nut shells as a source of reinforcing material for the development of edible films, and pine nut seed flour and bovine gelatin as matrices for the films.	Pine nut shells resulted in an improvement in tensile strength and a reduction in water vapor permeability. The films demonstrated stability at temperatures below 150°C, with minimal loss of free water and low molecular weight volatile compounds.

Leme et al. (2023)	Active packaging	Produce thermoplastic starch/poly (TPS/PBAT) containing water-soluble curcumin and pine nut extract as natural antioxidants for packaging Brazil nuts.	The TPS/PBAT control film and the films enriched with pine nut extract guaranteed good preservation of the samples at 10°C. At 25°C, nuts stored in films with water-soluble curcumin maintained superior oxidative stability until the 15th day.
---------------------------	------------------	--	---

Studies explored the use of pine seed bark and extract 31% (n=9). Most of them used such ingredients in order to produce films, achieving satisfactory results in both mechanical and oxidative terms (Freitas *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2020; Neto *et al.*, 2024; Leme *et al.*, 2023). Another study developed cereal bars obtaining twofold fibers by adding pine seed shells (Timm *et al.*, 2020). The inclusion of pine seed extract in aerogels improved the thermal stability of these products (Fonseca *et al.*, 2021). Furthermore, the extract was successfully applied in cookies formulation, resulting in an acceptable texture (Oliveira *et al.*, 2022). Also, the addition of such extract to yogurt increased their shelf life due to the bioactive compounds that were present in the final product (Malta *et al.*, 2023).

Final considerations

The pine seeds consumption opens a wide range of opportunities in the consumer market, productive activity, and food and nutritional security promotion. Furthermore, the incorporation of this nuts into new products could support biodiversity conservation efforts by promoting the sustainable consumption of such crop.

Based on the studies, it is observed that products derived from pine nuts and their parts contain significant amounts of fiber, starch, antioxidants, phenolic compounds, and proteins. Regarding sensory aspects, the assessors demonstrated good acceptance in relation to the favorably modified texture, colour, odour, and flavour, resulting in an acceptance rate of over 70%.

Exploring new uses for pine nuts can also promote agricultural expansion for small farmers and extend consumption throughout the year, going beyond the harvest season, and expanding its food market, including gluten-free products. In this way, food options can be diversified, strengthening the sustainability and economic viability, associated with the pine seeds cultivation and consumption.

References

- Ávila, B., Guarino de Souza, E., Henzel, Devantier, A B. (2023). Importance of pine seed in the conservation of araucaria forests and the social role of the consumer market. *Floresta*, **53**, 413-413.
- Babich, Olga., Dyshlyuk, L., Noskova, S., Sukhikh, S., Prosekov, A., Ivanova, S., Pavsky, V. (2019). In vivo study of the potential of the carbohydrate-mineral complex from pine nut shells as an ingredient of functional food products. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, **18**, 1-10.
- Barbieri, S. F., Lima, F., Trevisam, L., Scholze, J. C., Lençone, K., Godoy, B., Catie, R., Meire, J. L. (2023). Polysaccharides from pine seed seeds of *Araucaria angustifolia*: Extraction, isolation and structural characterization. *Journal of Food Composition and Analysis*, **115**, 1-9.
- Barbosa, J. Z., Domingues, C. R. S., Poggere, G. C., Motta, A. C. V, Reis, A. R., Moraes, M. F., Pior, S. A. (2019). Elemental composition and nutritional value of *Araucaria angustifolia* seeds from subtropical Brazil. *National Center for Biotechnology Information*, **56**, 1073-1077.
- Barreto, A. G., Guerra, A. F., Nogueira, R. I., Carvalho, C. W. P., Godoy, R. C. B, Freitas, S. P. (2018). Functional peanut butter stuffed snack development based on Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) and rice flours. *International organization of Scientific Research*, **8**, 53-58.
- Barros, M., Borges, I. M., Ribeiro, E., Prudencio, S. H., Rocha, T. S. (2020). Study of the antioxidant action of pine kernel flour in cookie-type cookies. *Brazilian Journal of health Review*, **3**, 16166-16185.
- Bolzan, Balbinotti, A. & Pereira, Andrade, E. (2017). Preparation and characterization of a sweet creamy persimmon pudding with the addition of Brazilian pine seeds. *Brazilian Journal of Food Technology*, **20**, 1- 11.

- Broering, Erpen, V., Nardi, D., Sartor, Bona, S. (2020). Study of the use of pine nuts from *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze) for vodka production. *Atena Editora*, **4**, 32 - 40.
- Carvalho, N. R., Silva, A. W. B., Pereira, V. S., Gomes, L. A. A. (2020). Extensão universitária em comunidade rural: diálogos para conservação da *Araucaria Angustifolia*. *Revista Conexão*, **16**, 1-12.
- Castro, M. B., Barbosa, A. C. M C., Pompeu, P. V. Tng, D. Y. P. (2020). Will the emblematic southern conifer *Araucaria angustifolia* survive to climate change in Brazil? *Biodiversity and Conservation*, **29**, 591-607.
- Castrillom, R. G., Helm, Vieira, C., Mathias, A. L. (2023). *Araucaria angustifolia* and the pine seed: Starch, bioactive compounds and functional activity - a bibliometric review. *Ciência Rural*, **53**, 1-16.
- Conto, L. C. Santos, J., Veeck, A. P. L., Ponce, G. H. S. F., Schmiele, M. (2020). Sensory Properties Evaluation of Pine Nut (*Araucaria angustifolia*) Cereal Bars Using Response Surface Methodology. *Chemical Engineering Transactions*, **44**, 115-120.
- Costa, A. Timm, T. G., Helm, C. V., Tavares, L. B. B. (2022). Pine seed Seeds and Coats: Drying Process and Flour Characterization for Application in Food Products. *Industrial Biotechnology*, **18**, 1-10.
- Costa, F. J. O. G., Godoy, R. C. B., Leivas, C. L., Pereira, L. O., Waszczynskyj, N. (2023). Changes in the physical-chemical composition of pine nuts (*Araucaria angustifolia*) stored in different packaging and environments. *Brazilian Journal of Forestry Research*, **43**,1-11.
- Cysneiros, V. C. Pelissari, A. L., Netto, S. P., Machado, S. A., Filho, A. F. (2023). Population structure of *Araucaria angustifolia* under distinct forest protection status: implications for management and conservation. *Journal of Forestry Research*, **34**, 1437-1446.
- Da Costa, F. J. O. G., Godoy, R. C. B., Leivas, C. L., Pereira, L. O., Waszczynskyj, N. (2023). Changes in the physical-chemical composition of Brazilian pine seeds (*Araucaria*

angustifolia) stored in different packages and environments. *International Journal of Biological Macromolecules*, **253**, 1-10.

Dorneles, Mariane Santos; Azevedo, Eduarda Silva de; Noreña, Cacio Pelayo Zapata.

(2023). Effect of microwave followed by cooling on structural and digestive properties of pinhão starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, **253**, 1-10.

Embrapa Florestas. (2018). *Valor nutricional do pine seed*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Available on: <https://www.embrapa.br/florestas/valor-nutricional-do-pinhao> [Accessed 5th January 2024]

Ferreira, R. S., Alves, C. A., Martins, A. L., Vidigal, M. C. T. R. (2023). Sensory analysis of artisanal cookies added to unconventional flours. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, **9**, 1-5.

Fonseca, L. M., Silva, F. T., Bruni, G. P., Borges, C. D., Zavareze, E. R., Dias, A. R. G. (2021). Aerogels based on corn starch as carriers for pine seed coat extract (*Araucaria angustifolia*) rich in phenolic compounds for active packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, **169**, 362-370.

Fonseca, L. M., Oliveira, J. P., Crizel, R. L., Silva, F. T., Zavareze, E. R., Borges, C. D. (2020). Electrospun Starch Fibers Loaded with Pine seed (*Araucaria angustifolia*) Coat Extract Rich in Phenolic Compounds. *Food Biophysics*, **15**, 355-367.

Freitas, T. B., Santos, C. H. K., Silva, M. V... Leimann, F. V. (2020). Antioxidants extraction from pine seed (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) coats and application to zein films. *Food Packaging and Shelf Life*, **15**, 28-34.

Gil, B. V., Moura, A. P. C., Sachet, M. R... Danner, M. A. (2021) Proximate composition and kinetics drying of sweet pine nuts compared to typical nuts of *Araucaria angustifolia*. *Ciência Rural*, **51**, 1-9.

Godoy, Catie Bueno, R., Pereira, Oelke, L., Negre, Oliveira, M. F. (2022). Exploratory study for identification and separation of Brazilian pine seeds (*Araucaria angustifolia*) for consumption. *Revista Agrária Acadêmica*, **5**, 1- 17.

- Godoy, Rossana Catie Bueno de. *et al.* (2023). Características de bolos sem glúten elaborados com farinhas de pinhão sanitizado e branqueado. *Embrapa*, **494**, 1 - 15.
- Goeten, D., Soares, F. L. F., Renner, G. D. R., Pereira, M. L. T., Walters, C., Silveira, V., Catarina, M. P., Steiner, N. (2023). Carbohydrate and dehydrin-like protein profiles during *Araucaria angustifolia* seed development provides insights toward ex situ conservation. *Trees - Structure and Function*, **37**, 1201-1215.
- Goulart, V. M. A., Azeredo, D. R. P., Nascimento, M. R. F., Azevedo-Meleiro, C. H. (2022). Use of pine nut starch (*Araucaria angustifolia*) as a fat replacer for the development of light mayonnaise. *Territorialidades da Agricultura Brasileira*, **1**, 145-153.
- Helm, Cristiane Vieira. *et al.* (2023). Biscoitos tipo cookies de farinhas de pinhão e alfarroba: Uma opção livre de glúten e de ingredientes de origem animal. *Embrapa*, **492**, 1-12.
- Ikeda, M., Carvalho, C. W. P., Helm, C. V., Azeredo, H. M. C., Godoy, R. C. B., Ribani, R. H. (2018). Influence of Brazilian pine seed flour addition on rheological, chemical and sensory properties of gluten-free rice flour cakes. *Ciência Rural*, **48**, 1-10.
- Koslinski, C. H. S., Baquetá, M. R., Coqueiro, A... Leimann, F. V. (2018). Systematic study on the extraction of antioxidants from pine seed (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) coat. *Food Chemistry*, **261**, 216-223.
- Kubiak, K. L., Silva, J. C., Zarzycki, L. F. W., Casali, C. A., Tessaro, D. (2021). Epiedaphic fauna associated with *Araucaria angustifolia* forest fragments in different edaphoclimatic conditions in the state of Paraná. *Brazilian Journal of Physical Geography*, **14**, 1070-1080.
- Krob, A., Overbeck, G. E., Jr, J. K. F. M., Urruth, L., Malabarba, L. R., Chomenko, L., Azevedo, M. A. (2021). Contribution of southern Brazil to the climate and biodiversity conservation agenda. *Revista Bio Diverso*, **14**, 1070-1080.
- Leme, C. M. M., Carvalho, A., Rodrigues, V. C., Santos, A. R., Tanamati, A. A. C., Gonçalves, O. H., Valderrama, P., Leimann, F. V. (2023). Active packaging to prevent

lipid oxidation on Brazil nuts (*Bertholletia excelsa* HBK) stored under varying temperatures. *Packaging Technology and Science*, **1**, 1-10.

- Macedo, L. D., Ávila, B. P., Saraiva, J. F. R., Lacerda, M. S., Domingues, B. P., Pereira, A. M., Guarino, E. S. G., Gularte, M. A (2020). Chemical and sensory characterization of cookies formulated with creole grains and pine nut (*Araucaria angustifolia*) starch. *Research, Society and Development*, **9**, 1-17.
- Malta, D. S., Lima, G. G., Leal, F. C., Maroldi, W. V., Mathias, A. L., Magalhães, W. L. E., Helm, C. V., Masson. M. L. (2023). Enhancing the health benefits of yogurt with pine seed seed coat extract: optimization of extraction methods and in vitro bioaccessibility. *Journal of Food and Nutrition Research*, **62**, 199-211.
- Medina, M., Flores, M. P., Goya, J. F., Campanello, P. I., Pinazo, M. A., Ritter, L. J., Arturi, M. F. (2020). Native tree regeneration in native tree plantations: understanding the contribution of *Araucaria angustifolia* to biodiversity conservation in the threatened Atlantic Forest in Argentina. *Ecologia Austral*, **45**, 1-10.
- Müller, P. S., Carpiné, D., Yamashita, F., Waszczynskij, N. (2020). Influence of pine seed starch and natural extracts on the performance of thermoplastic cassava starch/PBAT extruded blown films as a technological approach for bio-based packaging material. *Food Engineering, Materials Science, & Nanotechnology*, **85**, 1-10.
- Nadolny, J. M., Best, O., Netzel, G., Shewan, H. M., Phan, A. D. T., Smyth, H. E., Stokes, J. R. (2023). Chemical composition of bunya nuts (*Araucaria bidwillii*) compared to *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* species. *Food Research International*, **163**, 1-9.
- Neto, D. C. S., Paiva, T. S., Santos, R. W. S., Helm, C. V., Silva, F. A. P., Jorge, L. M. M. (2024). Potential of Pinhão husk (*Araucaria angustifolia*) as a structural reinforcement agent in the properties of edible films of Pinhão flour and gelatin. *Journal of Applied Polymer Science*, **1**, 1-10.
- Oliveira, A., Moreira, T. F. M., Pepinelli, A. L. S... Leimann, F. V. (2022). Optimization of Pine seed Extract Encapsulation by Solid Dispersion and Application to Cookies as a Bioactive Ingredient. *Food and Bioprocess Technology*, **15**, 1517-1528.

- Peralta, R. M., Koehnlein, E. A., Oliveira, R. F., Correa, V. G., Corrêa, R. C. G., Bertonha, L., Bracht, A., Ferreira, I. C. F. (2016). Biological activities and chemical constituents of *Araucaria angustifolia*: An effort to recover a species threatened by extinction. *Trends in Food Science & Technology*, **54**, 85-93.
- Pinto, V. Z., Vanier, N. L., Deon, V. G., Moomand, K., Halal, S. L. M. E., Zavareze, E. R., Limb. L. T., Dias, A. R. G. (2015). Effects of single and dual physical modifications on pine seed starch. *Food Chemistry*, **187**, 98-105.
- Polet, J. P., Oliveira, V. R., Rios, A. O., Souza, C. G. (2019). Physico-chemical and sensory characteristics of gluten-free breads made with pine nuts (*Araucaria angustifolia*) associated to other flours. *Journal of Culinary Science & Technology*, **17**, 1-10.
- Roman, Pizzato, I., Fariña, Oliveira, L., Simon, M, R. (2023). Development of a flan-type food based on pine seed flour. *Editora Acadêmica Periódicos*, **1**, 1-64.
- Romko, S. S., Beninca, C., Bet, C. D., Bisinella, R. Z. B., Schnitzler, E. (2021). Effect of the addition of pine seed flour and bagasse generated after starch extraction on the formulation of cookie. *Food Technology*, **7**, 1-12.
- Sampaio, D. A., Junior, A. J. S., Júnior, A. F. D., Lelis, C. C. (2022). An alternative energy generation from charcoal produced from Brazilian pine (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze) seed residues. *Química Nova*, **45**, 1-6.
- Santos, J. S., Biduski, B., Colussi, R., Pinto, V. Z., Santos, L. R. (2023). Hydrogel properties of non-conventional starches from guabiju, pine seed, and uvaia seeds. *Food Research International*, **173**, 1-10.
- Silva, E. P., Dias, L. G., Marot, P. P., Goulart, G. A. S., Freitas, F. A., Damiani, C. (2020). Fatty acid and chemical composition of the seed and the oil obtained from marolo fruit (*Annona crassiflora* Mart.). *Agrarian and Biological Sciences*, **9**, 1-17.
- Silva, E. F. R., Santos, B. R. S., Minho, L. A. C., Brandão, G. C., Silva, M. J., Silva, M. V. L., Santos, W. N. L., Santos, A. M. P. (2022). Characterization of the chemical composition (mineral, lead and centesimal) in pine nut (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) using exploratory data analysis. *Food Chemistry*, **369**, 1-10.

- Souza, K. C., Correa, L. G., Silva, T. B. V. Shirai, M. A. (2020). Soy protein isolate films incorporated with pine seed (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) Extract for Potential Use as Edible Oil Active Packaging. *Food and Bioprocess Technology*, **13**, 998-1008.
- Timm, T. G., Lima, G. G., Matos, M., Magalhães, W. L. E., Tavares, L. B. B., Helm, C. V. (2020). Nanosuspension of pine seed coat development for a new high-functional cereal bar. *Journal of Food Processing and Preservation*, **44**, 1-10.
- Zortéa-guidolin, M. E. B., Carvalho, C. W. P., Godoy, R. C. B., Demiate, I. M., Scheer, I. P. (2017). Influence of Extrusion Cooking on In Vitro Digestibility, Physical and Sensory Properties of Brazilian Pine Seeds Flour (*Araucaria Angustifolia*). *Journal of Food Science*, **82**, 977-984.
- Wu, Y., Wu, H., H, L. (2024). Recent Advances of Proteins, Polysaccharides and Lipids-Based Edible Films/Coatings for Food Packaging Applications: a Review. *Food Biophysics*, **19**, 29-45.

3.2 ARTIGO 1 - REVISÃO DA LITERATURA (versão em português).

Aplicabilidade do potencial do pinhão (*Araucaria angustifolia*) em alimentos e filmes: uma abordagem sobre qualidade, versatilidade e sustentabilidade

Natalia Maldaner Salvadori¹; Ziane da Conceição das Mercês¹; Sabrina Evangelista¹; Tatiana Barbieri Cochlar¹; Alessandro de Oliveira Rios²; Viviani Ruffo de Oliveira^{1,3*}

¹ Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

² Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

*Autor correspondente. Toda correspondência deverá ser enviada para o e-mail: vivianiruffo@hotmail.com

Resumo

O pinhão, semente da *Araucaria angustifolia*, tem sido cada vez mais utilizado como ingrediente na indústria alimentícia. Este estudo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o uso do pinhão como matéria-prima para o desenvolvimento de produtos em relação à qualidade físico-química e sensorial desses novos alimentos. Estratégias de busca detalhadas foram implementadas em cada uma das bases de dados selecionadas. Os resultados revelaram que o pinhão é amplamente utilizado como matéria-prima na alimentação, devido ao seu valor nutricional e sabor suave, o que permite o desenvolvimento de diferentes formulações de produtos inovadores. A análise dos estudos demonstrou que as possibilidades de uso do pinhão como farinha, polpa, casca, amido e extrato geram produtos factíveis, pois se consegue estender o consumo ao longo de todo o ano, ultrapassando a temporada de colheita e ampliando assim, o mercado, além de diversificar as opções alimentares. Com a disponibilidade de novas formulações pode-se ampliar a viabilidade econômica associada ao cultivo do pinhão, além de agregar valor nutricional aos produtos desenvolvidos.

Palavras-chave: *Araucaria angustifolia*. Indústria alimentícia. Produtos de pinhão. Pinhão. Tecnologia de alimentos.

Introdução

A *Araucaria angustifolia* comumente conhecida como pinheiro brasileiro, pinheiro do Paraná ou árvore Candelabro (Barbosa et al., 2019), tem sua área de ocorrência natural em grande parte da região Sul do Brasil, além de áreas isoladas dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Kubiak et al., 2021). Essa espécie também pode ocorrer na Argentina, Paraguai, Chile (Da Costa et al., 2023) e no Brasil, desempenhando um papel fundamental na flora nativa, com relevância ecológica, social e econômica (Goeten et al., 2023).

Contudo, a *Araucaria angustifolia* é classificada como criticamente ameaçada pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) devido à sua exploração insustentável, o que reflete em uma redução populacional. De acordo com a lista vermelha de espécies ameaçadas, sua área atual no Brasil representa apenas 2% da distribuição original (Brandão et al., 2019; Castro et al., 2020).

Devido a fatores econômicos, culturais e industriais associados ao consumo de pinhão, suas sementes desempenham um papel crucial na preservação da *Araucaria*, sendo parte da dieta humana desde os tempos pré-colombianos (Cysneiros et al., 2023; Koslinski et al., 2018).

No entanto, o pinhão é frequentemente comercializado *in natura* ou cozido, na ausência de processos industriais, e ainda utilizado como ingrediente na indústria de alimentos (Sampaio et al., 2022).

Segundo Barbieri et al. (2023), os pinhões também podem ser utilizados na alimentação devido ao seu valor nutricional e sabor neutro, o que permite sua inserção em formulações e no desenvolvimento de produtos inovadores. Como ingrediente principal, o pinhão tem sido utilizado na produção de pães (Polet et al., 2019), bolos (Ikeda et al., 2018), biscoitos (Barros et al., 2020), doce cremoso (Bolzan e Pereira, 2017), suflês e sopas (Silva et al., 2022), entre outros produtos. Assim, são vários os aspectos positivos da utilização do pinhão na indústria alimentícia como matéria-prima para a produção de alimentos, conforme mostra a Figura 1.

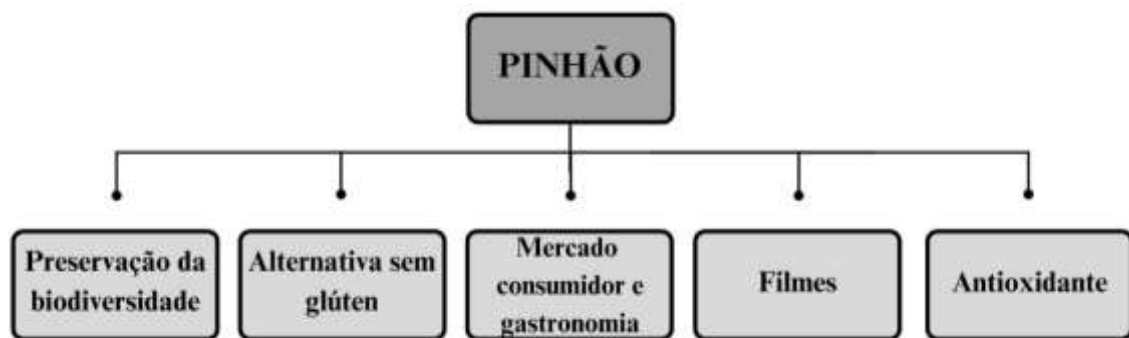


Figura 1 - Aspectos positivos da utilização do pinhão na indústria alimentícia como matéria-prima para a produção de alimentos.

Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (2020).

Pelas suas propriedades, os pinhões também estão sendo utilizados na produção de filmes, tornando-se uma matriz promissora para a integração de compostos bioativos, visando a criação de embalagens ativas com propriedades antioxidantes e antimicrobianas. A inclusão de antioxidantes naturais nas embalagens é essencial, uma vez que a oxidação é um dos

principais fatores que comprometem a qualidade dos alimentos (Souza et al., 2020). Além de proteger os alimentos contra danos físicos e microbianos, reduzir a permeabilidade ao vapor da água e prevenir a perda de peso, resultando em uma melhoria significativa na qualidade, segurança e prazo de validade dos produtos alimentícios (Wu, 2024).

Além disso, são muitos os desafios para uma expansão mais abrangente da comercialização de pinhão, que incluem também a indisponibilidade de técnicas aprimoradas para sua industrialização e a necessidade de implementação de práticas de manejo pós-colheita, tais como: limpeza eficiente, armazenamento e processamento adequados para a produção de farinha ou amido. Contudo, o desenvolvimento de derivados do pinhão poderia permitir a disponibilidade do produto em diferentes épocas do ano, visto que o período de colheita é notavelmente limitado e a industrialização poderia contribuir para sua oferta em todo o país (Ávila et al., 2023).

Deste modo, este trabalho tem como objetivo avaliar estudos que demonstraram o potencial do pinhão, a sua aplicabilidade em novos produtos alimentares e filmes, bem como a sua qualidade, versatilidade e sustentabilidade na utilização dessa matéria-prima.

Metodologia

Este estudo trata-se de uma revisão bibliográfica integrativa, abrangendo artigos que abordaram a inclusão do pinhão em produtos nos últimos dez anos, contemplando trabalhos em inglês, português e espanhol. Foram considerados apenas estudos experimentais que envolveram a incorporação da *Araucaria angustifolia* na elaboração de produtos.

Estratégias de busca individuais detalhadas foram desenvolvidas para cada uma das seguintes bases de dados: *Food Science and Technology Abstracts (FSTA)*, *Web of Science*, PubMed (US National Library of Medicine – *National Institutes of Health*), Embase, Lilacs (*Latin American Literature in Health Sciences*).

Combinações apropriadas de palavras foram selecionadas e adaptadas para busca em cada base de dados. Utilizando os descritores booleanos “AND”, “OR” e palavras-chave específicas escritas em inglês, como: *Araucaria angustifolia* OR *Brazilian Pine* AND *Food Industry*; *Food products*; *Bread*; *Beverages*; *Bakery*; *Cookie*, *Cracker*; *Nutritive Value*; *Biological Nutritional Availability*; *Nutritional Quality*; *Food sensory*; *Nuts*; *cake*; *Acceptability*; *Chemical, Physical*; *Food technology*; *Food Science*. A seleção dos estudos foi concluída em 2 fases (Figura 2). Na fase 1, um pesquisador independente revisou os títulos e resumos de todos os artigos identificados nas bases de dados. Os estudos que não atenderam

aos critérios de inclusão foram descartados. Na fase 2, os revisores aplicaram os critérios de inclusão ao texto completo e submeteram à avaliação crítica a lista de referências dos estudos selecionados.

As seguintes medidas foram adotadas para os critérios de exclusão: (1) patentes, citações, cartas, resumos de congressos, artigos de revisão e relatos de casos; (2) estudos que utilizaram sementes de pinhão para outros fins que não o preparo de produtos alimentícios.

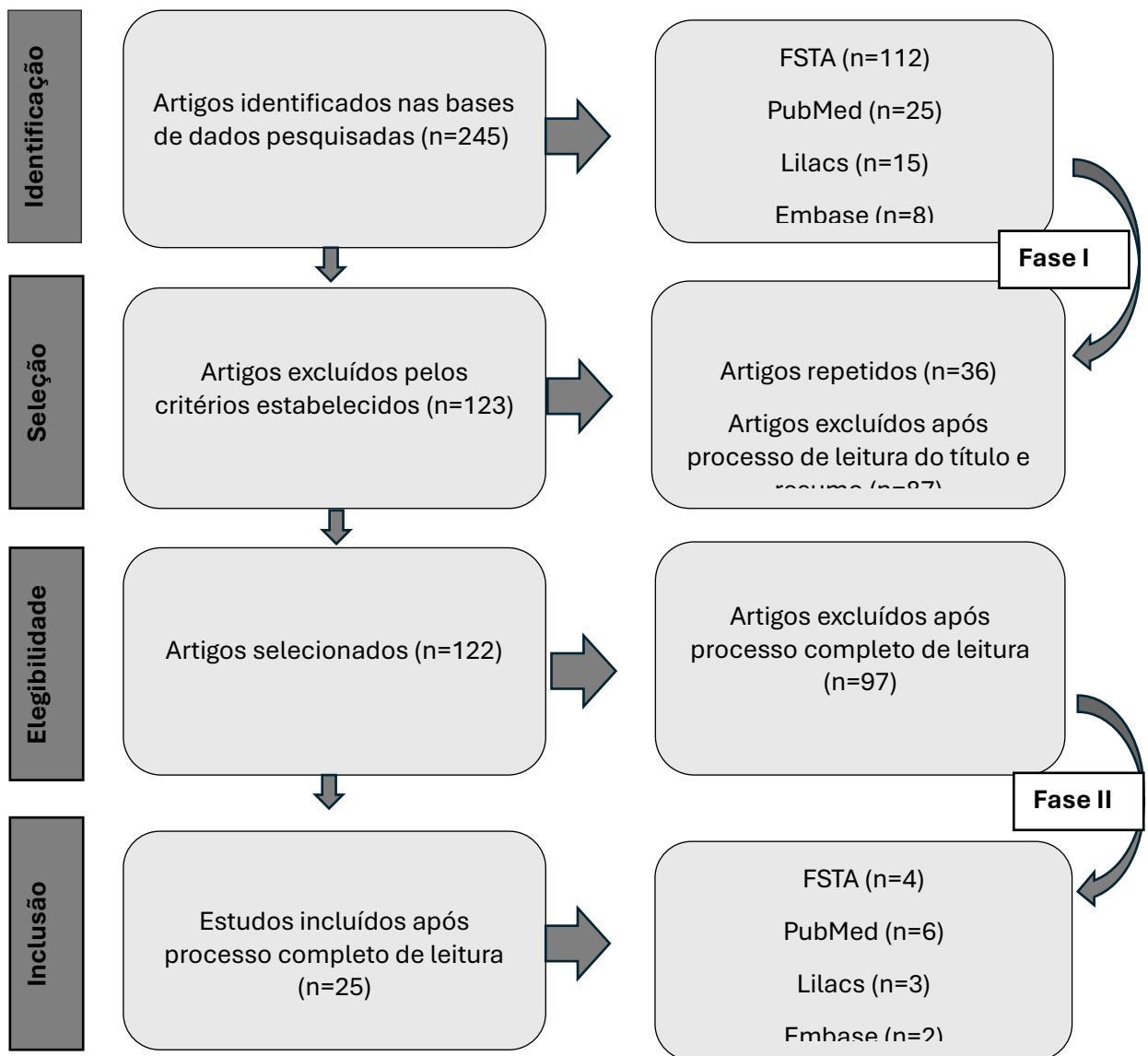


Figura 2 Fluxograma de seleção dos artigos analisados.

Fonte: Autor (2024).

Características do pinhão

A semente do pinheiro apresenta formato amendoado, cuneiforme, oblongo, com tegumento resistente e membrana interna fina, ambos ricos em polifenóis. Caracteriza-se

também por massa amilácea de textura dura quando crua, que amolece após o cozimento, casca resistente medindo 3 a 8 cm de comprimento, 1 a 2,5 cm de largura e peso médio de 8,7 g (Costa et al., 2023; Peralta et al., 2016).

Já os aspectos nutricionais do pinhão, o produto cru apresenta principalmente uma importante fonte de amido, proteínas, lipídios, altos valores de fibras e compostos fenólicos (Barbieri et al., 2023), sendo considerado um alimento de alto valor energético. Também é composto por minerais como o cobre, magnésio, manganês, fósforo, cálcio, zinco, potássio e ferro (Castrillon; Helm; Mathias, 2023).

A composição química do pinhão pode variar entre diferentes espécies e na composição da semente crua ou cozida, pois alguns elementos serão concentrados e outros serão incorporados na água do cozimento (Silva et al., 2022). A Tabela 1 apresenta a composição mineral e nutricional do pinhão cru e cozido.

Tabela 1 Composição química de pinhão cru e cozido

Composição centesimal, fibras e Kcal no pinhão (mg/100 g)		
	Pinhão cru	Pinhão cozido
Umidade	46.90	55.21
Minerais	2.06	0.94
Proteína	3.85	3.62
Fibras	4.78	5.53
Lipídios	1.53	1.46
Carboidratos	40.88	33.24
Valor calórico total (Kcal)	192.69	160.58
Composição mineral do pinhão (mg/100 g)		
	Pinhão cru	Pinhão cozido
Cu	0.20	0.17
Zn	0.66	0.58
Mn	0.19	0.24
Fe	0.90	1.55
Mg	49.38	40.70
Ca	24.72	29.93
P	135.43	117.80
S	39.20	36.91
K	692.13	500.46
Na	0.67	1.53

Fonte: Adaptado do estudo de Embrapa (2018).

Dessa forma, a utilização do pinhão como matéria-prima surge como uma alternativa promissora, uma vez que a presença de nutrientes pode contribuir para enriquecer o valor nutricional dos seus produtos elaborados (Silva et al., 2020). O pinhão oferece versatilidade culinária que permite a sua incorporação em diversas matrizes alimentícias, proporcionando

sabores distintos e únicos, além de aproveitar seus benefícios nutricionais. A Figura 3 indica que várias partes do pinhão podem ser utilizadas, não se limitando apenas à polpa.

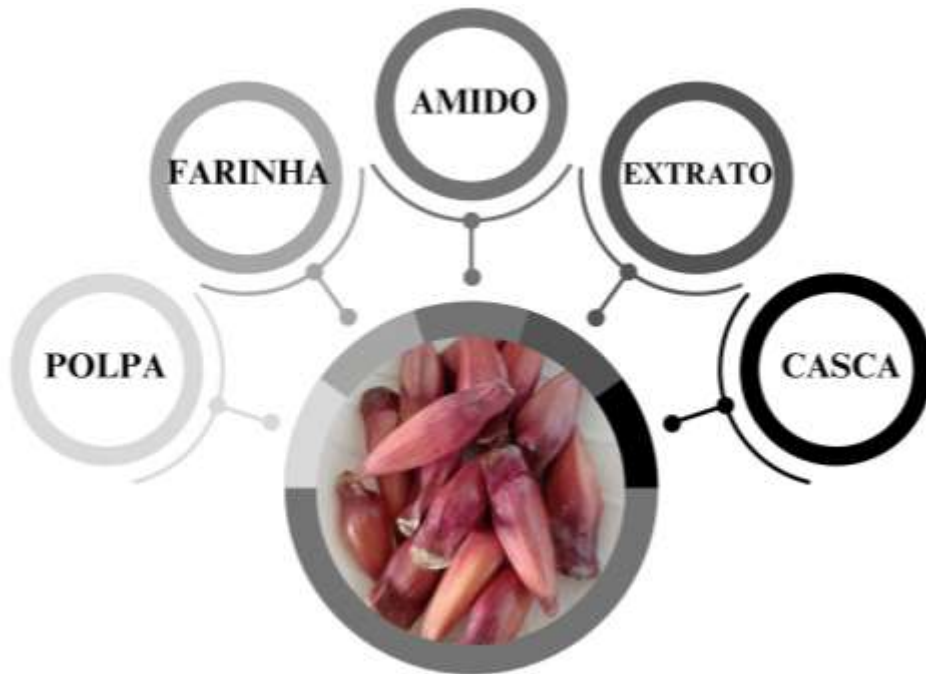


Figura 3 Possibilidades de utilização do pinhão.

Fonte: Autor (2024).

Farinha de pinhão

Para obtenção da farinha de pinhão é realizado o processo de secagem, assim a inclusão deste produto na indústria alimentícia amplia a sua versatilidade de aplicações e facilita o transporte, manuseio e armazenamento. Além disso, expande o prazo de validade do produto *in natura*, pois haverá uma redução dos riscos de contaminação microbiológica, reações enzimáticas e de oxidação, pela redução da atividade de água. Ademais, a farinha de pinhão surge como uma alternativa sem glúten, o que a torna uma opção para indivíduos que não consomem glúten (Costa et al., 2022).

Quanto à sua composição nutricional, a farinha de pinhão apresenta em 100g, 9,34% de umidade, 2,61% de cinzas, 1,62% de lipídeos, 7,02% de proteínas, 3,13% de fibras dietéticas e 79,41% de carboidratos, o que pode representar uma interessante fonte nutricional para a saúde humana (Gil et al., 2021).

Amido de pinhão

O amido não convencional constitui reserva metabólica em produtos de origem vegetal, considerado uma excelente matéria-prima para o desenvolvimento de produtos, como na produção de embalagens biodegradáveis e filmes, abrindo novas possibilidades para pesquisa, indústria (Santos et al., 2023), aplicação em alimentos e produtos farmacêuticos (Nadolny et al., 2023).

O pinhão representa uma fonte de amido não convencional, sendo que a semente apresenta 36,28% de amido e devido aos níveis de amilose tem resistência a digestão (Dorneles; Azevedo; Noreña, 2023). Além disso, exibe uma estrutura cristalina do tipo C, correspondendo a 26-27%, e demonstra viscosidade. Essas características destacam a singularidade e o potencial funcional do amido proveniente do pinhão (Pinto et al., 2015).

Polpa de pinhão

A polpa do pinhão está sendo utilizada na indústria alimentícia por conter nutrientes e também é uma opção aos consumidores com dietas restritivas como indivíduos celíacos, pois é isenta de glúten. Essas características ampliam a versatilidade da polpa do pinhão como uma opção saudável e inclusiva na alimentação (Zortéa-Guidolin et al., 2017).

Estudos que utilizaram a farinha, o amido e a polpa do pinhão no setor alimentício são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Estudos realizados que utilizaram farinha, amido e polpa de pinhão

Autor/ano	Produto	Objetivo	Resultados
1-Farinha de pinhão			
Barreto et al. (2018)	<i>Snack</i>	Desenvolver <i>snack</i> extrusado formulado com semente de pinhão, farinha de arroz e recheado com pasta de amendoim.	A extrusão termoplástica a partir de misturas com alto teor de amido e baixo teor de gorduras, produziu um <i>snack</i> com expansão e crocância satisfatórias. Todas as amostras de <i>snacks</i> apresentaram aceitação variando entre 6,2 e 6,9.
Ikeda et al. (2018)	Bolo	Incorporação de diferentes níveis de farinha de pinhão em misturas para bolo à base de farinha de arroz.	Bolos elaborados com 50% e 37,5% de farinha de pinhão forneceram fibra alimentar de 3,80g/100g e 3,66g/100g, representando mais que o dobro do teor de fibras dos bolos preparados apenas com farinha de arroz (1,62g/100g).
Barros et al. (2020)	Cookies	Estudar a atividade antioxidante de cookies formulados com farinha de endosperma de pinhão e farinha de trigo.	Os cookies com farinha de pinhão apresentaram maior atividade antioxidante, tornaram-se mais escuros com o aumento percentual da farinha de pinhão e aqueles com 100% de farinha de pinhão foram mais frágeis.

Romko et al. (2021)	Biscoitos	Avaliar o efeito da adição de farinha de pinhão e bagaço gerado após extração de amido na formulação de biscoitos.	Os biscoitos com farinha e bagaço de pinhão apresentaram menor dureza e considerável teor nutricional e de fibras.
Romano; Farinha; Simão (2023)	Flan	Desenvolver um produto vegano do tipo flan, com o uso de farinha de pinhão.	O produto produzido apresentou alta concentração de fibras, baixa concentração de carboidratos e proteínas.
Ferreira et al. (2023)	Biscoitos	Elaborar biscoitos, substituindo parcialmente a farinha de trigo por farinha de maracujá, casca de banana verde e pinhão.	Os biscoitos de farinha de pinhão obtiveram melhor aceitabilidade entre as novas formulações apresentando resultados satisfatórios para formulações com 30 e 40% de adição da farinha de pinhão.
Helm et al. (2023)	Cookies	Elaborar cookies sem glúten, com farinhas de pinhão e alfarroba.	Os biscoitos apresentaram consistência, aroma e cor adequados, alto valor nutritivo e funcional, baixos teores de lipídeos, podendo ser considerados boas fontes de fibras alimentares e de energia.
Godoy et al. (2023)	Bolos	Bolos sem glúten, elaborados com farinha de pinhão.	A firmeza dos bolos aumentou com o seu envelhecimento e não houve diferença significativa e atividade de água entre os tratamentos. Os produtos tiveram boa aceitação.
2- Amido de pinhão			
Luchese et al. (2015)	Biofilmes	Preparar e caracterizar biofilmes de amido de pinhão nativo e amido de pinhão modificado por hidrólise ácida, e posteriormente avaliar a sua aplicabilidade em biofilmes.	Os biofilmes apresentaram estruturas homogêneas. Sua aplicação em biofilmes indicou alteração visual da cor.
Macedo et al. (2020)	Cookies	Desenvolver cookies usando farinhas de milho e feijão crioulos, juntamente com amido de pinhão.	Os cookies elaborados com grãos crioulos e amido de pinhão apresentaram níveis satisfatórios de proteínas, fibras e atividade antioxidante. Além disso, a análise sensorial destacou atributos positivos.
Broering; Nardi; Sartor (2020)	Vodka	Usar as sementes da <i>Araucaria angustifolia</i> na fermentação por meio da hidrólise enzimática do amido, produzindo etanol a partir do mosto hidrolisado de pinhão e fabricar vodka.	A vodka resultante exibiu características sensoriais comuns a esse tipo de bebida, incluindo aroma e sabor alcoólicos, pungência, transparência e limpidez. Apesar da eficiência da fermentação do mosto, a produção de álcool não foi satisfatória em termos de volume.
Muller et al. (2020)	Filmes	Avaliar a influência do amido de pinhão e dos extratos naturais na propriedades físico-químicas, estruturais e térmicas de filmes soprados extrusados termoplásticos de fécula de mandioca/PBAT.	Com a exceção do parâmetro cor (luminosidade), os filmes produzidos a partir de fécula de pinhão apresentaram propriedades comparáveis ou ligeiramente superiores aos produzidos com fécula de mandioca. A incorporação dos extratos influenciou todas as propriedades físico-químicas do filme.
Goulart et al. (2022)	Maionese <i>light</i>	Formular maionese <i>light</i> , a partir da substituição de parte do teor de óleo pelo pinhão (<i>Araucaria angustifolia</i>) que constitui fonte de amido.	O produto apresentou uma redução de 50,17% de gordura em comparação com a formulação tradicional (76,41% de gordura).
3-Polpa de pinhão			
Conto et al. (2015)	Barra de cereal	Avaliar a influência da adição de pinhão e da concentração de açúcar cristal/glicose nas	A adição de pinhão em 10% e mais de 50% de açúcar cristal causou efeitos negativos na maioria das propriedades sensoriais das barras

		propriedades sensoriais de barras de cereais de pinhão.	de cereais. Contudo, todas as amostras apresentaram pontuações aceitáveis >5.
Bolzan; Pereira (2017)	Doce cremoso	Processar e caracterizar um doce cremoso de caqui com adição de sementes da <i>Araucaria angustifolia</i> , substituindo-se parcialmente a polpa por diferentes concentrações de pinhão nas formulações (0, 5 e 10%).	A textura do doce foi alterada favoravelmente, com aumento da dureza, adesividade e gomosidade, indicando um produto inovador para a indústria alimentícia, e contribuindo para a promoção e aumento do interesse pela preservação do bioma, gerando renda e aporte nutricional.
Polet et al. (2019)	Pães	Desenvolver e avaliar propriedades físicas, químicas, e qualidade sensorial de pães sem glúten elaborados com pinhão associado a outras farinhas como alternativas para pacientes celíacos.	A formulação feita com pinhão e fécula de batata e a feita com componentes do pinhão associado à fécula de batata e à farinha de arroz parecem ser alternativas em vez de pães feitos com farinha de trigo porque apresentaram aceitabilidade e intenção de compra semelhantes ao padrão, embora eles podem ter menor peso e altura.

Fonte: Autor (2024)

Observa-se que os estudos encontrados nesta revisão foram realizados no Brasil, sendo a maior ocorrência na Região Sul. A floresta com *Araucaria* é um ecossistema característico da Mata Atlântica da América do Sul, onde a *Araucaria angustifolia* é a espécie dominante (Medina et al., 2020), desempenhando um papel essencial na sucessão ecológica ao fornecer habitat para uma diversidade de espécies, servindo como fonte de alimentos para diversos seres vivos, e contribuindo significativamente para a proteção da biodiversidade na região (Krob et al., 2021).

No total dos estudos foram observados (69%; n=16) os quais abordaram as propriedades físicas, químicas e sensoriais dos produtos elaborados com os componentes do pinhão. Os estudos foram divididos em três tópicos (Tabela 3), sendo a farinha de pinhão a mais utilizada nos estudos (50%; n=8). Os autores utilizaram este componente na elaboração de panificados como: bolos (Ikeda et al., 2018; Godoy et al., 2023), biscoitos (Ferreira et al., 2022; Romko et al., 2021), cookies (Barros et al., 2020; Helm et al., 2023), *snacks* (Barreto et al., 2018) e uma sobremesa vegana tipo flan (Roman; Fariña; Simon., 2023). (18,7 %; n=3) estudos tinham foco específico em atender o público celíaco (Ikeda et al., 2018; Godoy et al., 2023; Helm et al., 2023).

Foram encontrados (31,25%; n=5) estudos abordando o amido do pinhão na aplicação em alimentos e (12,5%; n= 2) estudos envolvendo a adição do amido em biofilmes e filmes extrusados (Luchese et al., 2015; Müller et al., 2020), alterando favoravelmente a cor dos produtos elaborados. Outro estudo elaborou cookies juntamente com farinha de milho e feijão crioulo, destacando atributos positivos na formulação (Macedo et al., 2020). Também foram encontrados estudos adicionando o amido em vodka, porém nem todos os resultados foram

satisfatórios (Broering; Nardi; Sartor, 2020) e na substituição do óleo em maionese *light*, reduzindo o teor de gordura do produto (Goulart *et al.*, 2022).

No terceiro tópico da Tabela 3 foram abordados estudos que utilizaram a polpa do pinhão, sendo encontrados (18,75%; n= 3) artigos. Um estudo avaliou a adição em pães sem glúten encontrando aceitabilidade e intenção de compra deste público (Polet *et al.*, 2019). Outro estudo incorporou a polpa do pinhão em um doce cremoso de caqui, obtendo resultados satisfatórios em relação a textura do doce (Bolzan; Pereira, 2017). A adição do pinhão em barras de cereais apresentou alguns efeitos negativos nas propriedades sensoriais, no entanto todas as amostras apresentaram resultados sensoriais aceitáveis (Conto *et al.*, 2020).

Casca e extrato de pinhão

Os compostos fenólicos encontrados nos extratos da casca do pinhão são conhecidos por sua atividade antioxidante, podendo ser utilizados nos setores cosmético e farmacêutico, bem como no desenvolvimento de embalagens ativas para alimentos. Além de proporcionar proteção contra elementos externos, esses extratos interagem diretamente com os ingredientes, contribuindo para aumentar a vida útil, segurança e qualidade dos produtos. Devido às suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas, os extratos ricos em compostos fenólicos também têm potencial como aditivos naturais na indústria alimentícia (Fonseca *et al.*, 2020).

A composição da casca do pinhão inclui 91,75% de carboidratos, predominantemente constituídos por celulose (58,8%) e ligninas (19,38%). Além disso, apresenta 1,89% de lipídeos, e 1,27% de proteínas. A casca do pinhão contém vitamina C (26,5 mg/100 g), potássio (208,6 mg/100 g), magnésio (38,0 mg/100 g), fósforo (1197,8 mg/100 g), silício (25,2 mg/100 g) e cálcio (15,2 mg/100 g) (Babich *et al.*, 2019).

A seguir, estão relatados estudos que empregaram o extrato e casca do pinhão (Tabela 3).

Tabela 3 Estudos realizados com extrato e casca de pinhão.

Autor/ano	Produtos	Objetivo	Resultados
Silva et al. (2019)	Filmes	Avaliar o efeito da adição de extrato de água de cozimento de <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze a filmes de TPS/PBAT nas propriedades físicas e antioxidantes.	O extrato revelou oito compostos fenólicos, sendo as catequinas e epicaquinas as mais abundantes. Não houve mudança significativa na permeação de água e vapor, mas os níveis de solubilidade foram reduzidos.
Timm et al. (2020)	Barra de cereal	Utilizar retificação por fricção ultrafina em cascas de pinhão e formular uma barra de cereal.	A barra de cereal apresentou o dobro de fibras de uma convencional, sendo bem aceita nos testes de aceitabilidade.

Freitas et al. (2020)	Filme	Obter e caracterizar extratos de casca de pinhão, aplicando-os em filmes de zeína.	Os filmes de zeína apresentaram propriedades mecânicas satisfatórias, obtendo um filme forte e tenaz.
Souza et al. (2020)	Filme	Caracterizar o extrato de casca de pinhão, realizar sua incorporação durante a produção do filme SPI e avaliar o teor físico, morfológico, de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante dos materiais obtidos.	Os extratos da casca de pinhão adicionados à formulação do filme SPI não causou alterações significativas nas propriedades mecânicas, conferindo capacidade antioxidante aos filmes, coloração marrom escura, e contribuiu para a estabilidade oxidativa do óleo de linhaça.
Fonseca et al. (2021)	Aerogéis	Produzir aerogéis renováveis a partir de amidos de milho nativos e aniônicos com extrato de casca de pinhão.	Os aerogéis demonstraram baixa densidade e alta capacidade de absorção de água. A estabilidade térmica dos aerogéis foi aprimorada com a adição do extrato de pinhão.
Oliveira et al. (2022)	Biscoitos	Aplicar o extrato de pinhão, puro e encapsulado por dispersão sólida, na formulação de biscoitos como ingrediente bioativo.	Os biscoitos com o extrato puro e encapsulado apresentaram diferenças quanto à composição centesimal. Além disso, foram detectados maiores valores de dureza.
Malta et al. (2023)	Iogurte	Otimizar a extração de compostos fenólicos do extrato da casca de pinhão, incluindo o efeito do tamanho de partícula e testes de letalidade nos quais o melhor método foi avaliado como aditivo natural ao iogurte.	O método obtido pelo processo Soxhlet apresentou maior quantidade de compostos bioativos e atividade antioxidante. O extrato resultante da extração foi adicionado ao iogurte, conferindo-lhe uma tonalidade avermelhada e atraente, além de aumentar o teor de compostos bioativos em 190%, estendendo seu prazo de validade.
Neto et al. (2024)	Filme	Utilizar cascas de pinhão como fonte de material de reforço para o desenvolvimento de filmes comestíveis, farinha de pinhão e gelatina bovina como matrizes para os filmes.	A adição de casca de pinhão resultou em melhoria na resistência à tração e redução na permeabilidade ao vapor de água. Os filmes demonstraram estabilidade em temperaturas abaixo de 150°C, com perda mínima de água livre e compostos voláteis de baixo peso molecular.
Leme et al. (2023)	Embalagem ativa	Produzir amido/poli termoplástico (TPS/PBAT) contendo curcumina solúvel em água e extrato de pinhão como antioxidantes naturais para embalar castanhas do Pará (<i>Bertholletia excelsa</i>).	O filme controle TPS/PBAT e os filmes enriquecidos com extrato de pinhão garantiram boa preservação das amostras a 10°C. Entretanto, a 25°C, as castanhas armazenadas em filmes com curcumina hidrossolúvel mantiveram estabilidade oxidativa superior até o 15º dia. Após este período, todas as amostras apresentaram reações de oxidação significativas.

Fonte: Autor (2024)

Foram encontrados (31%; n=9) estudos que exploraram a utilização da casca e do extrato do pinhão. A maioria dos estudos utilizou esses componentes para produzir filmes (Silva et al., 2019; Freitas et al., 2020; Souza et al., 2020; Neto et al., 2020; Leme et al., 2023),

alcançando resultados satisfatórios tanto em termos mecânicos quanto oxidativos. Outro estudo desenvolveu barra de cereal obtendo o dobro de fibras ao adicionar casca de pinhão (Timm et al., 2020). A inclusão do extrato de pinhão em aerogéis melhorou a estabilidade térmica desses produtos (Fonseca et al., 2021). Além disso, o extrato foi aplicado com sucesso na formulação de biscoitos, resultando em uma textura aceitável (Oliveira et al., 2022). A adição deste extrato em iogurte aumentou o prazo de validade devido aos compostos bioativos presentes no produto final (Malta et al., 2023).

Considerações finais

O consumo de pinhão abre amplas oportunidades no mercado consumidor, na atividade produtiva e na promoção da segurança alimentar e nutricional. Além disso, a incorporação do pinhão em novos produtos poderia apoiar os esforços de conservação da biodiversidade, promovendo o consumo sustentável desta cultura.

Com base nos estudos analisados sobre os aspectos físico-químicos, observa-se que os produtos derivados do pinhão e seus componentes contêm elevadas quantidades de fibras, amido, antioxidantes, compostos fenólicos e proteínas.

A possibilidade de novos usos para os pinhões também pode promover a expansão agrícola dos pequenos agricultores e estender o consumo ao longo do ano, indo além da época de colheita, e expandindo o seu mercado, incluindo produtos sem glúten. Desta forma, as opções alimentares podem ser diversificadas, reforçando a sustentabilidade e a viabilidade econômica, associadas ao cultivo e consumo de pinhão.

Agradecimento

Agradecemos a FAPERGS pelo apoio recebido para tradução do artigo.

Referências

- Ávila, B., Guarino de Souza, E., Henzel, Devantier, A B. (2023). Importance of pine seed in the conservation of araucaria forests and the social role of the consumer market. *Floresta*, **53** (3), 413-413.
- Babich, Olga., Dyshlyuk, L., Noskova, S., Sukhikh, S., Prosekov, A., Ivanova, S., Pavsky, V. (2019). In vivo study of the potential of the carbohydrate-mineral complex from pine nut shells as an ingredient of functional food products. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, **18** (1), 1-10.

- Barbieri, S. F., Lima, F., Trevisam, L., Scholze, J. C., Lençone, K., Godoy, B., Catie, R., Meire, J. L. (2023). Polysaccharides from pine seed seeds of *Araucaria angustifolia*: Extraction, isolation and structural characterization. *Journal of Food Composition and Analysis*, **115** (1), 1-9, 104888.
- Barbosa, J. Z., Domingues, C. R. S., Poggere, G. C., Motta, A. C. V, Reis, A. R., Moraes, M. F., Pior, S. A. (2019). Elemental composition and nutritional value of *Araucaria angustifolia* seeds from subtropical Brazil. *National Center for Biotechnology Information*, **56** (2), 1073-1077.
- Barreto, A. G., Guerra, A. F., Nogueira, R. I., Carvalho, C. W. P., Godoy, R. C. B, Freitas, S. P. (2018). Functional peanut butter stuffed snack development based on Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) and rice flours. *International organization of Scientific Research*, **8** (1), 53-58.
- Barros, M., Borges, I. M., Ribeiro, E., Prudencio, S. H., Rocha, T. S. (2020). Study of the antioxidant action of pine kernel flour in cookie-type cookies. *Brazilian Journal of health Review*, **3** (6), 16166-16185.
- Barros, S. S., Jr. W. A. G. P., Junior, A. C., Borges, Z. V., Poffo, C. M., Regis, D. M., Freitas, F. A, Manzato, L. (2017). Value aggregation of pine (*Araucaria angustifolia*) nuts agro-industrial waste by cellulose extraction. *Research, Society and Development*, **10** (10) 1-12.
- Bolzan, Balbinotti, A., Pereira, Andrade, E. (2017). Preparation and characterization of a sweet creamy persimmon pudding with the addition of Brazilian pine seeds. *Brazilian Journal of Food Technology*, **20** (1), 1- 11.
- Brandão, J. H. S. G., Rodrigues, N. F., Eguiluz, M., Guzman, F., Margis, R. (2019). *Araucaria angustifolia* chloroplast genome sequence and its relation to other Araucariaceae. *National Center for Biotechnology Information*, **42** (3) 1-6.
- Broering, Erpen, V., Nardi, D., Sartor, Bona, S. (2020) Estudo do emprego de pine seed proveniente da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze) para produção de vodka. Atena Editora, 39p.
- Carvalho, N. R., Silva, A. W. B., Pereira, V. S., Gomes, L. A. A. (2020). Extensão universitária em comunidade rural: diálogos para conservação da *Araucaria Angustifolia*. *Revista Conexão*, **16** (1), 1-12.
- Castro, M. B., Barbosa, A. C. M C., Pompeu, P. V. Tng, D. Y. P. (2020). Will the emblematic southern conifer *Araucaria angustifolia* survive to climate change in Brazil? *Biodiversity and Conservation*, **29** (1), 591-607.
- Crastillom, R. G., Helm, Vieira, C., Mathias, A. L. (2023). *Araucaria angustifolia* and the pine seed: Starch, bioactive compounds and functional activity - a bibliometric review. *Ciência Rural*, **53** (9), 1-16.
- Conto, L. C. Santos, J., Veeck, A. P. L., Ponce, G. H. S. F., Schmiele, M. (2015). Sensory Properties Evaluation of Pine Nut (*Araucaria angustifolia*) Cereal Bars Using Response Surface Methodology. *Chemical Engineering Transactions*, **44** (1), 115-120.

- Costa, A. Timm, T. G., Helm, C. V., Tavares, L. B. B. (2022). Pine seed Seeds and Coats: Drying Process and Flour Characterization for Application in Food Products. *Industrial Biotechnology*, **18** (4) 1-10.
- Costa, F. J. O. G., Godoy, R. C. B., Leivas, C. L., Pereira, L. O., Waszczynskyj, N. (2023). Alterações na composição físico-química de pinhões (*Araucaria angustifolia*) armazenados em diferentes embalagens e ambientes. *Brazilian Journal of Forestry Research*, 43 (1) 1-11.
- Cysneiros, V. C. Pelissari, A. L., Netto, S. P., Machado, S. A., Filho, A. F. (2023). Population structure of *Araucaria angustifolia* under distinct forest protection status: implications for management and conservation. *Journal of Forestry Research*, **34** (1) 1437-1446.
- Da Costa, F. J. O. G., Godoy, R. C. B., Leivas, C. L., Pereira, L. O., Waszczynskyj, N. (2023). Changes in the physical-chemical composition of Brazilian pine seeds (*Araucaria angustifolia*) stored in different packages and environments. *International Journal of Biological Macromolecules*, **253** (4), 1-10.
- Embrapa. (2023). Biscoitos tipo cookies de farinhas de pinhão e alfarroba: Uma opção livre de glúten e de ingredientes de origem animal. Comunicado técnico 492. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1158727/1/EmbrapaFlorestas-2023-ComunicadoTecnico492.pdf>
- Embrapa. (2023). Características de bolos sem glúten elaborados com farinhas de pine seed sanitizado e branqueado. Comunicado técnico 494. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1159364/1/EmbrapaFlorestas-2023-ComunicadoTecnico494.pdf>
- Embrapa Florestas. (2018). Valor nutricional do pinhão. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/valor-nutricional-do-pinhao>
- Ferreira, R. S., Alves, C. A., Martins, A. L., Vidigal, M. C. T. R. (2023). Sensory analysis of artisanal cookies added to unconventional flours. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, **9** (2) 1-5.
- Fischer, T. E., Marcondes, A., Zardo, D. M., Vaz, J. A., Barros, L., Zielinski, A. A. F., Alberti, A. (2022). Bioactive Activities of the Phenolic Extract from Sterile Bracts of *Araucaria angustifolia*. *Antioxidants*, **11** (12) 1-16.
- Fonseca, L. M., Silva, F. T., Bruni, G. P., Borges, C. D., Zavareze, E. R., Dias, A. R. G. (2021). Aerogels based on corn starch as carriers for pine seed coat extract (*Araucaria angustifolia*) rich in phenolic compounds for active packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, **169** (1) 362-370.
- Fonseca, L. M., Oliveira, J. P., Crizel, R. L., Silva, F. T., Zavareze, E. R., Borges, C. D. (2020). Electrospun Starch Fibers Loaded with Pine seed (*Araucaria angustifolia*) Coat Extract Rich in Phenolic Compounds. *Food Biophysics*, **15** (1) 355-367.

- Freitas, T. B., Santos, C. H. K., Silva, M. V. Leimann, F. V. (2018). Antioxidants extraction from pine seed (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) coats and application to zein films. *Food Packaging and Shelf Life*, **15** (1) 28-34.
- Gil, B. V., Moura, A. P. C., Sachet, M. R. Danner, M. A. (2021) Proximate composition and kinetics drying of sweet pine nuts compared to typical nuts of *Araucaria angustifolia*. *Ciência Rural*, **51** (4) 1-9.
- Godoy, Catie Bueno, R., Pereira, Oelke, L., Negre, Oliveira, M. F. (2022). Exploratory study for identification and separation of Brazilian pine seeds (*Araucaria angustifolia*) for consumption. *Revista Agrária Acadêmica*, **5** (1), 1- 17.
- Goeten, D., Soares, F. L. F., Renner, G. D. R., Pereira, M. L. T., Walters, C., Silveira, V., Catarina, M. P., Steiner, N. (2023). Carbohydrate and dehydrin-like protein profiles during *Araucaria angustifolia* seed development provides insights toward ex situ conservation. *Trees - Structure and Function*, **37** (1) 1201-1215.
- Goulart, V. M. A., Azeredo, D. R. P., Nascimento, M. R. F., Azevedo-Meleiro, C. H. (2022). Uso do amido de pinhão (*Araucaria angustifolia*) como substituinte de gordura para o desenvolvimento de maionese *light*. *Territorialidades da Agricultura Brasileira*, 1 (1) 145-153.
- Ikeda, M., Carvalho, C. W. P., Helm, C. V., Azeredo, H. M. C., Godoy, R. C. B., Ribani, R. H. (2018). Influence of Brazilian pine seed flour addition on rheological, chemical and sensory properties of gluten-free rice flour cakes. *Ciência Rural*, **48** (6) 1-10.
- Koslinski, C. H. S., Baquetá, M. R., Coqueiro, A. Leimann, F. V. (2018). Systematic study on the extraction of antioxidants from pine seed (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) coat. *Food Chemistry*, **261** (1) 216-223.
- Kubiak, K. L., Silva, J. C., Zarzycki, L. F. W., Casali, C. A., Tessaro, D. (2021). Epiedaphic fauna associated with *Araucaria angustifolia* forest fragments in different edaphoclimatic conditions in the state of Paraná. *Brazilian Journal of Physical Geography*, **14** (2), 1070-1080.
- Krob, A., Overbeck, G. E., Jr, J. K. F. M., Urruth, L., Malabarba, L. R., Chomenko, L., Azevedo, M. A. (2021). Contribution of southern Brazil to the climate and biodiversity conservation agenda. *Revista Bio Diverso*, **14** (2) 1070-1080.
- Leme, C. M. M., Carvalho, A., Rodrigues, V. C., Santos, A. R., Tanamati, A. A. C., Gonçalves, O. H., Valderrama, P., Leimann, F. V. (2023). Active packaging to prevent lipid oxidation on Brazil nuts (*Bertholletia excelsa* HBK) stored under varying temperatures. *Packaging Technology and Science*, **1** (1) 1-10.
- Luchese, C. L., Frick, J. M., Patzer, V. L., Spada, J. C., Tessaro, I. C. (2015). Synthesis and characterization of biofilms using native and modified pine seed starch. *Food Hydrocolloids*, **45** (1) 203-210.
- Macedo, L. D., Ávila, B. P., Saraiva, J. F. R., Lacerda, M. S., Domingues, B. P., Pereira, A. M., Guarino, E. S. G., Gularte, M. A (2020). Chemical and sensory characterization of cookies

- formulated with creole grains and pine nut (*Araucaria angustifolia*) starch. *Research, Society and Development*, **9** (12) 1-17.
- Malta, D. S., Lima, G. G., Leal, F. C., Maroldi, W. V., Mathias, A. L., Magalhães, W. L. E., Helm, C. V., Masson, M. L. (2023). Enhancing the health benefits of yogurt with pine seed coat extract: optimization of extraction methods and in vitro bioaccessibility. *Journal of Food and Nutrition Research*, **62** (3) 199-211.
- Medina, M., Flores, M. P., Goya, J. F., Campanello, P. I., Pinazo, M. A., Ritter, L. J., Arturi, M. F. (2020). Native tree regeneration in native tree plantations: understanding the contribution of *Araucaria angustifolia* to biodiversity conservation in the threatened Atlantic Forest in Argentina. *Ecologia Austral*, **45** (2) 1-10.
- Müller, P. S., Carpiné, D., Yamashita, F., Waszczynskyj, N. (2020). Influence of pine seed starch and natural extracts on the performance of thermoplastic cassava starch/PBAT extruded blown films as a technological approach for bio-based packaging material. *Food Engineering, Materials Science, & Nanotechnology*, **85** (9) 1-10.
- Nadolny, J. M., Best, O., Netzel, G., Shewan, H. M., Phan, A. D. T., Smyth, H. E., Stokes, J. R. (2023). Chemical composition of bunya nuts (*Araucaria bidwillii*) compared to *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* species. *Food Research International*, **163** (1) 1-9.
- Neto, D. C. S., Paiva, T. S., Santos, R. W. S., Helm, C. V., Silva, F. A. P., Jorge, L. M. M. (2024). Potential of Pinhão husk (*Araucaria angustifolia*) as a structural reinforcement agent in the properties of edible films of Pinhão flour and gelatin. *Journal of Applied Polymer Science*, **1** (1) 1-10.
- Oliveira, A., Moreira, T. F. M., Pepinelli, A. L., Leimann, F. V. (2022). Optimization of Pine seed Extract Encapsulation by Solid Dispersion and Application to Cookies as a Bioactive Ingredient. *Food and Bioprocess Technology*, **15** (1) 1517-1528.
- Peralta, R. M., Koehnlein, E. A., Oliveira, R. F., Correa, V. G., Corrêa, R. C. G., Bertonha, L., Bracht, A., Ferreira, I. C. F. (2016). Biological activities and chemical constituents of *Araucaria angustifolia*: An effort to recover a species threatened by extinction. *Trends in Food Science & Technology*, **54** (1) 85-93.
- Pinto, V. Z., Vanier, N. L., Deon, V. G., Moomand, K., Halal, S. L. M. E., Zavareze, E. R., Limb, L. T., Dias, A. R. G. (2015). Effects of single and dual physical modifications on pine seed starch. *Food Chemistry*, **187** (1) 98-105.
- Polet, J. P., Oliveira, V. R., Rios, A. O., Souza, C. G. (2017). Physico-chemical and sensory characteristics of gluten-free breads made with pine nuts (*Araucaria angustifolia*) associated to other flours. *Journal of Culinary Science & Technology*, **17** (2) 1-10.
- Roman, Pizzatto, I., Fariña, Oliveira, L., Simon, M, R. (2023). Development of a flan-type food based on pine seed flour. *Editora Acadêmica Periódicos*, **1** (1). 1-64.

- Romko, S. S., Beninca, C., Bet, C. D., Bisinella, R. Z. B., Schnitzler, E. (2019). Effect of the addition of pine seed flour and bagasse generated after starch extraction on the formulation of cookie. *Food Technology*, **7** (2) 1-12.
- Sampaio, D. A., Junior, A. J. S., Júnior, A. F. D., Lelis, C. C. (2022). An alternative energy generation from charcoal produced from Brazilian pine (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze) seed residues. *Química Nova*, **45** (10) 1-6.
- Santos, E. L., Farias, J., Jesus, L. D. C., Pasa, D. L. (2021). Characterization of the organizational instruments of the pine nut productive chain in RS: a comparison with brazilian chestnuts in acre. *Open journal systems*, **51** (2) 466-475.
- Santos, J. S., Biduski, B., Colussi, R., Pinto, V. Z., Santos, L. R. (2023). Hydrogel properties of non-conventional starches from guabiju, pine seed, and uvaia seeds. *Food Research International*, **173** (1) 1-10.
- Silva, E. P., Dias, L. G., Marot, P. P., Goulart, G. A. S., Freitas, F. A., Damiani, C. (2020). Fatty acid and chemical composition of the seed and the oil obtained from marolo fruit (*Annona crassiflora* Mart.). *Agrarian and Biological Sciences*, **9** (9) 1-17.
- Silva, E. F. R., Santos, B. R. S., Minho, L. A. C., Brandão, G. C., Silva, M. J., Silva, M. V. L., Santos, W. N. L., Santos, A. M. P. (2022). Characterization of the chemical composition (mineral, lead and centesimal) in pine nut (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) using exploratory data analysis. *Food Chemistry*, **369** (1) 1-10.
- Silva, T. B. V., Moreira, T. F. M., Oliveira, A. Leimann, F. V. (2019). *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze extract as a source of phenolic compounds in TPS/PBAT active films. *Food and Function*, **12** (1) 1-10.
- Souza, K. C., Correa, L. G., Silva, T. B. V. Shirai, M. A. (2020). Soy protein isolate films incorporated with pine seed (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) Extract for Potential Use as Edible Oil Active Packaging. *Food and Bioprocess Technology*, **13** (1) 998-1008.
- Timm, T. G., Lima, G. G., Matos, M., Magalhães, W. L. E., Tavares, L. B. B., Helm, C. V. (2020). Nanosuspension of pine seed coat development for a new high-functional cereal bar. *Journal of Food Processing and Preservation*, **44** (6) 1-10.
- Zortéa-guidolin, M. E. B., Carvalho, C. W. P., Godoy, R. C. B., Demiate, I. M., Scheer, I. P. (2017). Influence of Extrusion Cooking on In Vitro Digestibility, Physical and Sensory Properties of Brazilian Pine Seeds Flour (*Araucaria angustifolia*). *Journal of Food Science*, **82** (4) 977-984.
- Wu, Y., Wu, H., H, L. (2024). Recent Advances of Proteins, Polysaccharides and Lipids-Based Edible Films/Coatings for Food Packaging Applications: a Review. *Food Biophysics*, **19** (1) 29-45.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de estudos sobre o uso do pinhão por meio de uma revisão da literatura revelou novas possibilidades para a inclusão dessa semente. Esses novos usos podem não apenas diversificar sua aplicação culinária, mas também contribuir para a expansão agrícola de pequenos produtores, ampliando o consumo para além da época de colheita e fortalecer seu mercado consumidor, inclusive com o desenvolvimento de produtos sem glúten. Assim, é possível diversificar as opções alimentares, promovendo a sustentabilidade e a viabilidade econômica associadas ao cultivo e consumo do pinhão. Além disso, a incorporação do pinhão em novos produtos pode apoiar iniciativas de conservação da biodiversidade, incentivando o consumo sustentável dessa cultura.

Essa pesquisa também abre caminho para futuras investigações sobre outras aplicações do pinhão na indústria alimentícia, de tal modo a exploração contínua das propriedades do pinhão pode levar ao desenvolvimento de uma gama diversificada de produtos que atendam às demandas dos consumidores por opções alimentares mais saudáveis e sustentáveis. Assim, o pinhão se estabelece não apenas como um ingrediente versátil na culinária regional, mas também como um aliado na promoção da saúde e da sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, Fouad Ali. et al. Antioxidant and Sensorial Properties: Meat analogues versus conventional meat products. **Processes**, v. 10, n. 9, p. 1-12, 2022.
- ABIODUN, Joaquin. et al. Effect of beetroots substitution and storage on the chemical and sensory properties of wheat noodles. **Agrosearch**, v. 20, n. 1, p. 1-12, 2020.
- AKANKWASA, Kenneth. et al. Analysis of association of sensory and laboratory assessments for quality and consumer acceptability of steamed East Africa highland bananas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 104, n. 8, p. 4709-4721, 2024.
- ALI, Ruaa Tariq Mohamed; JAMEEL, Qaswaa Yousif. Red beetroot betalains as a novel source of colorant in ice-cream as compared with red dye 40 (E129). **Functional Foods in Health and Disease**, v. 13, n. 4, p. 225-239, 2023.
- ALMEIDA, Jhenyfer Caroliny de; MORENO, Lucca Gherardi; GHERARDI, Sandra Regina Marcolino. **Brazilian Journal of Biological Sciences**, v. 11, n. 24, p. 1-9, 2024.
- ALVARENGA, Eloise. et al. Efeito da adição de corantes naturais em bolo de carne de frango com redução de nitrito de sódio sobre a estabilidade da cor e oxidação lipídica. **Editora Científica Digital**, v. 14 n. 1, p. 177-191, 2023.
- ANDREANI, Juliana. et al. *Plant-Based Meat Alternatives: Technological, Nutritional, Environmental, Market, and Social Challenges and Opportunities*. **Nutrients**, v. 15 n. 2, p. 1-16, 2023.
- ANTÔNIO, Armindo Paixão. et al. Use of beet powder (*beta vulgarisl.*) As coloring in homemade yogurt. **RECIMA 21**, v. 4 n. 9, p. 1-12, 2023.
- ARAÚJO, Marcela Rios. et al. Qualidade de hambúrguer misto com alecrim como substituto de antioxidante sintético: caracterização físico-química. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. 1-11, 2022.
- AURIEMA, Bruna Emygdio. et al. Fat replacement by green banana biomass: Impact on the technological, nutritional and dynamic sensory profiling of chicken mortadella. **Food Science and Technology**, v. 152, n. 110890, 2022.
- AYDAR, Elif Feyza; TUTUNCU, Sena; OZCELIK, Beraat. *Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects*. **Journal of Functional Foods**, v. 70, n. 1, p. 1-15, 2020.
- BARBIERI, Shayla Fernanda. et al. Polysaccharides from pinhão seeds of *Araucaria angustifolia*: Extraction, isolation and structural characterization. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 115, n.1, p. 1-9, 2023.

- BARNOSSI, Azeddin El; MOUSSAID, Fatimazhrae; HOUSSEINI, Abdelilah Iraqi. Tangerine, banana and pomegranate peels valorisation for sustainable environment: A review. **Biotechnology Reports**, v. 29, n. 1, p. 1- 21, 2021.
- BARROS, Márcio de. et al. Study of the antioxidant action of pine kernel flour in cookie-type cookies. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 6, p. 1-20, 2020.
- BARROS, Silma de Sá. et al. Value aggregation of pine (*Araucaria angustifolia*) nutsagro-industrialwaste by cellulose extraction. **Research, Society and Developmen**, v. 10, n. 10, p. 1-12, 2021.
- BIESBROEK, Sander. et al. Toward healthy and sustainable diets for the 21st century: Importance of sociocultural and economic considerations. **Sustainability Science**, v. 120, n. 26, p. 1-15, 2023.
- BOLZAN, Aline Balbinotti; PEREIRA, Edimir Andrade. Preparation and characterization of a sweet creamy persimmon pudding with the addition of Brazilian pine seeds. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, n. 1, p. 1- 11, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do hambúrguer. PORTARIA SDA Nº 724, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2022.
- CABRAL, Clara Brabosa; QUADROS, Cedenir Pereira de; SILVA, Claudileide de Sá. Sweet type brigadeiro made with banana biomass and flour grape residue from the wine production of the region of the submédio São Francisco. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 40654- 40654, 2020.
- CARDOSO, Isabela Gomes. et al. Unripe banana biomass as a dairy fat partial replacer in vanilla homemade ice cream. **Food Science and Technology**, v. 43, n. 1, p. 1-9, 2023.
- CARVALHO, Natália Reguere. et al. Extensão universitária em comunidade rural: diálogos para conservação da *Araucaria Angustifolia*. **Revista Conexão**, v. 16, n. 1, p. 1-12, 2020.
- CASTRILLON, Rafaela Grazielle; HELM, Cristine Vieira; MATHIAS, Alvaro Luiz. *Araucaria angustifolia* and the pinhão seed: Starch, bioactive compounds and functional activity - a bibliometric review. **Ciência Rural**, v. 9, n. 53, p. 1-16, 2023.
- CELEKLI, Abuzer; OZBAL, Buket; BOZKURT, Huseyin. Challenges in functional food products with the incorporation of some microalgae. **Foods**, v. 13, n. 5, p. 1-24, 2024.
- COSTA, Alessandra. et al. Pinhão seeds and coats: drying process and flour characterization for application in food products. **Industrial Biotechnology**, v. 18, n. 4, p.1-10, 2022.
- COSTA, Larissa Cabral Rebouças Caldeira da. et al. *Plant-based* foods: innovation in the food industry. **Recima 21**, v. 5, n. 3, p.1-13, 2024.
- COSTA, Leonan Coelho da. et al. Sensory analysis of canned small tilapia with non-commercial sizes. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 3, p. 1-7, 2023.

COSTA, Rafael C. et al. Development of prebiotic yogurt with addition of green-banana biomass (*Musa spp.*). **Engineering Sciences**, v. 95, n. 1, p. 1-19, 2023.

CHAUDHARY, Sonika; SINGH, Neetu. Coloring of food by the use of natural color extracted by beetroot (*Beta vulgaris*), betalain pigment. **Sustainability, Agri, Food and Environmental Research**, v. 9, n. 1, p. 142-147, 2021.

CHOYA, Paula Fuentes. et al. Study of the Technological Properties of Pedrosillano Chickpea Aquafaba and Its Application in the Production of Egg-Free Baked Meringues. **Foods**, v. 12, n. 1, p. 1-15, 2023.

DA COSTA, Fernanda Janaína Oliveira Gomes et al. Alterações na composição físico-química de pinhões (*Araucaria angustifolia*) armazenados em diferentes embalagens e ambientes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 43, n. 1, p.1-11, 2023.

DAVITT, Elizabeth D. et al. Predictors of *Plant-Based* alternatives to meat consumption in midwest university students. **Revista de Educação Nutricional e Comportamento**, v. 53, n. 7, p. 564-572, 2021.

DE LIMA SEGUNDO, et al. Desenvolvimento de hambúrguer vegano adicionado da farinha de couve folha: avaliação físico-química, **Microbiológica E Sensorial**. v. 1, n. 10, p. 1-16, 2021.

DESTRO, Tainá Miranda. et al. Potential use of green banana biomass in the preparation of chocolate cake and salty pie. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 6, n. 129, p. 1-11, 2020.

DINÇER, Elif Aykin. et al. The use of beet extract and extract powder in sausages as a natural food coloring. **International Journal of Food Engineering**, v. 17, n. 1, p. 75-82, 2021.

DORNELLES, Mariane Santos; AZEVEDO, Eduarda Silva de; NOREÑA, Cacio Pelayo Zapata. Effect of microwave followed by cooling on structural and digestive properties of pinhão starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 253, n. 4, p. 1-11, 2023.

EREM, Erenay. et al. Fruit-based vegan ice cream-type frozen dessert with aquafaba: effect of fruit types on quality parameters. **Journal of Food Science and Technology**, v. 61, n. 1, p. 907-917, 2024.

FEITOSA, Bruno Fonsêca. et al. Green banana biomass (*Musa spp.*) as a natural food additive in artisanal tomato sauce. **Food Research International**, v. 170, n. 1, p. 1- 9, 2023.

FERREIRA, Renata de Souza; ALVES, Cíntia Amaral; VIDIGAL, Márcia Cristina Teixeira Ribeiro. Sensory analysis of artisanal cookies added to unconventional flours. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 9, n. 2, p. 1-5, 2023.

FIROOZJAH, Reza Abedi. et al. Betalains as promising natural colorants in smart/active food packaging. **Food Chemistry**, v. 424, n. 1, p. 1-22, 2023.

Food and Agriculture Organization (2023). Banana Market Review 2022. Food and Agriculture Organization. <https://openknowledge.fao.org/items/b59853af-6455-413e-8e32-470cd85257ba>.

FONSECA, Laura Martins. et al. Aerogels based on corn starch as carriers for pinhão coat extract (*Araucaria angustifolia*) rich in phenolic compounds for active packaging. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 169, n. 1, p. 362-370, 2021.

FONSECA, Laura Martins. et al. Electrospun starch fibers loaded with pinhão (*Araucaria angustifolia*) coat extract rich in phenolic compounds. **Food Biophysics**, v. 15, n. 1, p. 355-367, 2020.

FRANCA, Paula Albuquerque Penna. et al. Meat substitutes - past, present, and future of products available in Brazil: changes in the nutritional profile. **Future Foods**, v. 5, n.1, p. 1- 9, 2022.

FU, Yunlei. et al. The potentials and challenges of using microalgae as an ingredient to produce meat analogues. **Trends in Food Science & Technology**, v. 112, n.1, p. 188- 200, 2021.

GASTALDELLO, Annalisa. et al. The rise of processed meat alternatives: A narrative review of the manufacturing, composition, nutritional profile and health effects of newer sources of protein, and their place in healthier diets. **Trends in Food Science & Technology**, v. 127, n.1, p. 263- 271, 2022.

GIALELI, Maria. et al. The Global Growth of ‘Sustainable Diet’ during Recent Decades, a Bibliometric Analysis. **Sustainability**, v. 15, n.15, p. 1- 23, 2023.

GODOY, Rossana Catie Bueno; PEREIRA, Letícia Oelke; NEGRE, Maria de Fátima de Oliveira. Exploratory study for identification and separation of Brazilian pine seeds (*Araucaria angustifolia*) for consumption. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 5, n.1, p. 1- 17, 2022.

GONÇALVES, Ana C. et al. Cherries and Blueberries-based beverages: functional foods with antidiabetic and immune booster properties. **Molecules**, v. 27, n. 10, p. 1-44, 2022.

GOULART, Vanessa Mayara de Assis. et al. Uso do amido de pinhão (*Araucaria angustifolia*) como substituinte de gordura para o desenvolvimento de maionese *light*. **Territorialidades da Agricultura Brasileira**, v. 1, n. 1, p. 145-153, 2022.

GUIMARÃES, Maria Luisa Lauton. et al. Potencial de aproveitamento dos coprodutos de frutas tropicais na elaboração de novos produtos alimentícios. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, p. 1-20, 2023.

GRANADOS, Milo Bozovich. et al. Regeneración natural de *Araucaria angustifolia* en una plantación forestal en oxapampa Perú. **Enciclopédia Biosfera**, v. 19, n. 41, p. 214, 2022.

HE Meda, Yue. et al. Aquafaba, a new *plant-based* rheological additive for food applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 111, n. 1, p. 27-42, 2021.

IKEDA, Mônica. 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, p. 1-10, 2018.

- ISMAIL, Ishamri Ismail; HWANG, Young-Hwa; JOO, Seon-Tea. Meat analog as future food: a review. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 62, n. 2, p. 111-120, 2020.
- JARAMILLO, Estevão Echeverria-Jaramillo; SHIN, Weon-Sol. Current processing methods of aquafaba. **Trends in Food Science & Technology**, v. 138, n. 1, p. 441-452, 2023.
- JORGE, Jéssica Karolyne Silva. et al. Caracterização de hambúrguer de frango elaborado com farinha de pequi. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. 1-9, 2022.
- KAYSERS, Nadine Schulze. et al. Foaming properties and olfactory profile of fermented chickpea aquafaba and its application in vegan chocolate mousse. **SSRN**, v. 1, n. 1, p. 1-23, 2024.
- KENNY, Tara. A. et al. Consumer attitudes and behaviors toward more sustainable diets: a scoping review. **Nutrition Reviews**, v. 81, n. 12, p. 1665-1669, 2023.
- KOŁODZIEJCZAK, Klaudia. et al. Meat analogues in the perspective of recent scientific research: A review. **Foods**, v. 11, n. 1, p. 105, 2022.
- KILICLI, Mahmut. et al. Usage of green pea aquafaba modified with ultrasonication in production of whipped cream. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 32, n. 1, p. 1 - 11, 2023.
- KHAN, Mohammad Imtiyaj. et al. Plant betalains-mixed active/intelligent films for meat freshness monitoring: A review of the fabrication parameters. **Journal of Food Science and Technology**, v. 61, n. 1, p. 1238 - 1251, 2024.
- KNAAPILA, Antti. Sensory and consumer research has a role in supporting sustainability of the food system. **Foods**, v. 11, n. 13, p. 1-5, 2022.
- KUBIAK, Ketrin Lorhayne. et al. Fauna epiedáfica associada a fragmentos florestais de *Araucaria angustifolia* em diferentes condições edafoclimáticas no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 2, p. 1070-1080, 2021.
- KUMAR, Sandopu Sravan; CHAUHAN, Attar Singh; GIRIDHAR, Parvatam. Nanoliposomal encapsulation mediated enhancement of betalain stability: Characterisation, storage stability and antioxidant activity of *Basella rubra* L. fruits for its applications in vegan gummy candies. **Food Chemistry**, v. 333, n. 1, p. 1-11, 2020.
- KRAWFORD, Kaelyn; KERR, William; TYL, Catrin. Effect of hydrocolloid addition on cake prepared with aquafaba as egg substitute. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 59, n. 1, p. 552-559, 2024.
- KYRIAKOPOULOU, Konstantina; DEKKERS, Birgit; GOOT, Atze Jan van der. *Plant-Based Meat Analogues*. **Sustainable Meat Production and Processing**, v. 1, n. 1, p. 103-123, 2019.
- LEAL, Fernando Castro. et al. Impact of defibrillation technique on the rheological, thermo-mechanical, and nutritional properties of nanosuspensions produced from multiple fractions of

pinhão seed (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze). **Food Chemistry**, v. 440, n. 1, p. 1-10, 2024.

MACHADO, Adélia do Socorro de Oliveira. et al. Métodos de indução do desverdecimento de Banana *Mysore* para uniformização e padronização do amadurecimento. **Amazon Journal of Agronomy**, v. 1, n. 1, p. 114- 123, 2022.

MACHADO, Nelita. et al. Consumer research of bakery products and development, physical-chemical characterization and sensory analysis of chocolate functional cake. **Journal of Health**, v.1, n.1, p. 10, 2019.

MADUWANTHI, S. D. T.; MARAPANA, R. A. U. J. Induced Ripening Agents and Their Effect on Fruit Quality of Banana. **International Journal of Food Science**, v. 1, n. 1, p. 1- 9, 2019.

MARCONATO, Allana Mariny. et al. Sweet potato peel flour in hamburger: effect on physicochemical, technological and sensorial characteristics. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, n. 1, p. 1-9, 2020.

MARQUES, Priscila Andressa Rovigatti. et al. Development and sensorial analysis of food products using green banana biomass. **Journal of Culinary Science & Technology**, v. 15, n. 1, p. 64-74, 2016.

MARCHIORETTO, Caroline. et al. Nutritional value and acceptability of chocolate with high cocoa content and green banana biomass. **LWT**, v. 191, n. 1, p. 1-11, 2024.

MARRUBIA, Beatriz; VERONEZI, Carolina Médici. Avaliação do conhecimento da população sobre alimentos *plant-based*. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2022.

MCCLEMENTS, David J. Soft matter physics approaches for creating *plant-based* meat analogs. **Current Opinion in Food Science**, v. 55, n. 1, p. 1-8, 2024.

MILIÃO, Gustavo Leite et al. Unconventional food plants: nutritional aspects and perspectives for industrial applications. **Alimentos do Futuro**, v. 5, p. 100124, 2022.

MELO, Jhemilly Raquel Câmara Pinheiro. et al. Different quality analyses of gluten-free pupunha hamburger. **Ciência Animal**, v. 33, n.1, p. 1-9, 2023.

MÜLLER, Priscila Schultz. et al. Influence of pinhão starch and natural extracts on the performance of thermoplastic cassava starch/PBAT extruded blown films as a technological approach for bio-based packaging material. **Food Engineering, Materials Science, & Nanotechnology**, v. 85, n. 9, p. 1-10, 2020.

OLIVEIRA, Cláudia Aparecida de. et al. Controle de qualidade em análise sensorial: uma revisão. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação-REASE**, v. 8, n. 11, p. 1-12, 2022.

OLIVEIRA, Vanessa Sales de. et al. Green banana biomass (*Musa* spp.): A promising natural ingredient to improve technological and nutritional properties of food products.

Food Bioscience, v. 60, n. 11, p. 1-11, 2024.

OZCAN, Ipek. et al. Investigating the physical and quality characteristics and rheology of mayonnaise containing aquafaba as an egg substitute. **Journal of Food Engineering**, v. 344, n. 1, p. 1-12, 2023.

PADHI, Subhanki; DWIVEDI, Madhuresh. Physico-chemical, structural, functional and powder flow properties of unripe green banana flour after the application of Refractance window drying. **Future Foods**, v. 5, n. 1, p. 1- 11, 2022.

PENARANDA, Irene. et al. Enriched Pea Protein Texturing: Physicochemical Characteristics and Application as a Substitute for Meat in Hamburgers. **Foods**, v. 12, n. 6, p. 1-26, 2023.

PEREIRA, César Andrade. et al. Elaboration and characterization of a “hamburger type” food without animal protein. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v.10, n. 1, p. 14621-14641, 2023.

PINHO, Maria Fernanda do Nascimento Greco de. et al. Development of smoked trout (*Oncorhynchus mykiss*) patês based on alternative ingredients: microbiological and sensorial analysis. **Brazilian Journal of Development**, v.16, n. 9, p. 1926-1939, 2024.

PIVETTA, Franciele Pozzebon. et al. Addition of green banana biomass as partial substitute for fat and encapsulated *Lactobacillus acidophilus* in requeijão cremoso processed cheese. **Food Science and Technology**, v. 40, n. 2, p. 1-7, 2020.

RETKVA, Vanusa Cristina. et al. Avaliação da aceitabilidade e valor nutricional de um hambúrguer desenvolvido à base de plantas (*plant-based*). **Renovare**, v. 1, n. 8, p. 229-239, 2021.

RIQUETTE, Roberta Figueiredo Resende. et al. Do production and storage affect the quality of green banana biomass? **Food Science and Technology**, v. 111, n. 1, p. 190- 203, 2019.

SÁ, Arianny Amorim de. et al. Physical, chemical and nutritional evaluation of flours prepared with pulp and peel of green banana from different varieties. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, n. 1, p. 1- 9, 2021.

SAMPAIO, Danielli Affonso. et al. An alternative energy generation from charcoal produced from Brazilian pine (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze) seed residues. **Química Nova**, v. 45 n. 10, p. 1-6, 2022.

SANTAOJA, Minna; JALLINOJA, Piia. Food out of its usuals rut. Carnavalesque online veganism as political consumerism. **Geofórum**, v. 126, pág. 59-67, 2021.

SANTOS, Kamila L. et al. Replacement of fat by natural fibers in chicken burgers with reduced sodium content. **The Open Food Science Journal**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2021.

SHA, Lei; XIONG, Youling. L. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. **Trends in Food Science & Technology**, v.102, n. 1, p.51-61, 2020.

SILVA, Ana Carolina Conti; BORGES, Patrícia Kelli de Souza. Sensory characteristics, brand and probiotic claim on the overall liking of commercial probiotic fermented milks: Which one is more relevant? **Food Research International**, v. 116, n. 1, p. 186-189, 2019.

SILVA, Itala Suzana Oliveira. et al. Development and characterization of green banana-based fondant icing. **Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 1-12, 2021.

SILVA, Josilaine Aparecida da; FERREIRA, Thais Cristina Silva, SOUZA, Aline Francisca de. Extração e aplicação de corante natural obtidos de beterraba (*Beta vulgaris* L.) em alimentos funcionais. **Saúde e Biociências**, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2022.

SILVA, Marcos Anderson Lucas da. et al. Disponibilidade domiciliar de alimentos regionais no Brasil: distribuição e evolução 2002-2018. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 29, n. 1, p. 1-14, 2022.

SOARES, Danrlei Santos. et al. Natural and artificial ripening of silver banana (*Musa* spp.). **Journal of Education, Science and Health**, v. 2, n. 4, p. 1- 11, 2022.

SOUZA, Maísa Ferreira; ROSELINO, Mariana Nougalli. Desenvolvimento, caracterização e aceitação de brownie de cacau potencialmente funcional. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição-RASBRAN**, v. 10, n. 2, p. 47-51, 2019.

STASIAK, Joanna; STASIAK, Dariusz; LIBERA, Justyna. The potential of aquafaba as a structure-shaping additive in plant-derived **Food Technology**, v. 13, n. 7, p. 1- 12, 2023.

SU, Tianyu. et al. Technological challenges and future perspectives of *plant-based* meat analogues: From the viewpoint of proteins. **Food Research International**, v. 186, n. 1, p. 1-13, 2024.

SZYDŁOWSKA, Aleksandra; SIONEK, Barbara. Probiotics and postbiotics as the functional food components affecting the immune response. **Microorganisms**, v. 11, n. 1, p. 1-18, 2023.

TEIXEIRA, Gabriela Fagundes. et al. Sorvete *plant-based* sabor cappuccino. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2022.

THE GOOD FOOD INSTITUTE. **Pesquisa o consumidor brasileiro e o mercado plant-based**. 2022. São Paulo: The Good Food Institute, 2022. 91 p. E-book PDF. Disponível em: <http://gfi.org.br/wp-content/uploads/2022/12/Pesquisa-de-Consumidor-GFI-Brasil.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023

TINOCO, Layla Pereira do Nascimento. et al. Green banana biomass (*Musa* spp.) as an ingredient in the development of pasta. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. 1-10, 2022.

TUFARO, Débora; CAPA, Carola. Chickpea cooking water (Aquafaba): Technological properties and application in a model confectionery product. **Food Hydrocolloids**, v. 136, n. 1, p. 1- 10, 2023.

VISALLI, Michel; GALMARINI, Mara Virgínia. Multi-attribute temporal descriptive methods in sensory analysis applied in food science: A systematic scoping review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2024.

VIVAN, Ana Carolina. et al. Desenvolvimento e análise sensorial de geleia de beterraba com banana. **Conjecturas**, v. 22, n. 6, p. 1- 12, 2022.

WANG, Liwen. et al. Does customer participation hurt new product development performance? Customer role, product newness, and conflict. **Journal of Business Research**, v. 109, n. 1, p. 246-259, 2020.

WANG, Yaqin. et al. Flavor challenges in extruded plant-based meat alternatives: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 1, n. 1, p. 1-32, 2021.

WANG, Junyi. et al. From Traditional to Intelligent, A Review of Application and Progress of Sensory Analysis in Alcoholic Beverage Industry. **Food Chemistry: X**, v. 23, n. 1, p. 1-16, 2024.

WASUN, Michelle de Mesquita; GURAK, Poliana Deyse. Beet stalks (*Beta vulgaris*): an alternative to obtain natural coloring. **Brazilian Journal of Development**, v. 9 n. 5, p. 14980-14994, 2023.

WONGKAEW, Malaiporn. et al. Mango pectic oligosaccharides: a novel prebiotic for functional Food. **Frontiers in nutrition**, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2022.

YAZICI, Gamze Nil. et al. Investigating the potential of using aquafaba in eggless gluten-free cake production by multicriteria decision-making approach. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 17, n. 1, p. 5759-5776, 2023.

YULIARTI, Oni; KOVIS, Tay Jun Kiat; YI, Ng Jun. Structuring the meat analogue by using plant-based derived composites. **Journal of Food Engineering**, v. 288, n. 1, p. 1-6, 2021.

ZAINI, Hana Mohd. et al. Banana biomass waste: A prospective nanocellulose source and its potential application in food industry – A review. **Heliyon**, v. 9 n. 1, p. 1-16, 2023.

ZORTÉA-GUIDOLIN, Manoela Estefânea Boff. et al. Structural and functional characterization of starches from Brazilian pine seeds (*Araucaria angustifolia*). **Food Hydrocolloids**, v. 63, n. 1, p. 19-26, 2017.

WHITTALL, B. et al. Public understanding of sustainable diets and changes towards sustainability: A qualitative study in a UK population sample. **Appetite**, v. 181, n. 1, p. 1-10, 2023.

WILKINSON, John. Brasil e China na nova onda de inovações no sistema agroalimentar global. **Revista do Serviço Público**, v. 74 n. 1, p. 229-263, 2023.

