

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BIANCA PIVA ANDRADE

**ESTUDO DOS PARÂMETROS DE INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTO DEFUMADO A PARTIR DE PINHÃO (*Araucaria angustifolia* sin.
Araucaria angustifolia)**

FRANCISCO BELTRÃO

2023

BIANCA PIVA ANDRADE

**ESTUDO DOS PARÂMETROS DE INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTO DEFUMADO A PARTIR DE PINHÃO (*Araucaria angustifolia* sin.
Araucaria angustifolia)**

Study of parameters of influence in the development of smoked product from pinhão
(*Araucaria angustifolia* sin. *Araucaria angustifolia*)

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Profa. Dra. Vânia de Cássia da Fonseca
Burgardth

Coorientadora: Profa. Dra. Alessandra Machado
Lunkes

FRANCISCO BELTRÃO

2023



Esta licença permite compartilhamento, remixes, adaptação e criação a partir do trabalho, não permitindo fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos aos autores.

Conteúdos elaborados por terceiros citados referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BIANCA PIVA ANDRADE

**ESTUDO DOS PARÂMETROS DE INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTO DEFUMADO A PARTIR DE PINHÃO (*Araucaria angustifolia* sin.
Araucaria angustifolia)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 06 / 12 / 2023

Vânia de Cássia da Fonseca Burgardt
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Maria Helene Giovanetti Canteri
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Luciano Luchetta
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

FRANCISCO BELTRÃO

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer às minhas orientadoras Professora Vânia e Professora Alessandra, pela orientação e apoio constantes ao longo deste processo.

Aos meus amigos e colegas, sou imensamente grata pela ajuda durante as análises e pelo grande apoio.

Quero registrar meu reconhecimento à minha família e a todos que contribuíram de alguma maneira para o meu sucesso.

À equipe do LabSen da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão, agradeço a disponibilização dos equipamentos que foram essenciais para a realização deste trabalho. E não posso deixar de mencionar a contribuição de todos os técnicos de laboratório da UTFPR, que prontamente me auxiliaram em todas as minhas necessidades.

Por fim, quero destacar que esta pesquisa foi realizada graças ao apoio de todos vocês, e estou profundamente grata por todas as formas de apoio e contribuições que tornaram possível a conclusão deste trabalho. Seu envolvimento e dedicação foram cruciais, e esta conquista é compartilhada com cada um de vocês.

RESUMO

O pinhão é a semente do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* sin. *Araucaria angustifolia*), espécie tradicional da região Sul do Brasil; sua coleta ocorre entre os meses de abril e junho. Em função da exploração da madeira e dos territórios, hoje as florestas de Araucárias correspondem a menos de 3% da sua área original. Em consequência disso, o Pinheiro é uma espécie ameaçada, o que ressalta a importância do desenvolvimento de tecnologias e produtos a partir de partes não-madeireiras, como o pinhão. Há fatores que dificultam a ampliação do mercado do pinhão, como sua sazonalidade e perecibilidade. Em vista disto, é necessário o desenvolvimento de técnicas de conservação, industrialização e comercialização que garantam estabilidade. O objetivo deste projeto foi desenvolver um produto pinhão defumado, visando a agregação de valor ao produto das florestas de araucárias. Para atingir essa meta, foram avaliadas a influência das condições dos fatores de tempo de defumação, concentração de sal no cozimento e espessura de laminação dos pinhões, analisando aspectos físico-químicos cruciais, como cor, textura, umidade e quantidade de compostos fenólicos. Os resultados indicam que as amostras com maior tempo de defumação, a espessura mais fina, combinada com maiores concentrações de sal obtiveram uma textura mais dura. Além disso, a força máxima de cisalhamento foi maior na defumação mais prolongada. Observou-se uma perda de compostos fenólicos em defumações mais longas devido à sensibilidade ao calor desses compostos. O tempo de defumação influenciou a umidade, sendo que defumações mais longas resultaram na sua redução. O tratamento de 4 horas de defumação, 5% de sal e espessura de 1 mm resultou na cor mais escura dos pinhões. Pinhões não defumados exibiram tonalidade avermelhada no parâmetro verde-vermelho (a^*), enquanto maior concentração de sal no cozimento destacou tom esverdeado. No parâmetro azul-amarelo (b^*), amostras sem defumação e sal, com espessuras de 1 mm e 6 mm, apresentaram cor mais amarelada. Essas informações obtidas acerca dos impactos dos parâmetros de influência no processo podem contribuir para o desenvolvimento de novos produtos a partir do pinhão, utilizando o processo de defumação, não apenas para agregar valor ao produto, mas também oferecer oportunidades para o desenvolvimento regional.

Palavras-chave: araucária; desenvolvimento de produto; pinhão defumado

ABSTRACT

Pinhão is the seed of the Paraná Pine (*Araucaria angustifolia* syn. *Araucaria angustifolia*), a traditional species in the southern region of Brazil, with harvesting occurring between April and June. Due to wood exploitation and land use, *Araucaria* forests now cover less than 3% of their original area, rendering the species endangered. This underscores the importance of developing technologies and products from non-wood parts, such as pinhão. Factors like seasonality and perishability hinder the expansion of the pinhão market, necessitating the development of conservation, industrialization, and commercialization techniques to ensure stability. The goal of this project is to develop smoked pinhão, aiming to add value to the product from *Araucaria* forests. To achieve this, the influence of factors such as smoking time, salt concentration in cooking, and thickness of pinhões was evaluated, analyzing crucial physicochemical aspects like color, texture, moisture, and phenolic compound content. Results indicate that samples with longer smoking times, thinner pinhão, combined with higher salt concentrations, yielded a firmer texture. Additionally, maximum shear force was higher with prolonged smoking. Phenolic compound loss occurred in longer smoking, attributed to their heat sensitivity. Smoking time influenced moisture, with longer smoking resulting in lower moisture. The treatment with 4 hours of smoking, 5% salt, and 1 mm thickness resulted in the darkest color. Non-smoked pinhão displayed a reddish hue in the red-green parameter (a^*), while higher salt concentration in cooking highlighted a greener tone. In the blue-yellow parameter (b^*), samples without smoking and salt, with thicknesses of 1 mm and 6 mm, exhibited a yellower color. The information obtained regarding the impacts of influencing parameters in the process can contribute to the development of new products from pinhão using the smoking process, not only to add value to the product but also to provide opportunities for regional development.

Keywords: araucaria; product development; smoked pinhão.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Tipos de operação de defumação.....	17
Figura 1 – Defumador a bafo.....	20
Figura 2 – Superfície de resposta para Força máxima de cisalhamento (N) de em função das variáveis CS e TD.....	25
Figura 3 – Superfície de resposta para Força máxima de cisalhamento (N) de em função das variáveis CS e EL.....	25
Figura 4 – Superfície de resposta para Dureza (N) de em função das variáveis TD e CS.....	27
Figura 5 – Superfície de resposta para Dureza (N) de em função das variáveis TD e EL.....	27
Figura 6 – Superfície de resposta para Dureza (N) de em função das variáveis CS e EL.....	28
Figura 7 – Superfície de resposta para Teor de fenólicos totais (mg g-1 EAG) em função das variáveis TD e CS.....	30
Figura 8 – Superfície de resposta para Teor de fenólicos totais (mg g-1 EAG) em função das variáveis TD e EL.....	30
Figura 9 – Superfície de resposta para Teor de fenólicos totais (mg g-1 EAG) em função das variáveis CS e EL.....	31
Figura 10 – Pinhões defumados por 4h, cozidos com 5% de sal e com espessura de laminação de 1 mm.....	34
Figura 11 – Figura 11 – Pinhões sem defumação e sem sal no cozimento.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição do pinhão (g / 100 g)	10
Tabela 2 – Fatores e níveis do delineamento composto central.....	21
Tabela 3 – Delineamento experimental para três variáveis e três níveis e seus valores codificados e reais.....	21
Tabela 4 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para Força máxima de cisalhamento.....	24
Tabela 5 – Estimativas dos efeitos das variáveis, suas interações e significância da regressão para as respostas de Força máxima de cisalhamento.....	24
Tabela 6 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para Dureza.....	26
Tabela 7 – Estimativas dos efeitos das variáveis, suas interações e significância da regressão para as respostas de Dureza.....	26
Tabela 8 – Equações dos modelos de regressão, coeficientes de correlação (R^2), coeficientes de correlação ajustado ($R^2_{ajustado}$) para Força máxima de cisalhamento e Dureza.....	28
Tabela 9 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para Teor de fenólicos totais..	29
Tabela 10 – Estimativas dos efeitos das variáveis, suas interações e significância da regressão para as respostas de Teor de fenólicos totais.....	29
Tabela 11 – Equação do modelo de regressão, coeficiente de correlação (R^2), coeficiente de correlação ajustado ($R^2_{ajustado}$) para Teor de fenólicos totais.....	30
Tabela 12 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para Umidade.....	31
Tabela 13 – Teor de umidade dos protótipos	32
Tabela 14 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para análise de cor nos parâmetros de luminosidade (L^*), verde/vermelho (a^*) e azul/amarelo (b^*).....	32
Tabela 15 – Parâmetros de luminosidade (L^*), verde/vermelho (a^*) e azul/amarelo (b^*) dos protótipos.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
CECEFS	Comitê de Peritos em Substâncias Aromatizantes do Conselho da Europa
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CS	Concentração de Sal no Cozimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EL	Espessura de Laminação
FUNAI	Fundação Nacional dos Índios
GL	Graus de Liberdade
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
PROBIO	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
QM	Quadrados médios
SS	Soma dos Quadrados
TD	Tempo de Defumação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo geral	9
2.2 Objetivos específicos	9
3 REVISÃO DA LITERATURA	10
3.1 Pinhão	10
3.2 Situação ambiental e socioeconômica	11
3.3 Produtos a partir do pinhão	13
3.3.1 Farinha de pinhão.....	13
3.3.2 Extrusados de farinha de pinhão.....	14
3.3.3 Filmes e coberturas comestíveis produzidas com amido do pinhão.....	15
3.3.4 Casca do pinhão.....	16
3.4 Processos tecnológicos aplicados a alimentos	16
3.4.1 Secagem e defumação.....	16
3.4.1.1 Fumaça	17
3.4.2 Salga e processo osmótico	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Matéria-prima, ingredientes e utensílios	20
4.2 Pré-testes e delineamento experimental	20
4.3 Análise de textura	21
4.5 Umidade	22
4.6 Análise de cor	22
4.7 Análise estatística	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Análise de textura	24
5.2 Teores de compostos fenólicos totais	28
5.3 Umidade	31
5.4 Análise de cor	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O pinhão é a semente do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* sin. *Araucaria angustifolia*), encontrado amplamente na região sul da América do Sul (Zortéa-Guidolin *et al.*, 2018). É um produto regional e sazonal consumido durante a sua época de colheita que se inicia no inverno (Daudt, 2016), com alta perecibilidade e industrialização inexistente, características que fazem sua comercialização ocorrer, em sua maioria, *in natura* e na região de produção (Amarante *et al.*, 2007).

Sua madeira foi utilizada extensivamente para fins comerciais, levando essa espécie ao risco de extinção; estima-se que a floresta de Araucárias já esteve presente em uma área de 200 mil km² no Brasil, porém, atualmente está reduzida a 3% dessa área original (Macário; Villanueva, 2016). Processos que agregam valor a produtos não-madeireiros, como em suas sementes, os pinhões, podem contribuir para a sua preservação (Zortéa-Guidolin *et al.*, 2018).

Para ampliar o seu potencial de comercialização, adquirir maior valor agregado, favorecer a comercialização além da época de colheita e o acesso a outros mercados consumidores, é necessário implantar uma estrutura de armazenamento adequado pós-colheita (Amarante *et al.*, 2007), desenvolver técnicas de industrialização do pinhão e intensificar a divulgação do pinhão como alimento nutritivo (Danner; Zanette; Ribeiro, 2012).

As Reservas Indígenas também são responsáveis pela preservação das florestas de araucária, sendo o pinhão fonte de renda a partir do extrativismo. Na economia indígena, as atividades extrativistas de frutos nativos, como o pinhão auxiliam a renda das famílias o que ressalta a importância das araucárias na manutenção da cultura local e da economia (Macário; Villanueva, 2016).

Tendo em vista o potencial de geração de renda do pinhão, vários órgãos da sociedade vêm firmando parcerias. Entre esses, estão instituições de pesquisa como Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Embrapa Agroindústria de Alimentos e Embrapa florestas, a instituição governamental Fundação Nacional dos Índios (FUNAI), além de empresas com atividades no ramo de produtos não-madeireiros de florestas nativas como Guayaki Yerba Mate.

Diante disso, estudar possíveis aplicações de processos e tecnologias para valorização do pinhão, como a defumação, podem resultar em mudanças nas características do produto, ampliar a vida útil e agregar complexidade sensorial,

abrindo novas possibilidades e formas de comercialização. Em paralelo, o desenvolvimento desse trabalho pode contribuir com o desenvolvimento regional, com a melhora na renda dos produtores de pinhão em conjunto com a preservação das florestas de araucárias tão ameaçadas.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Investigar parâmetros de processo relevantes para o desenvolvimento de um produto defumado a partir do pinhão.

2.2 Objetivos específicos

- Produzir diferentes amostras de pinhão defumado com diferentes condições de processo, tais como tempo de defumação, concentração de sal no cozimento e espessura de laminação, no pinhão defumado;
- Analisar estatisticamente aspectos físico-químicos como cor, umidade, textura e compostos fenólicos.
- Interpretar a influência dos fatores sobre as respostas, por meio da elaboração de gráficos de superfície de resposta

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Pinhão

O pinhão é a semente do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* sin. *Araucaria angustifolia*), pertencente ao grupo das Coníferas. Sua forma é cabovoadadoblonga, com ápice terminando com um espinho *achatado* e curvado para a base, tendo de 3 a 8 cm de comprimento, 2,5 cm de largura com peso médio de 8,7 g (Carvalho, 2003). É formado pela casca ou tegumento, com coloração vermelho tijolo, a amêndoa, que é a parte amilácea com coloração branca amarelada e o embrião que se encontra no centro da amêndoa e possui uma coloração branca (Mattos, 2011).

É comumente consumido cozido e descascado, sendo fonte de amido, fibra dietética, cobre e magnésio, além de possuir baixo índice glicêmico Cordenusi *et al.*, 2004). A composição do pinhão pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição do pinhão (g / 100 g)

Média	Pinhão típico
Umidade	45,49 ± 1,64
Proteína	4,22 ± 0,28
Lipídeos	0,98 ± 0,06
Carboidratos totais	47,75 ± 1,45
Açúcares solúveis totais	45,75± 1,45
Fibra dietética	3,13 ± 0,19
Cinzas	1,57 ± 0,04

Fonte: Gil *et al.* (2021)

As cascas do pinhão possuem compostos fenólicos, dentre os principais estão a catequina e quercetina. Durante a cocção ocorre o rompimento de membranas da parede celular da casca, facilitando a migração desses compostos para a amêndoa. E pode ocorrer a hidrólise parcial dos taninos, produzindo fenólicos mais simples que migram para a semente com maior facilidade (Koehnlein *et al.*, 2012).

O comportamento da migração de compostos fenólicos em sementes de araucária, após a cocção apresenta um aumento de 4 vezes o valor inicial, proporção relatada por diversos autores, os quais obtiveram os valores de fenólicos totais das amêndoas cruas de (4,07 ± 0,22 mgAG/100g; e 5,92 ± 0,09 mgAG/100g; 5,75 ± 1,11 mgAG/100g). Já após a cocção obtiveram (20,04 ± 0,70 mgAG/100g; 24,06 ± 1,3

mgAG/100g; $22,09 \pm 0,11$ mgAG/100g), respectivamente (Reis; Tara; Quast, 2019; Koehnlein *et al.*, 2012; Thys; Cunha, 2015).

O pinhão além de possuir alto teor de amido, possui alta umidade que favorece reações de deterioração, facilitando o crescimento de fungos e também brotação durante a estocagem em refrigeração e temperatura ambiente, sendo de importância aplicação de boas práticas na colheita para diminuir o tempo entre colheita e armazenagem (Oliveira, 2008).

Segundo estudo de Oliveira (2008), avaliando a vida de prateleira, para aumentar o tempo de armazenamento a estocagem deve ser feita em local arejado, com baixa umidade, com abrigo do sol e protegido de animais e pragas. Além de ser possível a estocagem com o uso da refrigeração por até 3 meses, e congelamento até 8 meses; quando retirado da câmara fria para evitar agregação de umidade o aumento da temperatura deve ser lento.

O pinhão por possuir aspectos como sua perecibilidade, falta de industrialização e a sazonalidade de produção faz com que sua comercialização seja feita em sua maioria *in natura* e na região de produção (Daudt, 2016).

3.2 Situação ambiental e socioeconômica

Araucaria angustifolia é a espécie característica e exclusiva da Floresta Ombrófila Mista, presente de forma natural no Brasil, e em menor proporção no extremo nordeste da Argentina e no leste do Paraguai. No Brasil, se estima que a área original foi de cerca de 185.000 km², sendo distribuída 73.780 km² no Paraná, 56.693 km² em Santa Catarina, 46.483 km² no Rio Grande do Sul, no sul do Estado de São Paulo 5.340 km², se internalizando em pequenas manchas até o sul de Minas Gerais e Estado do Rio de Janeiro em áreas de altitudes elevadas (Carvalho, 2003). Segundo o Relatório de atividades do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), restam menos de 3% da área original da floresta com araucárias, incluindo as florestas exploradas e matas em regeneração (Brasil, 2004).

Nas últimas décadas houve uma grande exploração para a comercialização da madeira da Araucária, considerada de boa qualidade para fabricação de móveis e construção civil, bem como para a produção de papel e celulose (Figueiredo-Filho *et*

al., 2011). A preocupação em relação à taxa crescente de corte de Araucária, que ocorria entre as décadas de 60 e 70 no Sul do país, resultaram em políticas e medidas (EISFELD, 2020). Essa grande exploração levou a espécie a ser inserida na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em 1992 (Brasil, 1992). E em uma resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em 2001 suspendeu o corte e a exploração das espécies que constam na lista oficial do IBAMA em populações naturais (Brasil, 2001). Para contornar as restrições impostas pela legislação, o pinhão produzido pela Araucária se tornou um produto importante para a comercialização e obtenção de renda para os produtores através da cultura monoespecífica da Araucária (Figueiredo-Filho *et al.*, 2011).

As pinhas amadurecem entre fevereiro e dezembro, sendo que os pinhões produzidos são encontrados no Brasil, de março a setembro. No Paraná a época é de abril a junho, em São Paulo e Santa Catarina de abril a julho, e no Rio Grande do Sul de abril a agosto (Carvalho, 2003). Porém, a coleta do pinhão é uma atividade sazonal regulamentada pela Portaria Normativa (DC-20 de 1976) do extinto Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) que permite a coleta, transporte e comercialização do pinhão apenas a partir do dia 15 de abril, tendo objetivo da preservação da espécie com a proteção de sementes para produção de mudas (Brasil, 1976). E a Lei estadual de Santa Catarina, 15.457 de 17 de janeiro de 2011, antecipa o início das atividades para 01 de abril (Santa Catarina, 2011).

A importância econômica do pinhão para os Estados de ocorrência natural da Araucária é significativa, sendo o pinhão comercializado originário principalmente de povoamentos naturais de Araucária. Os eventos ligados ao pinhão como as festas do pinhão favorecem a geração de renda de um município ou região, eles ocorrem anualmente e reúnem milhares de pessoas, tendo como objetivo conservar a tradição e valorizar este produto regional (Danner; Zanette; Ribeiro, 2012).

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção nacional do pinhão em 2020 totalizou 10.605 toneladas, com valor total de R\$ 40,984 milhões e preço médio de R\$ 3,85 o quilograma (Brasil, 2020). Em comparação com 2012 em que a produção foi de 9.638 toneladas o preço médio era de R\$ 1,50 por quilograma o valor da produção aumentou substancialmente mais do que a quantidade produzida.

O pinhão desempenha um papel social importante, já que famílias de baixa renda tem no pinhão a principal fonte de renda anual, fazendo a comercialização em canais diretos, de forma clandestina como na beira de rodovias. O pinhão era uma das principais fontes de alimentos dos povos indígenas que habitavam o planalto sul, relatos históricos mostram que a partir do pinhão os índios confeccionavam farinhas, pães e bolos (Schmitz, 2009).

O pinhão é um importante alimento tanto para a fauna silvestre quanto para o ser humano, principalmente por sua produção ocorrer em uma época de escassez na floresta. Os povos indígenas necessitam cada vez mais do uso do dinheiro, e, tendo em vista as poucas opções de renda monetária dentro das reservas, o recurso mais comum tem sido buscar complementar a renda fora do seu território (Almeida; Cavalheiro; Perondi, 2020). Na economia indígena atual, as atividades extrativistas de frutos nativos, como o pinhão auxiliam a renda das famílias o que ressalta a importância das araucárias na manutenção da cultura local e da economia (Macário; Villanueva, 2016). Os conhecimentos tradicionais dos povos tradicionais e agricultores sobre os usos, finalidades e valores culturais dados às espécies nativas podem contribuir para a conservação da biodiversidade (Bellé, 2014).

O pinhão possui alguns aspectos como sua perecibilidade, falta de industrialização e a sazonalidade de produção faz com que sua comercialização seja feita em sua maioria in natura e na região de produção (Daudt, 2016). Para ampliar o seu potencial de comercialização e adquirir maior valor agregado e favorecer a comercialização fora da época de colheita e o acesso a outros mercados consumidores, é necessário implantar uma estrutura de armazenamento adequado pós-colheita (Amarante et al., 2007).

3.3 Produtos a partir do pinhão

3.3.1 Farinha de pinhão

A farinha pode ser obtida do pinhão cru ou cozido, a partir das etapas de descasque, corte, secagem e moagem (podendo ser feita antes da secagem). Farinhas obtidas a partir de pinhão cru e cozido são boas fontes de fibras (entre 5 e 6,5%), proteínas (cerca de 3%), e lipídios entre 5 e 6%, podendo ser uma opção

tecnológica em potencial para o processamento do pinhão sob os aspectos químicos e nutricionais (Capella; Penteado; Balbi, 2009). Sua aplicação em produtos alimentícios pode levar ao melhoramento da composição nutricional, e ser uma opção de processamento tecnológico para aumentar o aproveitamento dessa matéria prima, além de disponibilizar produtos diferenciados ao mercado consumidor (Daudt, 2016).

A farinha de pinhão pode ser aplicada como uma alternativa de farinha sem glúten e sua composição apresenta um considerável conteúdo de fibra dietética e baixo índice glicêmico o que torna uma boa opção para os consumidores portadores da doença celíaca (Ikeda *et al.*, 2018). A aplicação e influência da adição de farinha de pinhão em diferentes proporções sobre as propriedades reológicas, químicas e sensoriais de bolos sem glúten produzidos com farinha de arroz foi estudada por Ikeda *et al.* (2018) e mostrou que foi possível produzir bolos com altas pontuações de aceitação sensorial sem alterar a viscosidade da massa e textura dos bolos assados, e promoveu maior estabilidade.

Outros estudos sugerem a aplicação da farinha de pinhão como substituto parcial da farinha de trigo em biscoitos e pães (Acorsi, *et al.*, 2009; Forlin *et al.*, 2009). Em ambos a farinha de pinhão apresentou a maior aceitação entre os provadores que também consideraram o sabor e aroma agradáveis.

3.3.2 Extrusados de farinha de pinhão

Com o processamento do pinhão novas aplicações em potencial podem ser descobertas. Como o tratamento de farinha de pinhão por processos de extrusão para obtenção de produtos expandidos. Esse processo permite a obtenção de produtos com boa aceitação sensorial e de fácil preparo, ou até prontos para comer. Além disso, proporciona maior digestibilidade com melhorias de sabor e textura (Zortéa-Guidolin *et al.*, 2017)

No estudo de Zortéa-Guidolin (2018) a aplicação do processo de extrusão em farinha de pinhão afetou positivamente o produto, podendo ser utilizado para desenvolvimento de novos produtos alimentícios, como barra de cereais e cereais matinais. Além disso, os extrusados de pinhão quando avaliados sensorialmente apresentam sabor natural do pinhão, que é um atributo sensorial bem aceito e que

pode gerar economia em relação à industrialização desse produto com adição de aromatizantes, também podendo ser uma opção viável para dietas sem glúten.

3.3.3 Filmes e coberturas comestíveis produzidas com amido de pinhão

Os filmes são utilizados para proteção do alimento, cobertura ou embalagem primária para preservação (Daudt, 2016). Por serem comestíveis os filmes devem ter alguns pré-requisitos como ter boa qualidade sensorial, eficiência mecânica, boas propriedades de barreira, estabilidade físico-química, biológica e microbiológica, não ser tóxico e ter baixo custo (Debeaufort; Guezada-Gallo; Voilley, 1998).

A preparação de filmes envolve agentes formadores de filme, solventes e plastificantes, entre outros reagentes. O amido é um importante biopolímero que pode ser transformado em um material termoplástico com uma fase polimérica contínua emaranhada pela presença de um plastificante, com a aplicação de processos termomecânicos (García *et al.*, 2011). O amido de pinhão pode ser considerado uma matéria-prima promissora para produzir filmes biodegradáveis, visto que não é tóxico, tem baixo custo, é altamente disponível, renovável e biodegradável (Luchese *et al.*, 2015).

Porém filmes de amido possuem certa restrição por serem altamente hidrofílicos sendo muito afetados pela variação da umidade relativa durante seu uso e armazenamento (Luchese *et al.*, 2015). O amido de pinhão, em geral, tem menor solubilidade que o amido de milho, porém, o amido de pinhão ácido hidrolisado apresenta solubilidade significativamente mais alta que o amido de milho modificado nas mesmas condições (Thys *et al.*, 2013).

Os filmes comestíveis à base de amido podem ser utilizados em produtos de panificação e confeitaria, massas e carnes, além de embalagem para frutas e hortaliças minimamente processadas (Mali; Grossmann; Yamashita, 2010). Outros estudos indicam que o amido de pinhão pode ser utilizado como material de parede, usados na encapsulação de betacaroteno com microcápsulas produzidas com amido de pinhão modificado por hidrólise ácida (Spada *et al.*, 2013).

3.3.4 Casca do pinhão

A casca é uma parte do pinhão menos explorada, na semente crua flavonoides não são detectados, porém na casca interna há conteúdo de quercetina cinco vezes maior que a casca externa da semente e, durante o cozimento a quercetina migra para a semente. As sementes cozidas com a casca apresentam conteúdo de fenólicos totais cinco vezes mais alto que sementes cozidas sem a casca (Cordenunsi *et al.*, 2004).

O extrato de brácteas (sementes não desenvolvidas) do pinhão foi estudado por Souza *et al.* (2014), e mostrou que o extrato é rico em polifenóis e fonte de compostos naturais antioxidantes, principalmente catequina, epicatequina, quercetina e apigenina, que apresentam grande importância na inibição de mecanismos oxidativos. Na análise de cromatografia líquida de alta eficiência realizada pelos autores, mostrou que os principais compostos do extrato foram catequina ($140,6 \pm 2,86$ mg / 100 g brácteas), epicatequina ($41,3 \pm 2,73$ mg / 100 g brácteas), quercetina ($23,2 \pm 0,06$ mg / 100 g brácteas) e apigenina ($0,6 \pm 0,06$ mg / 100 g brácteas).

3.4 Processos tecnológicos aplicados a alimentos

3.4.1 Secagem e defumação

A secagem resulta da aplicação do calor sob condições controladas para retirada de água em um alimento por evaporação, sendo seu principal objetivo a extensão da vida de prateleira promovida pela diminuição da atividade de água (Fellows, 2019).

A defumação é um processo ancestral usado para conservar alimentos para armazenamento à temperatura ambiente, em momentos de escassez de alimento durante o inverno nas regiões de clima temperado e, durante as estações secas nas regiões de clima tropical. Na atualidade, o seu objetivo é alterar o sabor e a cor dos alimentos em vez de os conservar (Fellows, 2019).

A defumação é uma operação considerada barata que aumenta a oferta da variedade de produtos para os consumidores e agrega valor aos alimentos. Os alimentos mais comumente defumados são pescados, marisco, carnes e produtos

cárneos e queijos como gouda defumado. Entre outros alimentos defumados estão vegetais, frutos do mar, nozes, chá lapsang souchong, malte de cevada usado na fabricação de alguns tipos de uísque e ingredientes usados para fazer cerveja alemã defumada (Ruhlman; Polcyn, 2013).

A defumação possui diferentes tipos de operação como visto a seguir no (Quadro 1). Nas defumações a frio e morna a textura praticamente não muda e os produtos adquirem um sabor mais suave, além de os microrganismos não serem destruídos pelo calor. Já na defumação a quente, o calor cozinha o alimento, sendo suficiente para destruir os microrganismos contaminantes (Fellows, 2019).

Quadro 1 - Tipos de operação de defumação

Tipos	Descrição
1. Defumação a frio	A temperatura do ar é menor que 33 °C, aplicada durante 6 a 24 h por várias semanas até produzir o aroma e a cor desejada
2. Defumação morna	A temperatura do ar é de 25 a 40°C
3. Defumação a quente	Com temperatura de 60 a 80 °C
4. Defumação líquida	É feita a dissolução de compostos de fumaça em água, sendo feito um concentrado de fumaça para borrifar ou revestir os alimentos

Fonte: Fellows (2019)

3.4.1.1 Fumaça

A fumaça é a mistura de ar, gases e vapores que contêm uma mistura de diversos componentes, sendo que estes dependentes de fatores ligados ao processo de combustão da madeira como: tempo, tipo de madeira utilizada, a temperatura e circulação de ar (Ortega, 1994).

Aglomerados ou toras de madeira, umedecidos com serragem úmida são queimados para produzir calor e fumaça densa. Madeiras de lei produzem aromas e cores melhores nos alimentos defumados, dentre as quais estão: carvalho, faia, castanheira, noqueira; madeiras aromáticas, como macieira, cedro-do-mato e cerejeira ou ervas aromáticas e temperos, também usados para produzir aromas diferenciados (Fellows, 2019).

Segundo Comitê de Peritos em Substâncias Aromatizantes do Conselho da Europa (CECEFS, 1992), mais de 400 compostos químicos voláteis foram identificados na fumaça da madeira, entre eles os mais importantes estão: (óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), compostos fenólicos, furanos, compostos carbonílicos, ácidos alifáticos carboxílicos e compostos de alcatrão). Diferentes espécies de árvores têm diferentes quantidades desses compostos conferindo diferentes aromas ao alimento (Fellows, 2019).

Alguns dos compostos da fumaça tem ação conservadora como formaldeído, ácido acético e outros ácidos carboxílicos, antimicrobianos, e o fenol e compostos fenólicos, antioxidantes e antimicrobianos. A fumaça também possui em pequenas quantidades, compostos maléficos à saúde a longo prazo, como HPA e bifenilpoliclorados, carcinógenos conhecidos ou suspeitos. Óxidos de nitrogênio presentes também podem reagir com aminos ou amidos no alimento para formar nitrosaminas ou com fenóis produzindo nitro fenóis, que causam preocupações com a saúde (CECEFS, 1992).

Os fatores que influenciam na absorção de fumaça pelo alimento estão a densidade da fumaça, sua umidade e temperatura, e o teor de umidade do alimento. Quanto mais alta a densidade da fumaça, maior a absorção, quando a umidade da fumaça é alta, o vapor se condensa na superfície do alimento e a absorção dos compostos hidrossolúveis da fumaça é maior. Quando a superfície do alimento é muito seca, acontece menos penetração de fumaça (Fellows, 2019).

3.4.2 Salga e processo osmótico

A salga, além de contribuir para o sabor, colabora na conservação de alimentos como carnes e derivados com função conservadora do cloreto de sódio em produtos cárneos de diminuir a atividade de água e reduzir o crescimento microbiano (Aliño *et al.*, 2010). A adição de sal em alimentos (em concentrações baixas) causa o aumento da capacidade de retenção de água. A taxa de desidratação em alimentos depende de variáveis, como a temperatura, a concentração da solução osmótica, o tamanho e a geometria do material, e o nível de agitação (Rastogi; Ragharao, 2004). Quanto maior é a concentração do soluto, o tempo de contato, a agitação e a temperatura, maior será a transferência de massa (Sabadini *et al.*, 1998).

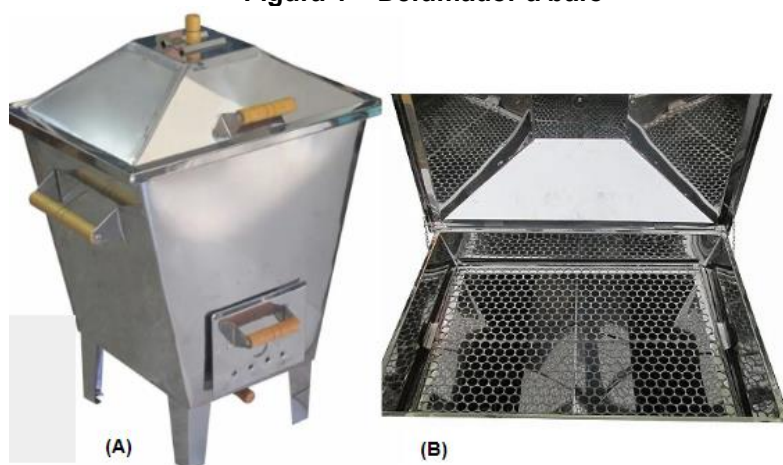
Durante o processo osmótico, ocorrem ao mesmo tempo dois fluxos de transferência de massa em contracorrente, sendo um a difusão da água do interior do alimento para a solução hipertônica e o outro a difusão do soluto para o interior. A força motriz para a difusão da água do interior do alimento para a solução osmótica é regida pela diferença na pressão osmótica (Sabadini *et al.*, 1998).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria-prima, ingredientes e utensílios

O pinhão foi adquirido no comércio local da cidade de Francisco Beltrão-PR durante o período de safra, que vai de abril a junho de 2023. Para garantir a sua qualidade e prolongar a vida útil, o pinhão foi armazenado sob congelamento. A salga foi realizada com sal refinado iodado (Cisne, São Paulo, Brasil). A cocção do pinhão foi conduzida em uma panela de pressão, enquanto o processo de descascamento foi feito com auxílio de um descascador manual (Pinholino, São Paulo, Brasil). Os pinhões foram laminados utilizando um fatiador ajustável (Haüskraft, China). A etapa de defumação foi realizada em um defumador a bafo em aço inoxidável (Figura 1) (Magazine Lima, São Paulo, Brasil) e para a produção da fumaça foi utilizada serragem de eucalipto.

Figura 1 – Defumador a bafo



Legenda: (A) Defumador a bafo; (B) Grelha interior do defumador.

Fonte: Autoria Própria (2023)

4.2 Pré-testes e delineamento experimental

No desenvolvimento do produto foi utilizado um delineamento composto central com repetições no ponto central. Os fatores, os níveis e os pontos máximos e mínimos foram definidos mediante a realização de pré-testes. A Tabela 2 apresenta os fatores

estudados e seus respectivos níveis. O tempo de cocção dos pinhões foi fixado em 50 minutos e com o tipo de operação de defumação morna na faixa de 30 a 40°C. No delineamento experimental foram realizados 11 experimentos, com três repetições no ponto central, como pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 2 – Fatores e níveis do delineamento composto central

Variáveis	Nível (-1)	Nível (0)	Nível (+1)
Tempo de defumação (TD) em horas	0	2	4
Concentração de sal no cozimento (CS) em %	0	2,5	5
Espessura de laminação (EL) em mm	1	3	6

Fonte: Autoria Própria (2023)

Tabela 3 – Delineamento experimental para três variáveis e três níveis e seus valores codificados e reais

Experimentos	TD (h)	CS (%)	EL (mm)
T1	0 (-1)	0 (-1)	1 (-1)
T2	0 (-1)	0 (-1)	6 (+1)
T3	0 (-1)	5 (+1)	1 (-1)
T4	0 (-1)	5 (+1)	6 (+1)
T5	4 (+1)	0 (-1)	1 (-1)
T6	4 (+1)	0 (-1)	6 (+1)
T7	4 (+1)	5 (+1)	1 (-1)
T8	4 (+1)	5 (+1)	6 (+1)
T9	2 (0)	2,5 (0)	3 (0)
T10	2 (0)	2,5 (0)	3 (0)
T11	2 (0)	2,5 (0)	3 (0)

Fonte: Autoria Própria (2023)

4.3 Análise de textura

A determinação do parâmetro dureza dos pinhões foi determinada em texturômetro TA-XT2i Stable Micro Systems com probe cilíndrico de 2mm (código P/2) (Laboratório de Pós-Graduação UTFPR- Francisco Beltrão). A velocidade do teste foi de 0,5 mm/s. Para análise do parâmetro força máxima de cisalhamento foi utilizado probe Warner Bratzler (HDP/WBV) do tipo faca em “V”, com velocidade de 1 mm/s (Costa *et al.*, 2011). Os testes foram realizados considerando 10 replicatas por tratamento.

4.4 Análise de fenólicos totais

A quantificação de fenólicos totais foi realizada pelo método Folin-Ciocalteu, adaptado de Singleton *et al.* (1999), com curva de calibração com soluções de ácido gálico entre 0 e 940 µg/mL, com leituras em espectrofotômetro na absorvância de 765 nm, aplicando triplicata nas leituras. Os extratos foram preparados de acordo com a metodologia de por Horvat *et al.* (2020), utilizando como solução extratora metanol acidificado a 0,1%, com ácido clorídrico (HCl).

4.5 Umidade

A umidade foi determinada por perda de massa constante em estufa a 105°C (Oliveira, 2008).

4.6 Análise de cor

A análise da cor foi realizada em colorímetro marca Konica Minolta, Modelo Chroma Meter CR, onde se obtém as coordenadas L*, a* e b*, sendo L* luminosidade (0 - 100), a* intensidade do verde/vermelho e b* intensidade azul/amarelo (Costa *et al.*, 2011). As lâminas de pinhão foram colocadas lado a lado em fundo preto padrão sem lacunas para realizar a leitura em 5 repetições.

4.7 Análise estatística

Para a análise dos resultados de teor de fenólicos totais, força máxima de cisalhamento e dureza foi utilizada a metodologia de superfície de resposta com equação de segunda ordem, conforme Equação 1 (Almeida *et al.*, 2018). A significância dos componentes da equação de regressão foi observada através da análise de variância (ANOVA), a 5% de nível de confiança. Os coeficientes de determinação (R^2) e coeficientes de determinação ajustado (R^2_{ajustado}) foram usados para avaliar a qualidade do ajuste dos modelos de regressão. Sendo as análises conduzidas através do software Statistica 12.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i^2 + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

Onde Y é a resposta de interesse, k o número de variáveis independentes, β os coeficientes estimados e x os parâmetros.

Já para as análises de cor, teor de umidade foi realizada a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparar as médias das amostras, com auxílio do software estatístico SISVAR, considerando o nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise de textura

Para as respostas de força máxima de cisalhamento (Tabela 4 e 5), a variável que mais teve efeito positivo foi o tempo de defumação, apresentando o efeito linear e quadrático significativo. Já as variáveis de concentração de sal no cozimento e espessura de laminação não apresentaram efeitos significativos a 5% de significância.

Tabela 4 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para Força máxima de cisalhamento

Variáveis	SS	GL	QM	F	p
TD	2249,86	1	2249,86	73,23	0,0033*
TD ²	731,47	1	731,47	23,80	0,0165*
CS	30,49	1	30,49	0,99	0,3925 ^{ns}
EL	133,82	1	133,82	4,35	0,1281 ^{ns}
TD x CS	17,22	1	17,22	0,56	0,5083 ^{ns}
TD x EL	482,36	1	482,36	15,69	0,0587 ^{ns}
CS x EL	238,27	1	238,27	7,75	0,0687 ^{ns}
Erro	92,17	3	30,72	-	-
SS total	3919,42	10	-	-	-

Soma dos quadrados (SS), grau de liberdade (GL), quadrado médio (QM), (*) significativo ao nível de 5% de significância, (^{ns}) não significativo

Fonte: Autoria própria (2023)

Tabela 5 – Estimativas dos efeitos das variáveis, suas interações e significância da regressão para as respostas de Força máxima de cisalhamento

Variáveis	Efeitos	Coefficiente de regressão	p	-95% Cnf. Limit	+95% Cnf. Limit
Interação	17,2353	17,2353	0,0128*	6,9747	27,4960
TD	33,5400	16,7700	0,0033*	10,5333	23,0067
TD ²	36,8193	18,4097	0,0165*	6,4022	30,4171
CS	3,9050	1,9525	0,3925 ^{ns}	-4,2842	8,1892
EL	-8,1800	-4,0900	0,1281 ^{ns}	-10,3267	2,1467
TD x CS	2,9350	1,46750	0,5083 ^{ns}	-4,7692	7,7042
TD x EL	-15,5300	-7,7650	0,0587 ^{ns}	-14,0017	-1,5282
CS x EL	10,9150	5,4575	0,0687 ^{ns}	-0,7792	11,6942

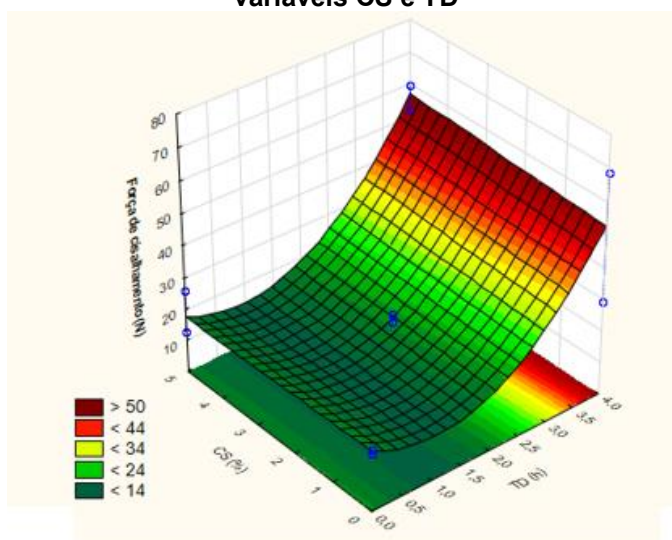
(*) significativo ao nível de 5% de significância, (^{ns}) não significativo

Fonte: Autoria própria (2023)

As superfícies de resposta para as variáveis independentes tempo de defumação (TD), concentração de sal (CS) e espessura de laminação (EL) e suas

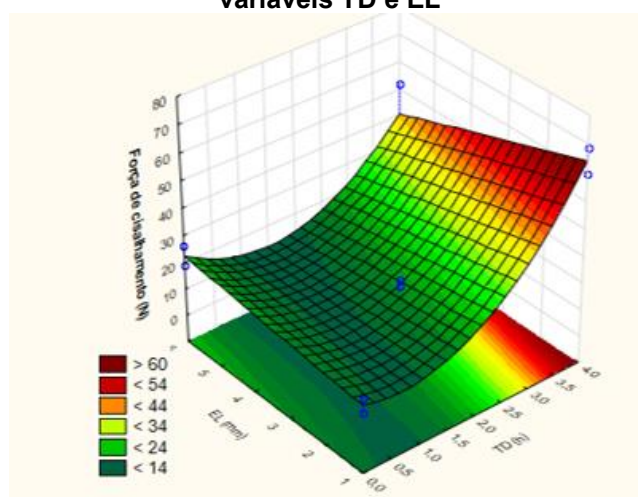
interações duas a duas, que foram significativas a 95% de confiança, excluindo as não significativas, dos parâmetros de força máxima de cisalhamento estão descritas nas Figuras 2 e 3. Nelas mostra uma distinção entre as amostras com menor e maior tempo de defumação, sendo as com maior tempo as que obtiveram maior resistência ao cisalhamento.

Figura 2 – Superfície de resposta para Força máxima de cisalhamento (N) em função das variáveis CS e TD



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 3 – Superfície de resposta para Força máxima de cisalhamento (N) em função das variáveis TD e EL



Fonte: Autoria Própria (2023)

Nas respostas para a dureza (Tabela 6 e 7), apenas o efeito linear de TD e EL, e a interação entre os dois obteve significância a 5%.

Tabela 6 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para Dureza

Variáveis	SS	GL	QM	F	p
TD	69,91	1	69,91	43,01	0,0072*
TD ²	15,42	1	15,42	9,49	0,0541 ^{ns}
CS	12,62	1	12,62	7,77	0,0666 ^{ns}
EL	64,35	1	64,35	39,59	0,0081*
TD x CS	1,39	1	1,39	0,85	0,4239 ^{ns}
TD x EL	22,74	1	22,74	13,99	0,0333*
CS x EL	0,87	1	0,87	0,54	0,5156 ^{ns}
Erro	4,87	3	1,62	-	-
SS total	199,69	10	-	-	-

Soma dos quadrados (SS), grau de liberdade (GL), quadrado médio (QM), (*) significativo ao nível de 5% de significância, (^{ns}) não significativo

Fonte: Autoria própria (2023)

Tabela 7 – Estimativas dos efeitos das variáveis, suas interações e significância da regressão para as respostas de Dureza

Variáveis	Efeitos	Coefficiente de regressão	p	-95% Cnf. Limit	+95% Cnf. Limit
Interação	8,6794	8,6794	0,0013*	6,3193	11,0395
TD	5,9125	2,9562	0,0072*	1,5217	4,3908
TD ²	-5,3463	-2,6732	0,0541 ^{ns}	-5,4351	0,0887
CS	2,5125	1,2562	0,0666 ^{ns}	-0,1783	2,6908
EL	-5,6725	-2,8362	0,0081*	-4,2708	-1,4016
TD x CS	0,8325	0,4162	0,4239 ^{ns}	-1,0183	1,8508
TD x EL	-3,3725	-1,6862	0,0333*	-3,1208	-0,2517
CS x EL	-0,6625	-0,3312	0,5156 ^{ns}	-1,7658	1,1033

(*) significativo ao nível de 5% de significância, (^{ns}) não significativo

Fonte: Autoria própria (2023)

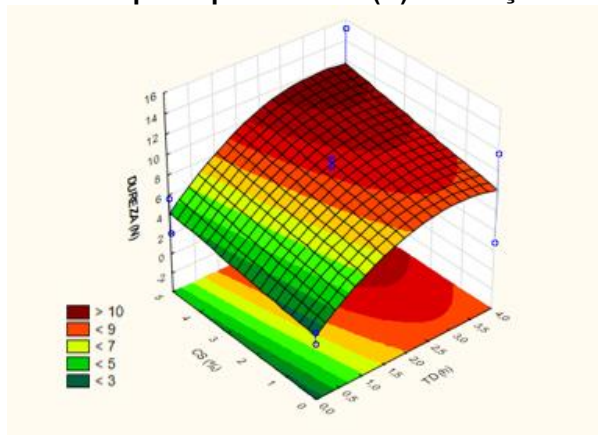
Como pode ser visto na Figura 4, as maiores respostas de dureza correspondem aos maiores tempos de defumação e concentração de sal no cozimento. Em relação a dureza em função do TD e EL (Figura 5), os produtos com laminação mais fina e mais tempo de defumação foram os mais duros. E em função de CS e EL (Figura 6), as concentrações maiores de sal do cozimento resultaram em aumento na dureza.

De acordo com Pérez Elortondo *et al.* (2007), a exposição prolongada à fumaça foi identificada como um fator que pode resultar na formação de uma película externa nos alimentos, contribuindo para uma textura mais firme. Em processos de secagem como a defumação, alimentos mais espessos podem formar uma camada

externa desidratada que atua como uma barreira à difusão de umidade do interior para a superfície, isso pode levar a uma textura externa mais dura e interior mais macio. Pois a camada superficial tem ação de diminuição de transferência de calor para o interior do alimento e água restante no centro do alimento percorre uma distância maior até chegar à superfície do que a umidade superficial tinha no início da secagem. O sal, sendo um soluto, pode provocar a redução da atividade da água na superfície dos alimentos, formando uma camada externa mais resistente (Kohmann, 2013).

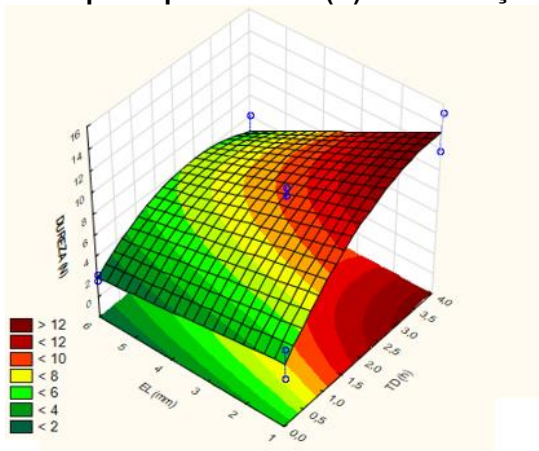
Assim, as amostras com maior tempo de defumação, a espessura mais fina do pinhão, combinada com maiores concentrações de sal pode acelerar a formação de uma película externa mais firme, que promove uma textura mais dura no produto final. Assim, gerando uma mudança na textura pode diversificar as suas características, aumentando as opções de preparo para consumo do pinhão.

Figura 4 – Superfície de resposta para Dureza (N) em função das variáveis TD e CS



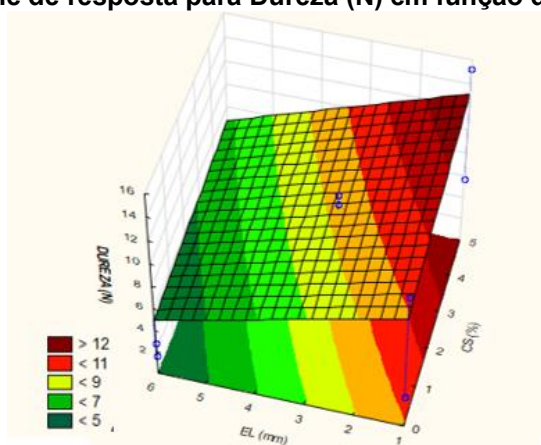
Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 5 – Superfície de resposta para Dureza (N) de em função das variáveis TD e EL



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 6 – Superfície de resposta para Dureza (N) em função das variáveis CS e EL



Fonte: Autoria Própria (2023)

O modelo de regressão para a variável dependente (Força máxima de cisalhamento), assim como o modelo para a variável (dureza) mostrados na Tabela 8, obteve um bom ajuste, com coeficientes de determinação ajustado (R^2_{ajustado}) de 0,9216 e 0,9186, respectivamente. Esses valores indicam que ambos os modelos são capazes de explicar a maior parte da variabilidade observada nas respectivas variáveis dependentes.

Tabela 8 – Equações dos modelos de regressão, coeficientes de correlação (R^2), coeficientes de correlação ajustado (R^2_{ajustado}) para Força máxima de cisalhamento e Dureza

Parâmetros	Equações dos modelos	R^2	R^2_{ajustado}
Força máxima de cisalhamento	$Y = 17,2353 + 16,7700TD + 18,4097TD^2 - 7,7650TD \times EL$	0,9765	0,9216
Dureza	$Y = 8,6794 + 2,9562TD - 2,8362EL - 1,6862TD \times EL$	0,9756	0,9186

Fonte: Autoria própria (2023)

5.2 Teores de compostos fenólicos totais

Com a curva de calibração de ácido gálico foi calculado o limite de quantificação (LQ) igual a 0,175 mg L⁻¹ de ácido gálico e limite de detecção de (LD) igual a 0,058 mg L⁻¹. O teor de compostos fenólicos totais, de todos os tratamentos se situaram acima do limite de quantificação.

A Tabela 9 mostra os resultados dos efeitos das variáveis e suas significâncias, e a Tabela 10 a análise de variância (ANOVA) para o teor de fenólicos totais. Os fatores que demonstraram maior interferência no teor de fenólicos totais foram os efeitos linear e quadrático do tempo de defumação, linear da concentração de sal no

cozimento e a interação entre os dois. Já a espessura de laminação não exibiu efeito significativo ($p \leq 0,05$).

Tabela 9 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para o Teor de fenólicos totais

Variáveis	SS	GL	QM	F	p
TD	701,06	1	701,06	1030,11	0,0001*
TD²	46,42	1	46,42	68,20	0,0037*
CS	337,87	1	337,87	496,45	0,0002*
EL	7,51	1	7,51	11,03	0,0651 ^{ns}
TD x CS	203,51	1	203,51	299,04	0,0004*
TD x EL	3,99	1	3,99	5,86	0,0940 ^{ns}
CS x EL	2,84	1	2,84	4,18	0,1335 ^{ns}
Erro	2,04	3	0,68	-	-
SS total	1309,76	10	-	-	-

Soma dos quadrados (SS), grau de liberdade (GL), quadrado médio (QM), (*) significativo ao nível de 5% de significância, (^{ns}) não significativo

Fonte: Autoria própria (2023)

Tabela 10 – Estimativas dos efeitos das variáveis, suas interações e significância da regressão para as respostas de Teor de fenólicos totais

Variáveis	Efeitos	Coefficiente de regressão	p	-95% Cnf. Limit	+95% Cnf. Limit
Interação	12,3238	12,3237	0,0001*	10,7966	13,8508
TD	-18,7225	-9,3612	0,0001*	-10,2895	-8,4330
TD²	9,2750	4,6375	0,0037*	2,8504	6,4245
CS	-12,9975	-6,4987	0,0002*	-7,4270	-5,5705
EL	1,9375	0,9687	0,0651 ^{ns}	0,0405	1,8970
TD x CS	10,0875	5,0437	0,0004*	4,1155	5,9720
TD x EL	1,4125	0,7062	0,0940 ^{ns}	-0,2220	1,6345
CS x EL	-1,1925	-0,5962	0,1335 ^{ns}	-1,5245	0,3320

(*) significativo ao nível de 5% de significância, (^{ns}) não significativo

Fonte: Autoria própria (2023)

A tabela 11 mostra a equação do modelo de regressão e os coeficientes de correlação (R^2) de 0,9984 e ($R^2_{ajustado}$) de 0,9948, evidenciado a qualidade de ajuste do modelo.

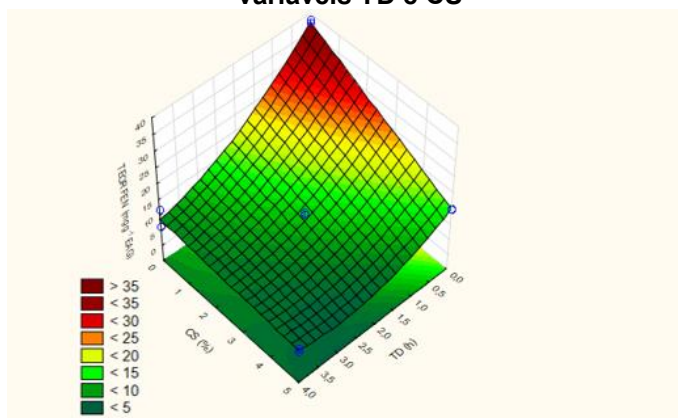
Tabela 11 – Equação do modelo de regressão, coeficiente de correlação (R^2), coeficiente de correlação ajustado ($R^2_{ajustado}$) para o Teor de fenólicos totais

Equação do modelo	R^2	$R^2_{ajustado}$
$Y = 12,3237 - 9,3612TD + 4,6375TD^2 - 6,4987CS + 0,9687EL + 5,0437TD \times CS$	0,9984	0,9948

Fonte: Autoria própria (2023)

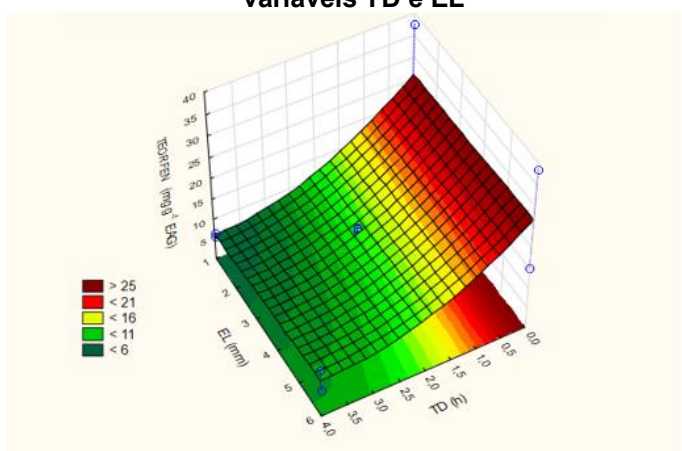
Os gráficos de superfície de resposta (Figuras 7, 8 e 9) apontam que há uma perda acentuada nesses compostos com tempo de defumação mais prolongados, isso pode ser explicado pela característica dos compostos fenólicos de ser sensíveis ao calor e se degradar durante o processamento térmico. Em relação à concentração de sal no cozimento, um aumento resultou em menores teores.

Figura 7 – Superfície de resposta para Teor de fenólicos totais (mg g^{-1} EAG) em função das variáveis TD e CS



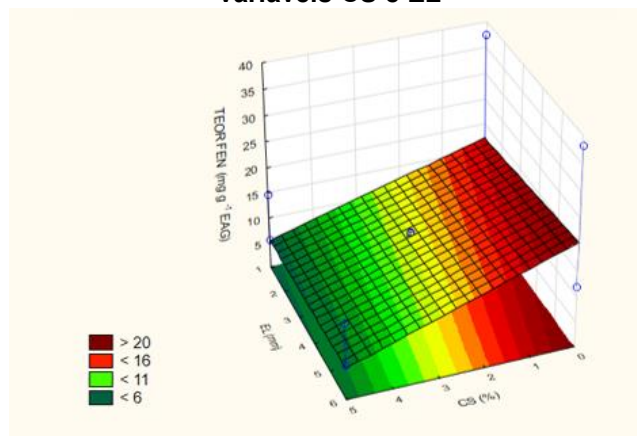
Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 8 – Superfície de resposta para Teor de fenólicos totais (mg g^{-1} EAG) em função das variáveis TD e EL



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 9 – Superfície de resposta para Teor de fenólicos totais (mg g^{-1} EAG) em função das variáveis CS e EL



Fonte: Autoria Própria (2023)

5.3 Umidade

Para as resposta de umidade (Tabela 12), apenas o fator TD teve efeito efeitos significativos a 5% de significância sobre a umidade dos produtos. Representados pelas médias de teor dos tratamentos dos tempos de defumação de (4h, 2h e 0h) de 39,94%, 49,57% e 57,99%, respectivamente. Mostrando que quanto maior o tempo de defumação, menor a umidade. Os resultados de teor de umidade dos protótipos de produto defumado de pinhão laminado estão descritos na Tabela 13.

Tabela 12 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para Umidade

Variáveis	SS	GL	QM	F	p
TD	2607,68	1	2607,68	50,31	0,0001*
CS	219,51	1	219,51	4,23	0,0566 ^{ns}
EL	20,49	1	20,49	0,39	0,5354 ^{ns}
TD x CS	90,48	1	90,48	1,75	0,1989 ^{ns}
TD x EL	16,71	1	16,71	0,32	0,5754 ^{ns}
CS x EL	19,71	1	19,71	0,38	0,5433 ^{ns}
TD x CS x EL	16,06	1	16,06	0,31	0,5829 ^{ns}
Erro	1243,99	24	51,83	-	-
SS total	4234,65	31	-	-	-

Soma dos quadrados (SS), grau de liberdade (GL), quadrado médio (QM), (*) significativo ao nível de 5% de significância, (^{ns}) não significativo

Fonte: Autoria própria (2023)

Tabela 13 – Teor de umidade dos protótipos

Fatores				
TD (h)	CS (%)	EL (mm)	Teor de Umidade (%)	Média (%)
0	0	1	62,29	
0	0	6	62,30	
0	5	1	53,66	57,99 A
0	5	6	53,72	
4	0	1	40,72	
4	0	6	41,01	
4	5	1	35,98	39,94 C
4	5	6	42,02	
2	2,5	3	49,57	49,57 B
		CV%	13,84	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância

Fonte: Autoria própria (2023)

5.4 Análise de cor

A partir da ANOVA (Tabela 14), mostra o efeito significativo ($p \leq 0,05$) da variável TD e a interação entre CS e EL para o parâmetro de cor, luminosidade (L^*). Para o parâmetro verde-vermelho (a^*), os fatores que obtiveram significância foram o TD e as interações entre (TD x CS) e (TD x EL). Já para o parâmetro azul-amarelo (b^*), apenas o fator de tempo de defumação foi significativo.

Tabela 14 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para análise de cor nos parâmetros de luminosidade (L^*), verde/vermelho (a^*) e azul/amarelo (b^*)

(continua)

Luminosidade L^*					
Variáveis	SS	GL	QM	F	p
TD	176,78	1	176,78	13,33	0,0009*
CS	26,49	1	26,49	1,99	0,1673 ^{ns}
EL	19,98	1	19,98	1,51	0,2287 ^{ns}
TD x CS	5,32	1	5,32	0,41	0,5310 ^{ns}

Soma dos quadrados (SS), grau de liberdade (GL), quadrado médio (QM), (*) significativo ao nível de 5% de significância, (^{ns}) não significativo

Tabela 14 – Tabela de análise de variância (ANOVA) para análise de cor nos parâmetros de luminosidade (L*), verde/vermelho (a*) e azul/amarelo (b*)

(continuação)

Luminosidade L*					
Variáveis	SS	GL	QM	F	p
TD x EL	12,96	1	12,96	0,97	0,3303 ^{ns}
CS x EL	218,79	1	218,79	16,49	0,0003*
TD x CS x EL	0,03	1	0,03	0,01	0,9646 ^{ns}
Erro	424,47	32	13,26	-	-
SS total	884,82	39	-	-	-
Verde-Vermelho a*					
Variáveis	SS	GL	QM	F	p
TD	29,05	1	29,05	29,07	0,0001*
CS	3,28	1	3,28	3,29	0,0790 ^{ns}
EL	2,89	1	2,89	2,91	0,0982 ^{ns}
TD x CS	4,99	1	4,99	4,99	0,0525*
TD x EL	4,56	1	4,56	4,56	0,0404*
CS x EL	0,59	1	0,59	0,59	0,4449 ^{ns}
TD x CS x EL	2,02	1	2,02	4,56	0,1656 ^{ns}
Erro	31,97	32	0,99	-	-
SS total	79,38	39	-	-	-
Azul-Amarelo b*					
Variáveis	SS	GL	QM	F	p
TD	38,95	1	38,95	6,33	0,0171*
CS	8,23	1	8,23	1,34	0,2558
EL	0,63	1	0,63	0,11	0,7515
TD x CS	17,31	1	17,31	2,81	0,1032
TD x EL	0,14	1	0,14	0,03	0,8809
CS x EL	5,48	1	5,48	0,89	0,3522
TD x CS x EL	3,04	1	3,04	0,51	0,4839
Erro	196,84	32	6,15	-	-
SS total	270,67	39	-	-	-

Soma dos quadrados (SS), grau de liberdade (GL), quadrado médio (QM), (*) significativo ao nível de 5% de probabilidade, (^{ns}) não significativo

Fonte: Autoria própria (2023)

Os resultados dos parâmetros de cor dos protótipos de produto defumado de pinhão estão descritos na Tabela 15.

Tabela 15 – Parâmetros de luminosidade (L*), verde/vermelho (a*) e azul/amarelo (b*) dos protótipos

Fatores					
TD (h)	CS (%)	EL (mm)	L*	a*	b*
0	0	1	42,25 Aab	-0,13 Baa	8,13 Baa
0	0	6	35,07 Aba	0,88 Baa	8,68 Baa
0	5	1	36,73 Abb	0,94 Bba	10,54 Aaa
0	5	6	38,81 Aaa	2,36 Baa	10,73 Aaa
4	0	1	37,68 Aaa	2,51 Aaa	10,98 Aaa
4	0	6	32,68 Aba	3,07 Aaa	12,42 Aaa
4	5	1	30,61 Bab	3,06 Aaa	11,87 Aaa
4	5	6	35,06 Aaa	2,24 Aaa	10,71 Aaa
2	2,5	3	35,29 ABaa	2,06 ABaa	9,53 Aaa
CV%			9,91	23,54	23,09

Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro dos níveis Fator tempo de defumação, minúscula dentro dos níveis do Fator concentração de sal, e minúsculo em itálico dentro dos níveis do Fator espessura de laminação não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância

Fonte: Autoria própria (2023)

O tratamento que apresentou menor luminosidade foi o defumado por 4h, cozido com 5% de sal e com espessura de laminação de 1 mm (Figura 10) com L* de 30,61, analisando o fator espessura, as amostras mais finas exibiram uma menor luminosidade diferindo estatisticamente a 5% de significância das mais espessas.

Figura 10 – Pinhões defumados por 4h, cozidos com 5% de sal e com espessura de laminação de 1 mm

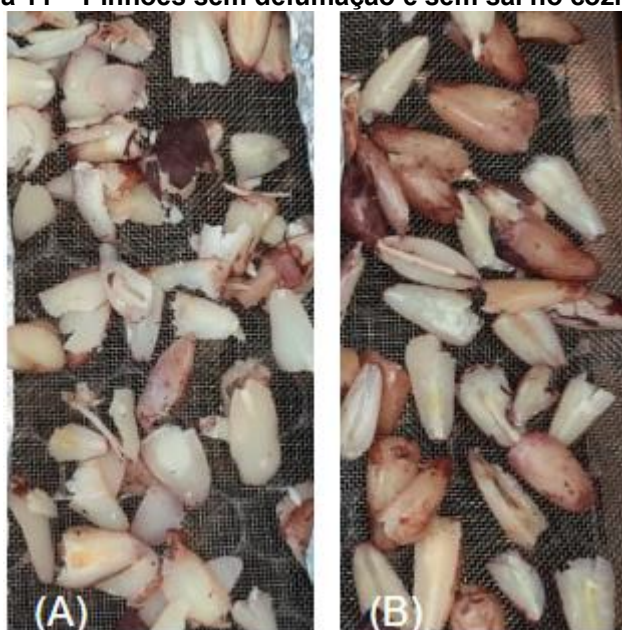


Fonte: Autoria Própria (2023)

Avaliando o parâmetro verde-vermelho a^* , é evidenciado que os pinhões sem a defumação apresentaram uma cor mais avermelhada. Já o fator CS diferiu apenas entre os tratamentos de espessura de 1 mm e sem defumação, em que a maior concentração de sal resultou um tom mais esverdeado.

Em relação ao parâmetro azul-amarelo b^* , os pinhões sem defumação e sem sal no cozimento de espessuras de 1mm e 6 mm (Figura 11) apresentaram cor mais amarelada que todos os outros.

Figura 11 – Pinhões sem defumação e sem sal no cozimento



Legenda: (A) Espessura de laminação de 1 mm; (B) Espessura de laminação de 6 mm

Fonte: Autoria Própria (2023)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da execução deste estudo, é possível concluir que a pesquisa contribuiu com informações relevantes para o desenvolvimento de um produto defumado a partir do pinhão. Com base nos aspectos físico-químicos pode trazer maior compreensão das propriedades dos protótipos do produto defumado de pinhão.

Com relação à textura, as amostras com maior tempo de defumação, a espessura mais fina do pinhão, combinada com maiores concentrações de sal obtiveram uma textura mais dura. Além disso, a força máxima de cisalhamento foi maior na defumação mais prolongada.

No que se refere aos compostos fenólicos, houve uma perda acentuada nos protótipos com tempos de defumação prolongados, atribuíveis à sensibilidade dos compostos fenólicos ao calor. Quanto à concentração de sal no cozimento, foi observado que protótipos com maior concentração continham menores teores de fenólicos totais.

Em relação à umidade, apenas o fator TD teve efeito sobre a umidade dos produtos, mostrando que quanto maior o tempo de defumação menor a umidade.

A análise de cor revelou que o tratamento de 4 horas de defumação, cozido com 5% de sal e espessura de laminação de 1 mm resultou na menor luminosidade. No parâmetro verde-vermelho (a^*), os pinhões não defumados exibiram cor mais avermelhada, enquanto a concentração de sal afetou a tonalidade, destacando-se um tom mais esverdeado com maior concentração sal no cozimento. Quanto ao azul-amarelo (b^*), as amostras sem defumação e sem sal e espessuras de 1 mm e 6 mm apresentaram cor mais amarelada que as demais.

Os resultados obtidos acerca dos impactos dos parâmetros de influência no processo podem contribuir para o avanço no desenvolvimento de produtos defumados derivados do pinhão. No entanto, é importante destacar que mais pesquisas são necessárias para avaliar outros aspectos sensoriais e de aceitação. Além disso, há a necessidade de explorar o potencial desses produtos no contexto da indústria alimentícia, a fim de garantir uma compreensão abrangente de sua viabilidade e aplicabilidade.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C. V. T.; MOTA, C. S.; MEGGUER, C. A.; IDE, G. M. Conservação pós-colheita de pinhões [sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] armazenados em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.346-351, 2007.
- ALMEIDA, F. A.; GOMES, G. F.; PAULA, V. R.; CORRÊA, J. E.; PAIVA, A. P.; GOMES, J. H. F. A weighted mean square error approach to the robust optimization of the surface roughness in an AISI 12L14 free-machining steel-turning process. **Journal of Mechanical Engineering**. v. 3, n.64, p.147-156, 2018.
- AMIN, F.R.; KHALID, H.; ZHANG, H.; RAHMAN, S.; ZHANG, R.; LIU, G.; CHEN, C. Pretreatment methods of lignocellulosic biomass for anaerobic digestion. **AMB Express**. v.7, n.72, 2017.
- ALIÑO, M.; GRAU, R.; FUENTES, A.; BARAT, J. M. Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. **Journal of Food Engineering**, v.99, n.2, p.198-205, 2010.
- ALMEIDA, A. C.; CAVALHEIRO, A.; PERONDI, M. A. Assalariamento na Terra Indígena Mangueirinha: estratégias Guarani e Kaingang. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 21, n. 3, p. 461-477, 2020.
- ARES, G.; REIS, F.; OLIVEIRA, D.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; GIMENEZ, A.; CHHEANG, S. L.; HUNTER, D. C.; KAMD, K.; ROIGARD, C. M.; PAISLEY, A. G.; BERESFORD, M. K.; JIN, D.; JAEGER, S. R. Recommendations for use of balanced presentation order of terms in CATA questions. **Food Quality and Preference**, v. 46, p. 137-141, 2015.
- BADIEI, M.; ASIM, N.; JAHIM, J. M.; SOPIAN, K. Comparison of chemical pretreatment methods for cellulosic biomass. **APCBEE Procedia**, v. 9, p. 170-174, 2014.
- BELLÉ, A. R. **Extractive of butia and pinion in region of the Campos de Cima da Serra (RS): a sociobiodiversity valorisation by settlements and traditional communities**. 2014. 156 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- BRASIL. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. IBGE, 2020.
- BRASIL. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira-PROBIO. Relatório de atividades PROBIO 2002-2004, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2004.
- BRASIL. Portaria nº 37, de 3 de abril de 1992. IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. 1992.
- BRASIL. Resolução nº 278, de 24 de maio de 2001. CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2001.

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Embrapa Informação Tecnológica, Colombo, PR : Embrapa Florestas, 2003.

CECEFS. **Health aspects of using smoke flavours as food ingredients. Health protection of consumers**. Council of Europe Committee of Experts on Flavouring Substances (CECEFS), 1992.

CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GEONOVESE, M. I.; COLLI, C.; GONÇALVES, A. S.; LAJOLO, F. M. Chemical composition and glycemic index of Brazilian pine Araucária angustifolia seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3412-3416, 2004.

COSTA, F. J. O. G. da; BARTOLOMEU, D. A. F. S.; LEIVAS, C. L.; ALBERTI, A.; GODOY, R. C. B. de; WASZCZYNSKYJ, N. Caracterização de sementes de pinhão (Araucaria angustifolia) de diferentes procedências, do Estado do Paraná. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2011, Curitiba. Pesquisa, inovação e sustentabilidade: anais. Curitiba: SBCTA, 2011.

CUNHA, I. P. **Caracterização das águas do cozimento do pinhão var. angustifolia e pinhão macaco var. indehiscens da araucaria angustifolia (bert.) [otto kuntze]**. 2019. 107 p. tese (doutorado) - universidade federal de santa catarina, centro de ciências agrárias, programa de pós-graduação em ciência dos alimentos, florianópolis, 2019.

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

DAUDT, R. M. **Aplicação dos componentes do pinhão no desenvolvimento de produtos inovadores nas indústrias cosmética e de alimentos**. 2016. 149p. Tese (doutorado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

DEBEAUFORT, F.; QUEZADA-GALLO, J. A.; VOILLEY, A. Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packaging's: A Review. **Critical Reviews in Food Science**, v.38, n.4, p.299-313, 1998.

DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, DC: American Public Health Association, 2001.

DUCHESE, I.; DANIEL, G. Wood ultrastructure of wood fibre surfaces as shown by a variety of microscopical methods - a review. **Nordic Pulp and Paper Research Journal**, v. 14, n. 2, p. 129–38, 1999.

EISFELD, R. L. **Pesquisa, legislação, plantio e manejo de Araucaria angustifolia (Bertol.) O. Kuntze: perspectivas e soluções**. 2020. 276 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

FELLOWS, P J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 4. ed. – Porto Alegre : Artmed, 2019. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582715260/>. Acesso em: 23 abr. 2022.

FIGUEIREDO-FILHO, A.; ORELLANA, E.; NASCIMENTO, F.; DIAS, A. N.; INOUE, M. T. Produção de sementes de *Araucaria angustifolia* em plantio e em floresta natural no centro-sul do Estado do Paraná. **Floresta**, v.41, n.1, p.155-162, 2011.

FORLIN, D.; BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M.; BASTOS, R. G.; KOPF, C. Viabilidade do processamento de pães com farinha de pinhão e iogurte. **Ambiência**, v. 5, n. 1, p.94-100, 2009.

GARCÍA, N. L.; RIBBA, L.; DUFRESNE, A.; ARANGUREN, M.; GOYANES, S. Effect of glycerol on the morphology of nanocomposites made from thermoplastic starch and starch nanocrystals. **Carbohydrate Polymers**, v. 84, n. 1, p. 203-210, 2011.

GIL, B. V.; MOURA, A. P. C.; SACHET, M. R.; RIBAS, M. F.; PERTILLE, R. H.; ROHR, A.; PEREIRA, E. A.; DANNER, M. A. Proximate composition and kinetics drying of sweet pine nuts compared to typical nuts of *Araucaria angustifolia*. **Ciência Rural**, v. 51, n.4, p. e20200399, 2021.

HORVAT, D.; ŠIMIĆ, G.; DREZNER, G.; LALIĆ, A.; LEDENČAN, T.; TUCAK, M.; PLAVŠIĆ, H.; ANDRIĆ, L.; ZDUNIĆ, Z. Phenolic Acid Profiles and Antioxidant Activity of Major Cereal Crops. **Antioxidants**, v. 9, n. 6, p. 527, 2020.

IKEDA, M.; CARVALHO, C. W. P.; HELM C.V. ; AZEREDO, H.M.C. ; GODOY, R.C.B. ; Ribani, R.H. 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.

JACKSON, M. G. Review article: the alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 105-130,1977.

KASCHUK, J. J.; LACERDA, T. M.; COMA, V.; FROLLINE, E. Enzymatic hydrolysis of mercerized and unmercerized sisal pulp. **Cellulose**, v. 24, n. 6, p. 2437–2453, 2017.

KOEHNLEIN, E.; CARVAJAL, A.; KOEHNLEIN, E.; COELHO MOREIRA, J.; INÁCIO, F.; CASTOLDI, R.; BRACHT, A.; PERALTA, R. Antioxidant Activities and Phenolic Compounds of Raw and Cooked Brazilian Pinhão (*Araucaria angustifolia*) Seeds. **African Journal of Food Science**, v.6 n.21, p. 512-518, 2012.

KOHMANN, L. M. **Atividade de água em alimentos**. SENAI-RS, 2013.

LIMA, A. R.; CAPOBIANCO, J. P. R. (Orgs.). **Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação**. Brasília: Instituto Sócio Ambiental, 1997.

LUCHESE, C. L.; FRICK, J. M.; PATZER, V. L.; SPADA, J. C.; TESSARO, I. C. Synthesis and characterization of biofilms using native and modified pinhão starch. **Food Hydrocolloids**, v. 45, p. 203-210, 2015.

MACÁRIO, D. G.; VILLANUEVA, R. E. **Núcleos Regionais Sul e Sudeste: A experiência do Projeto GATI em terras indígenas**. – Brasília, IEB, 2016.

- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Starch films: production, properties and potential of utilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p.137-156, 2010.
- MATTOS, J.R. **O pinheiro brasileiro**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2011. 700p.
- OLIVEIRA, F. C. **Estudos tecnológicos e de engenharia para armazenamento e processamento do pinhão**. 2008. 185p. Tese (doutorado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- ORTEGA, K. E. Z. **Aspectos Toxicológicos Durante el Alumado de Pescado**. 1994. 63 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) — Universidade de Sonora, Hermosillo, 1994.
- PÉREZ ELORTONDO, F. J.; ALBISU, M.; BARCINA, Y. Brining time and smoking influence on acceptability of Idiazabal cheese. **Journal of Food Quality**, v. 25, n. 1, p. 51-62, 2007.
- RASTOGI, N. K.; RAGHAVARAO, K. S. M. S. Mass transfer during osmotic dehydration determination of moisture and solute diffusion coefficients from concentration profiles. **Food and Bioproducts Processing**, v.82, n.1, p. 44-48, 2004.
- REIS N. N.; J. Y. TAIRA.; QUAST L. B. AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS NA OBTENÇÃO DE FARINHA DE PINHÃO. *In*: IX Jornada de iniciação científica e tecnológica da UFFS, 2019, Cerro Largo. **Anais da IX Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica**, 2019, v. 1 n. 9.
- RUHLMAN, M.; POLCYN, B. **Charcuterie: The Craft of Salting, Smoking, and Curing**. W. W. Norton & Company, London, 2013.
- SABADINI, E.; CARVALHO JUNIOR, B. C.; SOBRAL, P. J. A.; & HUBINGER, M. D. Mass transfer and diffusion coefficient determination in wet and dry salting of meat. **Drying Technology**, v.16, n.9, p. 2095-2115, 1998.
- SANTA CATARINA. Lei n. 15.457, de 17 de janeiro de 2011. Regulamenta a colheita do pinhão. 17 jan. 2011. Disponível em: <<http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2011/015457-011-0-2011-001.htm>>. Acesso em 21 abr. 2022
- SCHIMITZ, P. I. Povos indígenas associados à Floresta com Araucária. *In*: FONSECA, C. R. *et al.* (Ed.). Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável. Ribeirão Preto: Editora Holos, p.45-54, 2009.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent, *Methods in Enzymology*. **Academic Press**, v. 299, p. 152-178, 1999.
- SOUZA, M. O.; BRANCO, C. S.; SENE, J.; DALLAGNOL, R.; AGOSTINI, F.; MOURA, S.; SALVADOR, M. Antioxidant and Antigenotoxic Activities of the Brazilian Pine *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Antioxidants**, v.3, n.1, p.24-37, 2014.
- SPADA, J. C.; NOREÑA, C. P. Z.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C. Water adsorption isotherms of microcapsules with hydrolyzed pinhão (*Araucaria angustifolia*

seeds) starch as wall material. **Journal of Food Engineering**, v. 114, n. 1, p. 64-69, 2013.

THYS, R. C. S.; AIRES, A. G.; MARCZAK, L. D. F.; NORENA, C. P. Z. The effect of acid hydrolysis on the technological functional properties of pinhao (Araucaria brasiliensis) starch. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.33, p.89-94. 2013.

THYS, R. C. S.; CUNHA, M. Avaliação do Tratamento Térmico da Semente do Pinhão no Teor de Amido Resistente e de Compostos Fenólicos de sua Farinha. Anais. *In*: 5º Simpósio de Segurança Alimentar. Alimentação e Saúde. 2015, Bento Gonçalves. **Anais [...]**, 2015. p. 95-108.

ZORTÉA-GUIDOLIN, M. E. B.; CARVALHO, C. W. P.; GODOY, R. C. B.; DEMIATE, I. M.; SCHEER, A. P. Influence of Extrusion Cooking on In Vitro Digestibility, Physical and Sensory Properties of Brazilian Pine Seeds Flour (Araucaria Angustifolia). **Journal of food science**, v.82, n. 4, p. 977–984, 2017.

ZORTÉA-GUIDOLIN M. E. B.; CARAVLHO, C. W. P.; GODOY, R. C. B. **Potencial de uso do pinhão da araucária no desenvolvimento de produtos de conveniência por extrusão termoplástica**. Embrapa florestas, 2018.