

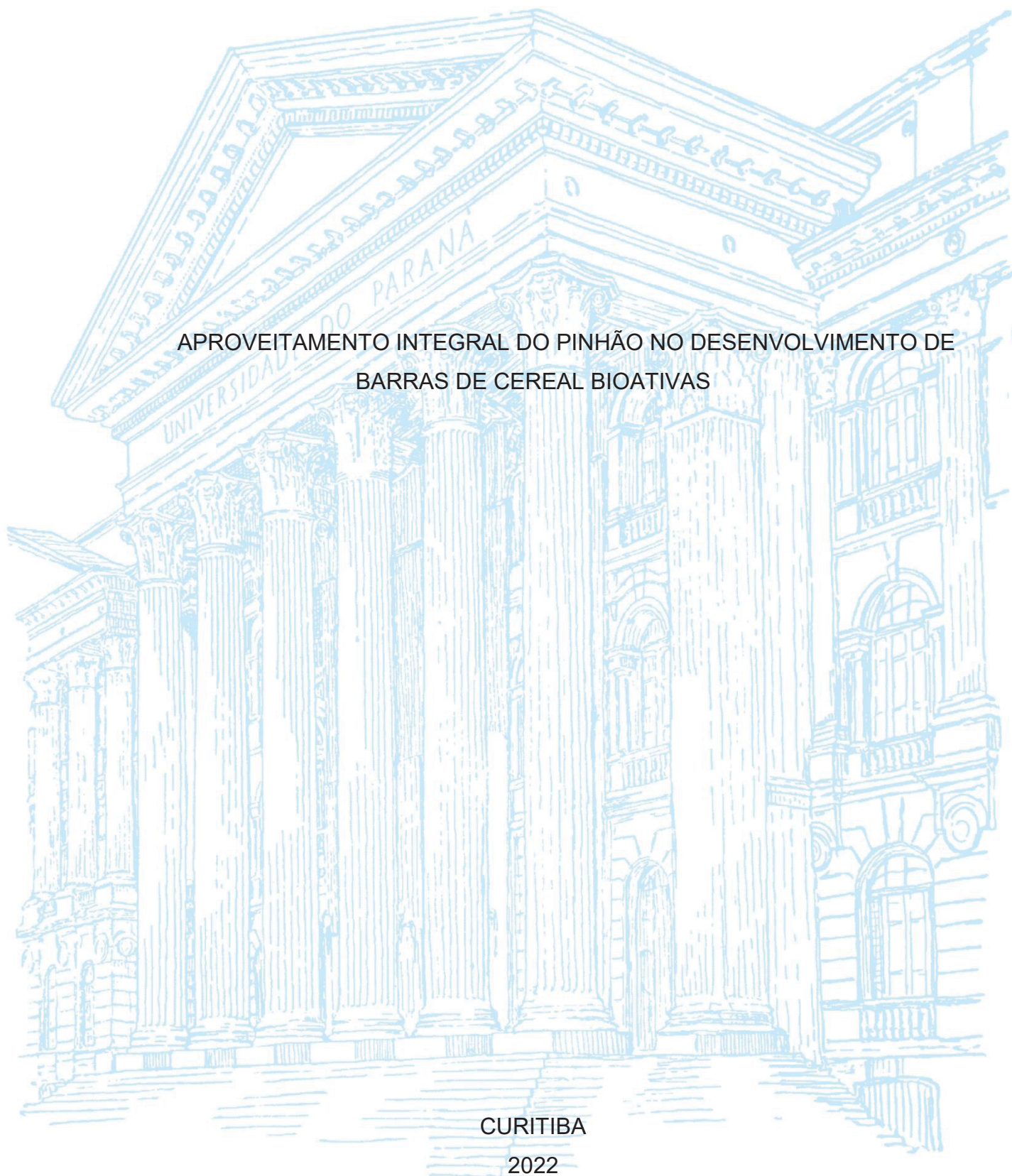
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAFAELA GRAZIELE CASTRILLON

APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PINHÃO NO DESENVOLVIMENTO DE
BARRAS DE CEREAL BIOATIVAS

CURITIBA

2022



RAFAELA GRAZIELE CASTRILLON

APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PINHÃO NO DESENVOLVIMENTO DE
BARRAS DE CEREAL BIOATIVAS

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Alvaro Luiz Mathias

Coorientadora: Profa. Dra. Cristiane Vieira Helm

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Castrillon, Rafaela Graziele.

Aproveitamento integral do pinhão no desenvolvimento de barras de cereal bioativas. / Rafaela Graziele Castrillon. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Alvaro Luiz Mathias.

Coorientadora: Profa. Dra. Cristiane Vieira Helm.

1. Alimentos funcionais. 2. Minerais na nutrição. 3. Pinhão. 4. Farinha de pinhão. I. Mathias, Alvaro Luiz. II. Helm, Cristiane Vieira. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. IV. Título.

Bibliotecário: Nilson Carlos Vieira Júnior CRB-9/1797



TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA DE ALIMENTOS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **RAFAELA GRAZIELE CASTRILLON** intitulada: **Aproveitamento integral do pinhão no desenvolvimento de barras de cereal bioativas.**, sob orientação do Prof. Dr. ALVARO LUIZ MATHIAS, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 20 de Outubro de 2022.

Assinatura Eletrônica

08/12/2022 12:45:18.0

ALVARO LUIZ MATHIAS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

09/12/2022 09:17:38.0

THAISA CARVALHO VOLPE BALBINOTI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO
SUL)

Assinatura Eletrônica

15/12/2022 23:05:13.0

FABIANE BACH

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO
DO SUL)

Assinatura Eletrônica

08/12/2022 12:55:29.0

FABIANE OLIVEIRA FARIAS

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

12/12/2022 10:28:10.0

DANNIELE MIRANDA BACILA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Aos meus pais, Douglas e Natanagilda, a meus irmãos, Douglas Jr. e Adriano pelo
apoio incondicional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por proporcionar cada novo amanhecer, por me guiar no caminho, dando-me força e proteção.

À Universidade Federal do Paraná (UFPR), e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos pela oportunidade concedida.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), unidade EMBRAPA FLORESTAS, pela oportunidade do desenvolvimento da pesquisa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alvaro Mathias que muito acrescentou em minha formação acadêmica nesses quatro anos de trabalho, quero expressar minha admiração pela sua competência profissional e acolhimento.

À minha Co-orientadora, Dra. Cristiane Helm pelo conhecimento partilhado, gratidão pela sua amizade, acolhimento e principalmente pela forma humana que conduziu minha orientação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos e ao Dr. Washington Magalhães, pesquisador da EMBRAPA FLORESTAS, por todo conhecimento partilhado.

Aos amigos do LIOPP, LABTECAL e EMBRAPA, Fernando Cendon, Barbara Destro, Andresa Sousa, Eduardo Henrique Oliveira, Danielle Malta, Caroline Marques, Paula Murad, Bianca Peron, Matheus Samponi e Dayane Andrade pela paciência, ensinamentos compartilhados, contribuição nos estudos, atividades em laboratório, pelos bons momentos de risadas e confraternização.

À minha mãe Natanagilda Castrillon, que esteve sempre ao meu lado me incentivando e apoiando.

À meu irmão Douglas Jr. por toda ajuda e apoio.

Aos meus primos, tios e avós, pelas orações e o constante incentivo na minha caminhada.

Aos amigos Valci Barbosa, Thaiany Gomes, Fabiane Santos, Thaynara Albanezi, Amanda Jota, Shinarley Azevedo, Fabio Lopes, Rafael Leandro e Wesley Thereza, que mesmo distante, sempre se fazem presente.

RESUMO

A semente da *Araucaria angustifolia* apresenta grande importância econômica para a agricultura familiar dos estados do Sul do Brasil. Sua amêndoa é amilácea e dispõe fibras alimentares, minerais e compostos bioativos, como moléculas com potencial antioxidante que migram da casca para a amêndoa durante a cocção. O pinhão cozido e seco pode ser um insumo apropriado para produção de farinhas especiais inovadoras, seja com uso da amêndoa, da semente inteira ou mesmo evitar o desperdício da casca. Assim, o presente estudo produziu essas farinhas funcionais e desenvolveu barras de cereal com compostos bioativos. Assim, as farinhas da amêndoa (FAP), da casca (FCP) e integral (FIP) de pinhão cozidos no vapor e secos foram elaboradas. As caracterizações nutricionais, minerais, biomoléculas funcionais, compostos antioxidantes e aplicação tecnológica foram realizadas. Barras de cereal foram elaboradas com substituição parcial ou não de aveia por 1%, 2,5% ou 5% das diversas farinhas funcionais. As barras foram caracterizadas similarmente às farinhas, bem como sua aceitação, intensão de compra e diferenciação por Perfil Flash. A FAP (5,00% de umidade) é predominantemente amilácea (67,00%). Têm 8,00% de amido resistente, 5,50% de proteína, 2,20% de lipídeos e 15,00% de fibras e gera 322,00 kcal/100g. É fonte de minerais (Fe, Cu, K e Mg) e tem alta capacidade antioxidante como DPPH. A FCP (8,11% de umidade) é majoritariamente fibras alimentares (84,83%) e gera 23,07 kcal/100 g de energia, sendo fonte de minerais (Fe, Mn, Cu, K e Ca) e de compostos fenólicos e contém grande atividade antioxidante estimada por ABTS+. A FIP (5,22% de umidade) tem características nutricionais intermediárias para os compostos orgânicos, é fonte de todos os minerais citados e disponibiliza 259,75 kcal/100 g. Essas farinhas contêm moléculas funcionais (por exemplo, ácido protocatecuico, D-pinitol e ononito) e são tecnologicamente adequadas para produção de barra de cereais, pois são parcialmente solúveis em água e podem incorporar componentes hidrofílicos e hidrofóbicos. A digestibilidade in vitro das farinhas revelou que pode disponibilizar compostos fenólicos, flavonoides e com atividade antioxidante no sistema gastrointestinal. As barras de cereal com FCP apresentaram teores de fibras totais um pouco superiores às demais, o que é compatível com sua composição lignocelulósica e, conseqüentemente, menor valor calórico. As barras de cereal aditivadas ou não são fontes de minerais (Mn, Fe, Cu e Zn), mas as aditivadas aumentam o teor de compostos fenólicos (41,3% a 152,2%). A aceitação organoléptica é estatisticamente igual para todas as barras de cereal com ou sem farinha funcional, a qual revelou uma intenção de compra de sucesso na sua disponibilização no mercado. Por último, foi possível separar os quatro tipos de barras de cereal com adição de farinhas funcionais de pinhão (FAP, FCP ou FIP) ou não aplicando o Perfil Flash com relação ao sabor e aroma doce, cores clara e escura, úmido, pegajoso, frutado, suave e compacto. Isto sugere que cada tipo de barra é um produto com características próprias específicas, embora tênue.

Palavras-chave: Pinhão, farinha de pinhão, minerais, bioativos, alimentos funcionais.

ABSTRACT

The *Araucaria angustifolia* seed has great economic importance for family farming in the southern states of Brazil. Its almond is starchy and has dietary fiber, minerals and bioactive compounds, such as molecules with antioxidant potential that migrate from the shell to the almond during cooking. Cooked and dried pine nuts can be an appropriate input for the production of innovative special flours, whether using almonds, whole seeds or even avoiding wasting the shell. Thus, the present study produced functional flours and developed cereal bars with bioactive compounds. Steamed and dried pine nut flour (FAP), husk (FCP) and whole (FIP) flours were prepared. Nutritional, mineral, functional biomolecules, antioxidant compounds and technological application characterizations were carried out. Cereal bars were prepared with partial or no replacement of oats by 1%, 2.5% or 5% of the functional flours prepared beforehand. Bars were characterized similarly to flours, as well as their acceptance, purchase intention and differentiation by Flash Profile. The FAP (5.00% moisture) is predominantly starchy (67.00%). FAP has 8.00% resistant starch, 5.50% protein, 2.20% lipids and 15.00% fiber and generate 322.00 kcal/100g. It is a source of minerals (Fe, Cu, K and Mg) and has a high antioxidant capacity measured with DPPH. FCP (8.11% moisture) is mostly composed by dietary fiber (84.83%) and generates 23.07 kcal/100 g of energy, being a source of minerals (Fe, Mn, Cu, K and Ca) and phenolic compounds, and contains high antioxidant activity estimated by ABTS+. FIP (5.22% moisture) has intermediate nutritional characteristics for organic compounds, is a source of all the minerals mentioned and provides 259.75 kcal/100 g. These flours contain functional molecules (eg protocatechuic acid, D-pinitol and ononite) and are technologically suitable for cereal bar production as they are partially soluble in water and can incorporate hydrophilic and hydrophobic components. The in vitro digestibility of flours revealed that it can provide phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity in the gastrointestinal system also. Cereal bars with FCP had total fiber contents slightly higher than the others, which is compatible with their lignocellulosic composition and, consequently, lower caloric value. Cereal bars with or without additives are sources of minerals (Mn, Fe, Cu and Zn), but those with additives increase the content of phenolic compounds (41.3% to 152.2%). The organoleptic acceptance is statistically the same for all cereal bars with or without functional flour, which revealed a successful purchase intention in making them available on the market. Finally, it was possible to separate the four types of cereal bars with the addition of functional pine nut flours (FAP, FCP or FIP) or not by applying the Flash Profile with regard to flavor and sweet aroma, light and dark colors, moist, sticky, fruity, smooth and compact. This suggests that each type of bar is a product with its own specific, although tenuous, characteristics.

Keywords: Pine nuts, pine nuts flour, minerals, bioactives, functional foods.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – OCORRÊNCIA NATURAL DE <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i>	16
FIGURA 2 – (A) PINHAS DE DIFERENTES TAMANHOS; (B) ESTRUTURAS DE UMA PINHA (PINHÕES CHEIOS, CHOCHOS E FALHAS).....	17
FIGURA 3 – ESTRUTURA DA SEMENTE DE PINHÃO	18
FIGURA 4 – FLUXOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	34
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS FARINHAS.....	36
FIGURA 6 – FLUXOGRAMA DA FABRICAÇÃO DA BARRA DE CEREAL.....	41
FIGURA 7 – DISPOSIÇÃO DAS AMOSTRAS DE BARRA DE CEREAL PARA A ANÁLISE SENSORIAL.....	42
FIGURA 8 – DIGESTIBILIDADE IN VITRO DE COMPOSTOS BIOATIVOS.....	54
FIGURA 9 - PRODUÇÃO DA BARRA DE CEREAL – A: INGREDIENTES; B: CALDA BASE; C: CALDA BASE PONTO DE FERVURA; D: MASSA DA BARRA DE CEREAL.....	56
FIGURA 10 - DISCO DA MASSA USADA PARA PRODUÇÃO DE BARRA DE CEREAL.....	57
FIGURA 11 - INTENÇÃO DE COMPRA DAS AMOSTRAS DE BARRAS DE CEREAL.....	65
FIGURA 12 - BIPLLOT MOSTRA OS RESULTADOS DO GPA DO PERFIL FLASH E O CONSENSO PARA AS AMOSTRAS DE BARRA DE CEREAL COM FARINHAS DE PINHÃO.....	66
FIGURA 13 - GPA DA TERMINOLOGIA COMPILADA E SUA RELAÇÃO COM AS BARRAS DE CEREAL.....	67

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – APLICABILIDADE DA CASCA E SEMENTE DE PINHÃO	18
TABELA 2 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL EM BASE SECA RELATADAS PARA PINHÃO CRU E COZIDO.....	19
TABELA 3 - COMPOSIÇÃO MINERAL DO PINHÃO CRU, COZIDO E COZIDO SEM CASCA OBTIDO POR CORDENUNSI ET AL., (2004) E SCHVEITZER ET AL., (2014)	20
TABELA 4 - CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE AMIDO RESISTENTE, FONTES DE ALIMENTOS E FATORES QUE AFETAM SUA RESISTÊNCIA À DIGESTÃO NO CÓLON (ADAPTADO DE NUGENT, 2005)	24
TABELA 5 - COMPOSIÇÃO E PROPORÇÃO UTILIZADA NA PRODUÇÃO DA BARRA DE CEREAL COM FARINHA DA AMÊNDOA, FARINHA DA CASCA E FARINHA INTEGRAL DE PINHÃO.....	42
TABELA 6 - ANÁLISE CENTESIMAL DAS FARINHAS DE AMÊNDOA, CASCA E INTEGRAL DE PINHÃO.....	46
TABELA 7 - CARACTERIZAÇÃO DE MINERAIS E SUAS RECOMENDAÇÕES DIÁRIAS.....	48
TABELA 8 - TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FARINHAS DE PINHÃO.....	49
TABELA 9 - CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO E CAPACIDADE DE SOLUBILIZAÇÃO EM ÁGUA DAS FARINHAS DE PINHÃO.....	50
TABELA 10 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS BARRAS DE CEREAL COM FARINHA DE PINHÃO.....	53
TABELA 11 - CARACTERIZAÇÃO DE MINERAIS DAS BARRAS DE CEREAL COM FARINHA DE PINHÃO.....	55
TABELA 12 - TEOR DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS BARRAS DE CEREAL.....	56
TABELA 13 - MÉDIA NOTAS OBTIDAS PELA APLICAÇÃO DE ESCALA HEDÔNICA DE PONTOS.....	57
TABELA 14 - ATRIBUTOS MAIS BEM CORRELACIONADOS COM AS DIMENSÕES 1 E 2 POR AVALIADOR NO PERFIL FLASH. $ R >0,60$	62

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AMG	- Amiloglucosidase
ANOVA	- Análise de Variância
BAG	- Banco Ativo de Germoplasma
CG	- Cromatografia Gasosa
DRI	- Ingestão Diária Recomendada
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GAE	- Ácido gálico equivalente
GPA	- Análise Procrustes Generalizada
FAP	- Farinha da Amêndoa do Pinhão
FCP	- Farinha da Casca do Pinhão
FIP	- Farinha Integral de Pinhão
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LIOPP	- Laboratório de Inovação e Otimização de Produtos e Processos
pH	- Potencial hidrogeniônico
r	- Coeficiente de correlação linear
RDC	- Resolução da Diretoria Colegiada
rpm	- Rotação por minuto
RS	- Amido resistente
TS	- Amido Total
TCLE	- Termo de Consentimento Livre Esclarecido

LISTA DE SÍMBOLOS

© - copyright

@ - arroba

® - marca registrada

Σ - somatório de números

Π - produtório de números

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	14
Objetivo geral	14
Objetivos específicos	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 <i>ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA</i>	16
2.2 PINHÃO.....	17
Composição química da semente de pinhão.....	19
Composição química da casca de pinhão	21
2.3 AMIDO.....	22
Amido resistente.....	24
Amido de pinhão	26
2.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	27
Análise descritiva	27
Teste afetivo.....	29
2.5 TENDÊNCIA DO SETOR ALIMENTÍCIO	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 MATERIAL	35
3.2 ELABORAÇÃO DAS FARINHAS	35
3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO – QUÍMICA DAS FARINHAS DA AMÊNDOA, CASCA E INTEGRAL DE PINHÃO	36
3.3.1 Caracterização das farinhas.....	36
3.3.2 Determinação do amido total (TS).....	36
3.3.3 Determinação do amido resistente (RT).....	37
3.3.4 Caracterização de compostos fenólicos totais	37
3.3.5 Determinação da capacidade de sequestro do radical DPPH• (2,2 difenil-1- piracyl-hidrazil)	38
3.3.6 Determinação da capacidade antioxidante de sequestro de radicais ABTS•+ (2,2'-azino-bis(ácido-3-etibenzoilazoline-6-sulfônico).....	38
3.3.7 Determinação do teor de flavonoides totais (FT).....	38
3.3.8 Determinação da capacidade antioxidante de redução do ferro (FRAP)	39

3.4 ANÁLISE DE CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADO A ESPECTROMETRIA DE MASSA (GC-MS) PARA DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS DAS FARINHAS DE PINHÃO	39
3.5 DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i> DAS FARINHAS DE PINHÃO	40
3.6 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO AMIDO DE PINHÃO	40
3.6.1 Capacidade de absorção (CAA) e solubilização em água (CSA).....	40
3.6.2 Capacidade de absorção de óleo.....	41
3.6 ELABORAÇÃO DAS BARRAS DE CEREAL	41
3.8 ANÁLISE SENSORIAL.....	42
3.8.1 Análises microbiológicas	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FARINHAS DA AMÊNDOA, CASCA E INTEGRAL DE PINHÃO	45
4.2 BIOMOLÉCULAS NAS FARINHAS DA AMÊNDOA, CASCA E INTEGRAL DE PINHÃO.....	49
4.2.1 Biomoléculas hidrofílicas nas farinhas da amêndoa, casca e integral de pinhão .	49
.....	49
4.2.2 Biomoléculas lipofílicas nas farinhas da amêndoa, casca e integral de pinhão	51
4.3 DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i> DAS FARINHAS DA AMÊNDOA, CASCA E INTEGRAL DE PINHÃO.....	53
4.4 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO AMIDO DE PINHÃO.....	55
4.4.1 CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO E CAPACIDADE DE SOLUBILIZAÇÃO EM ÁGUA DAS FARINHAS FUNCIONAIS	55
4.5 PRODUÇÃO DA BARRA DE CEREAL	56
4.5.1 Caracterização centesimal das barras de cereal.....	58
4.6 ANÁLISE SENSORIAL DAS BARRAS DE CEREAL	63
4.6.1 Aceitação quanto a cor/aparência, odor e sabor/textura e intenção de compra	
63	
4.6.2 Perfil Flash	65
5 CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS.....	71
ANEXO 1 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	86
ANEXO 2 – AMIDO.....	92
ANEXO 3 – CROMATOGRAFIA GASOSA.....	94

ANEXO 4 – DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i>	98
ANEXO 5 – ANÁLISE SENSORIAL	99
ANEXO 6 – TCLE	104

1 INTRODUÇÃO

Esse estudo avalia o potencial do uso integral da semente do pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*) para desenvolvimento de barras de cereal para promoção da saúde humana. A *A. angustifolia* pertence à Floresta Ombrófila Mista, a qual ocorre exclusivamente no Planalto Meridional Brasileiro e em algumas áreas isoladas nas partes elevadas da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira, e é caracterizada pela dispersão natural do pinheiro-brasileiro (LEITE; KLEIN, 1990). A *A. angustifolia* tem importância econômica para o Sul do Brasil, sendo conhecida popularmente como Pinheiro do Paraná. A utilização comercial deste pinheiro teve grande destaque para a obtenção de madeira serrada e como matéria-prima da indústria de celulose e papel. Essa demanda exaustiva provocou a inclusão da espécie na lista de espécies brasileiras ameaçadas de extinção (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2011). O corte da *A. angustifolia* é restringido por instrumentos legais e o uso da semente tem sido estimulado e popularizado (MEDINA-MACEDO *et al.*, 2016). Logo, a mitigação de sua floresta pode ter maior sucesso por uma mudança de paradigma de uso deste pinheiro baseada em uso socioambiental associado ao meio ambiental, como é a produção e a valorização de sua semente de modo integral na forma de farinhas.

As amêndoas das sementes cozidas da *A. angustifolia* são comumente consumidas e as cascas removidas são um resíduo sem valor agregado. No entanto, tem sido relatada uma quantidade significativa de compostos fenólicos, que possuem capacidade antioxidante, na casca (SANTOS *et al.*, 2018) e que, potencialmente, pode ser uma fonte desta classe de promotores de saúde humana. Assim, nutricionalmente, as amêndoas de pinhão são um alimento energético devido ao seu alto teor de amido. Possuem baixos teores de lipídios e açúcares, alto teor de fibras alimentares e amido resistente, contém magnésio e cobre. O pinhão não contém glúten, o que possibilita a elaboração de produtos alimentícios para consumo que atenda pessoas portadoras da doença celíaca (CORDENUNSI *et al.*, 2004; CONFORTI; LUPANO, 2008). Outro aspecto relevante é que a semente é sazonal, disponível no período de abril a setembro (ANSELMINI; ZANETTE, 2008), mas que precisa ter sua disposição aumentada para suprir sua demanda de modo perene, como é o caso de seu uso na forma de farinhas. Neste contexto, o uso da farinha de amêndoa com adição parcial ou total da farinha da casca devidamente poderia compor um alimento para fins

especiais. Aditivamente, há uma demanda mundial por alimentos nutritivos e seguros e a ingestão de alimentos balanceados para evitar e até mesmo, mitigar problemas de saúde, como: obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outros que têm origem, em grande parte, nos erros alimentares (IZZO; NINESS, 2001). Com esse intuito, o objetivo deste trabalho foi produzir barras de cereal contendo farinha da amêndoa, farinha da casca e farinha integral de pinhão (casca + amêndoa). Destacando que as barras de alimentos são lanches rápidos com boas características sensoriais e nutricionais, devido ao seu alto teor de carboidratos, proteínas e minerais. O aumento da demanda dos consumidores por lanches nutritivos levou os fabricantes de alimentos a desenvolver barras alimentares que forneçam nutrição e praticidade (GODAGE *et al.*, 2019). A estimativa foi de que até o fim de 2020 a venda de barras alimentícias excedesse US\$ 630 bilhões no mundo todo (MATTESS, 2018), ou seja, o produto proposto tem grandes chances de sustentabilidade econômica.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi produzir e caracterizar as farinhas de pinhão integral, da amêndoa e da casca e adicioná-las em diferentes quantidades em barras de cereal com uma porção adequada de ingrediente bioativo. Para tal, a composição nutricional, potencial antioxidante, conteúdo de compostos fenólicos e aceitação sensorial dos novos produtos obtidos foram realizados.

1.1 JUSTIFICATIVA

A *A. angustifolia* é uma espécie nativa do Brasil dominante de um habitat raro da Mata Atlântica e sua semente, o pinhão, apresenta uma grande importância econômica para as populações locais (GUERRA *et al.*, 2000). O pinhão é um produto sazonal disponível entre abril e agosto consumido nas festas regionais do Sul do Brasil (CLADERA-OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A produção de pinhão totalizou 10.605 toneladas em 2020 e desse montante, 2.055 toneladas são casca. A maior parte desta produção é proveniente da região sul do Brasil, liderado pelo estado do Paraná com produção de 3.671 toneladas, seguido de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com 2.537 e 846 toneladas, respectivamente (IBGE, 2021).

Nutricionalmente, as amêndoas de pinhão são um alimento energético, atribuído ao seu alto teor de amido. Possuem baixos teores de lipídios e açúcares, alto teor de fibra alimentar e amido resistente, contém magnésio e cobre e, por serem

alimentos sem glúten, são adequados para consumo de pessoas portadoras de doença celíaca (CORDENUNSI *et al.*, 2004; CONFORTI; LUPANO, 2008).

Os snacks são frequentemente apontados como vilões da boa alimentação e as projeções do próprio setor reforçam essa perspectiva no médio prazo. Estima-se que o nicho de lanches considerados mais saudáveis (nozes, castanhas e mixes; e barrinhas de cereais) aumente seu faturamento em mais de 60% nos próximos quatro anos, ao passo que os biscoitos doces devem perder 3% de *market share* no mesmo período. Embora a porcentagem pareça pequena, esses números correspondem a nada menos que R\$ 780 milhões anuais em faturamento em 2023 (DELOITTE, 2019).

Por esses relatos positivos do pinhão, faz-se necessário o desenvolvimento e melhoramento de técnicas, para ampliar a produção e consumo de produtos alimentícios a base de pinhão, proporcionando uma fonte alternativa de alimento funcional com agregação de valor a essa semente.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo geral

Valorizar o uso integral do pinhão cozido, caracterizar as farinhas integral, da amêndoa e da casca de pinhão e adiciona-las em diferentes quantidades na fabricação de barras de cereal a fim de aumentar o teor de fibras, compostos bioativos e minerais.

Objetivos específicos

1. Produzir farinhas funcionais desenvolvidas com a semente inteira de pinhão (FIP), de sua amêndoa (FAP) e de sua casca (FCP) de modo simplificado e analisar sua composição centesimal, seu teor de minerais e sua capacidade antioxidante;
2. Determinar o perfil de metabólitos secundários por cromatografia gasosa (CG-MS) da farinha da amêndoa, da farinha da casca e da farinha integral de pinhão;
3. Analisar a digestibilidade *in vitro* da farinha da amêndoa, da farinha da casca e da farinha integral de pinhão;

4. Avaliar a capacidade de retenção de água e óleo, e solubilização em água da farinha da amêndoa, da farinha da casca e da farinha integral de pinhão;
5. Elaborar barras de cereal funcionais para o enriquecimento com compostos bioativos de pinhão cozido com uso da farinha da amêndoa ou da farinha da casca de pinhão, ou ambas;
6. Caracterizar as barras de cereal por análise centesimal e pela presença de compostos bioativos;
7. Investigar aceitação e intenção de compra por meio de análise sensorial e diferenciação por Perfil Flash das barras de cereal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA

A *Araucaria angustifolia*, pertencente à família Araucariaceae, é uma das mais relevantes espécies arbóreas da flora brasileira, conhecida como pinheiro brasileiro ou do Paraná, é a conífera de maior importância econômica dentre as espécies nativas do Brasil (ZANDEVALLI *et al.*, 2004).

A ocorrência original das florestas de *Araucária* (Figura 1), era aproximadamente 185.000 km² e faziam parte do Bioma Mata Atlântica (MACHADO; SIQUEIRA, 1980). A maior parte estava concentrada na região Sul: 73.780 km² no Paraná (40% da superfície original), 56.693 km² em Santa Catarina (31%) e 46.483 km² no Rio Grande do Sul (25%). Ao norte do Estado do Paraná, as populações estendiam-se, de forma esparsa e irregular, pelo Estado de São Paulo (MARTIUS, 1996) onde perfazia 5.340 km² (3%), internando-se até o sul de Minas Gerais e chegando até as proximidades do Rio Doce e ao Estado do Rio de Janeiro (1%) (AZEVEDO, 1962; MARTIUS, 1996; MOURA, 1975), sempre em terras de altitude elevada. Hoje, as florestas naturais e plantações, estão distribuídas principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A semente de *A. angustifolia*, chamado pinhão, é um produto sazonal, produzido no período de abril a setembro (ANSELMINI; ZANETTE, 2008).

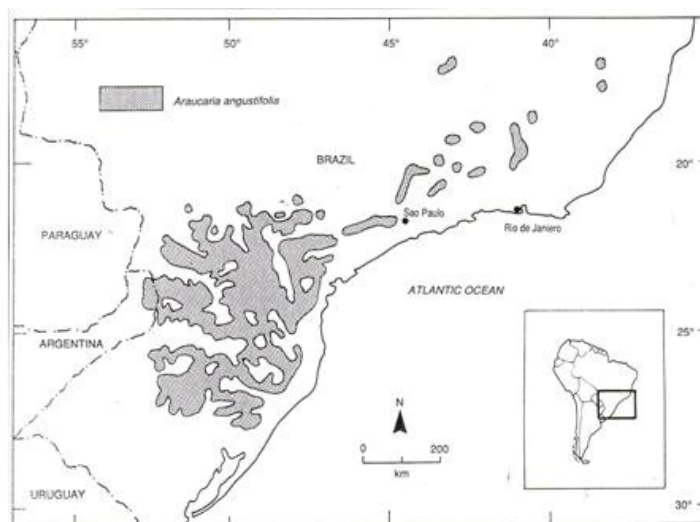


Figura 1 - Ocorrência natural de *Araucaria angustifolia*.
Fonte: EMBRAPA (2014), por HUECK, 1972; FÄHSER, 1981.

A *Araucaria angustifolia* é uma árvore com altura entre 30 e 50 m, com a copa em formato de cálice, tronco reto com aproximadamente 50 cm de diâmetro. Seu melhor desenvolvimento é a partir dos 30 anos de idade e o tempo de vida é entre 200 e 300 anos (BRDE, 2005).

É uma espécie dioica, com as estruturas reprodutivas organizadas em estróbilos masculinos e femininos (pinhas) (CARVALHO, 2002). A polinização é realizada por meio do vento e ocorre entre os meses de agosto e dezembro. A árvore feminina é capaz de produzir em média de 80 pinhas por ano, sendo que cada pinha pesa entre 0,61 kg e 4,1 kg e fornece aproximadamente 90 pinhões (BRDE, 2005).

2.2 PINHÃO

A semente da *A. angustifolia* é encontrada no interior do estróbilo feminino maduro da árvore, que resulta na formação da pinha. A pinha apresenta três tipos de estruturas: o pinhão cheio (que foi fecundado), o pinhão chocho (que não foi fecundado) e as escamas de preenchimento (falhas) (ZANETTE *et al.*, 2017) (Figura 2).

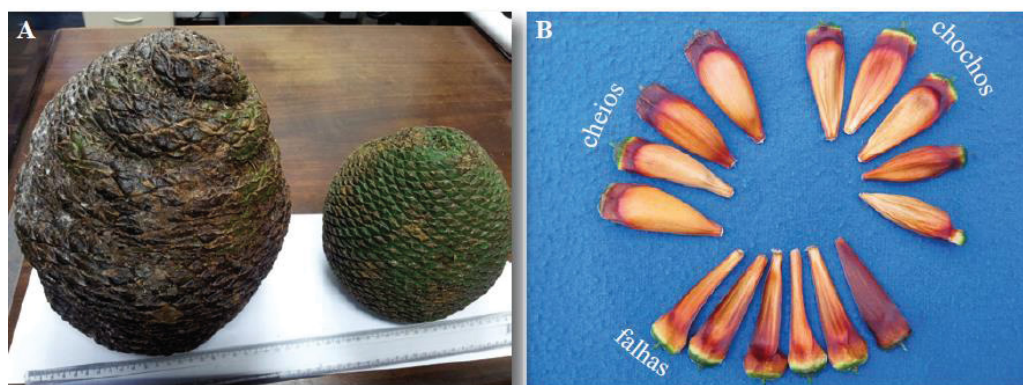


Figura 2 – (A) Pinhas de diferentes tamanhos; (B) estruturas de uma pinha (pinhões cheios, chochos e falhas).

Fonte: ZANETTE *et al.*, 2017.

O pinhão é constituído por um envoltório ou casca (tegumento), amêndoa (endosperma) e embrião (BRASIL, 2009) (Figura 3). A semente do pinhão varia entre 7 e 9 g e a casca corresponde em média a 22% da massa dessa estrutura (LIMA *et al.*, 2007). Nutricionalmente, a semente apresenta significativo valor nutricional por

conter cerca de 36% de amido, 3% de proteína, 1% de lipídio além de cálcio, ferro e compostos fenólicos (CORDENUNSI *et al.*, 2004).

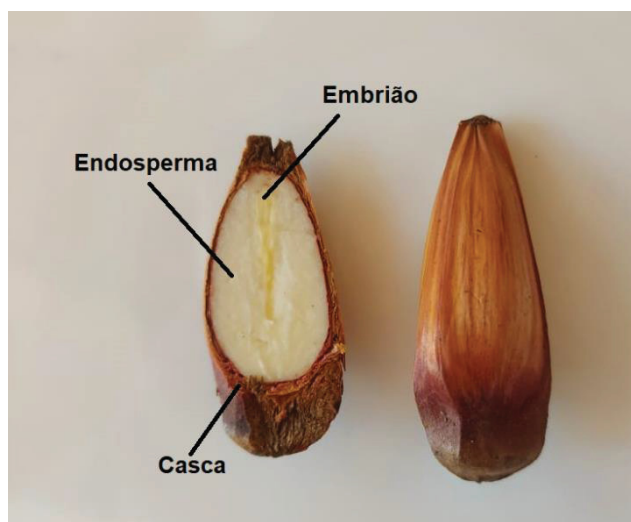


Figura 3 – Estrutura da semente de pinhão
Fonte: a autora

Quanto ao amido, principal componente da composição centesimal do pinhão (CORDENUNSI *et al.*, 2004), em seu estado original geralmente não atende às demandas da indústria, como baixa retrogradação e alta estabilidade térmica, por isso é necessário técnicas para melhorar suas propriedades potenciais (CÓRDOBA *et al.*, 2016). Wosiacki e Cereda (1984) caracterizaram o amido de pinhão e sugeriram a sua utilização como aditivo em alimentos com baixa acidez. Cordenunsi *et al.*, (2004) constataram que o alto valor de amilose encontrado no amido de pinhão, pode contribuir para a formação de amido resistente após o resfriamento das sementes cozidas.

Alguns estudos realizados para avaliar a utilização do amido de pinhão, constataram que as sementes de pinhão cozidas apresentaram maiores quantidades de polifenol do que as sementes cruas, possivelmente devido à migração dos compostos da casca durante o processo térmico de cozimento da amêndoa (CORDENUNSI *et al.*, 2004). Isso também é observado pelo sabor adstringente e pela cor marrom da água e na superfície das amêndoas (PERALTA *et al.*, 2016).

Embora a casca seja a porção menos explorada, alguns autores tem estudado o extrato da casca de pinhão como potencial antioxidante devido ao seu conteúdo de compostos fenólicos. O principal grupo de compostos fenólicos presentes no revestimento do pinhão são os taninos condensados e hidrolisáveis de alta massa

molecular, compostos estes que possuem maior atividade antioxidante que os compostos fenólicos simples (KOEHNLEIN *et al.*, 2012). Isto faz com que várias aplicações sejam propostas (Tabela 1).

Tabela 1 – Aplicabilidade da casca e semente de pinhão

Referência	Revista	Material	Aplicação
Conforti e Lupano (2008)	Starch-Starke	Amêndoa de pinhão	Farinha
Daudt <i>et al.</i> , (2014)	Industrial Crops and Products	Amêndoa de pinhão	Excipiente farmacêutico
Jorge <i>et al.</i> , (2017)	Journal Institute of Brewing & Distilling	Amêndoa de pinhão	Cerveja
Zortéa-Guidolin <i>et al.</i> , (2017)	Journal of Food Science	Amêndoa de pinhão	Extrusado
Daudt <i>et al.</i> , (2017)	Food Hydrocolloids	Amêndoa e casca de pinhão	Filmes
Ikeda <i>et al.</i> , (2018)	Ciência Rural	Amêndoa de pinhão	Bolo
Polet <i>et al.</i> , (2019)	Journal of Culinary science & Technology	Amêndoa de pinhão	Pão
Trojaike <i>et al.</i> , (2019)	Food and Bioprocess Technology	Casca de pinhão	Bactericida
Timm <i>et al.</i> , (2020)	Journal of Food Processing and Preservation	Casca de pinhão	Barra de cereais
Engel <i>et al.</i> , (2020)	Journal of Polymers and the Environment	Casca de pinhão	Biocompósito
De Lima <i>et al.</i> , (2020)	Food & Function	Casca de pinhão	Nanossuspensão
Fonseca <i>et al.</i> , (2020)	Food Biophysics	Casca de pinhão	Encapsulação do extrato

Composição química da semente de pinhão

Uma comparação da composição centesimal realizada por Cordenunsi *et al.*, (2004), entre o pinhão cru e cozido, mostraram não haver diferenças significativas entre as amostras quanto à umidade, o que seria esperado um teor maior em pinhão cozido devido à quantidade de amido e à capacidade de absorção de água (WOSIACKI; CEREDA, 1984). O mesmo ocorreu para o amido total, proteína, lipídios e fibras solúveis (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição centesimal relatadas para pinhão cru e cozido por Cordenunsi *et al.*, (2004)

Análise*	Pinhão cru (g/100 g)	Pinhão cozido (g/100 g)
Umidade	49,50 ± 0,02	50,35 ± 0,71
Amido	36,28 ± 0,11	34,48 ± 0,72
Proteína	3,57 ± 0,05	3,31 ± 0,05
Açúcares solúveis totais	2,43	0,64
Lipídios	1,26 ± 0,07	1,26 ± 0,09
Cinzas	1,60 ± 0,01	1,41 ± 0,02
Fibra insolúvel	4,26 ± 0,20	5,17 ± 0,25
Fibra solúvel	0,63 ± 0,13	0,55 ± 0,18

*% em base úmida

Fonte: Cordenunsi *et al.*, (2004)

A fibra alimentar insolúvel é maior em sementes cozidas, o que pode estar relacionado às quantidades não desprezíveis de amido resistente. O alto teor de amilose no amido de pinhão pode contribuir para a formação de amido resistente após o resfriamento das sementes cozidas (CORDENUNSI *et al.*, 2004).

Com relação aos ácidos graxos, foi mensurado um total de treze componentes. Dentre eles, ácidos graxos saturados totais, ácidos graxos monoinsaturados totais, ácidos graxos poli-insaturados totais, ácidos graxos totais da série ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6). Sendo os principais ácidos graxos o ácido linoléico (18: 2n-6), ácido oleico (18: 1n-9) e ácido palmítico (16: 0) (DA SILVA *et al.*, 2016).

Cordenunsi *et al.*, (2004) relatou os componentes responsáveis pela composição mineral, sendo que encontrou maior quantidade para P, Mg e Ca por mg/100 g (Tabela 3), tornando o pinhão uma fonte de minerais, pois 100 g de partes comestíveis contêm mais de 15% das recomendações minerais para adultos (DRI, 2001; BRASIL, 2012).

Tabela 3 – Composição mineral do pinhão cru, cozido e cozido sem casca obtido por Cordenunsi *et al.*, (2004) e Schweitzer *et al.*, (2014)

Mineral*	Cordenunsi <i>et al.</i> , (2004)			Schweitzer <i>et al.</i> , (2014)	
	cru	cozido	cozido sem casca	cru	cozido
P	102,70 ± 1,5	93,30 ± 2,4	54,40 ± 1,3	340,00 ± 5,6	380,00 ± 11,0
Mg	55,00 ± 0,8	52,00 ± 0,5	40,70 ± 0,1	70,00 ± 4,0	70,00 ± 4,9
Ca	12,80 ± 0,2	15,80 ± 1,30	14,70 ± 1,5	40,00 ± 4,2	20,00 ± 2,3
Zn	0,81 ± 0,005	0,77 ± 0,03	0,75 ± 0,02	0,50 ± 0,1	0,70 ± 0,2
Fe	0,72 ± 0,03	0,67 ± 0,04	0,61 ± 0,02	27,60 ± 1,7	21,00 ± 2,3
Cu	0,26 ± 0,02	0,23 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,40 ± 0,1	0,40 ± 0,1

*mg/100g (resultados expressos em base seca)

O processo de cocção do pinhão cozido sem casca, alterou significativamente a concentração de P, Cu e Mg em relação ao cozido com casca. Apontando nutricionalmente, a melhor opção para processamento do pinhão. A deficiência de Mg no organismo humano tem sido relacionada a interferência no metabolismo dos carboidratos e também, associada a maior chance de desenvolvimento de depressão em adultos (SALES *et al.*, 2014; TARLETON; LITTENBERG, 2015).

Composição química da casca de pinhão

Compostos fenólicos e polifenóis são frequentemente detectados em quantidades mais altas nas cascas das sementes de pinhão. Sua ocorrência na parte externa da semente faz com que tenha um papel de defesa das plantas. Dando ainda tonalidade característica da casca de pinhão (MOTA *et al.*, 2014).

As cascas e brácteas possuem como principais compostos fenólicos a catequina (140,6 ± 2,86 mg / 100 g de brácteas), epicatequina (41,3 ± 2,73 mg / 100 g de brácteas), quercetina (23,2 ± 0,06 mg / 100 g de brácteas) e apigenina (0,6 ± 0,06 mg / 100 g de brácteas) (SOUZA *et al.*, 2014).

A carga de taninos é responsável pela tonalidade da casca de pinhão e possuem atividade inibidora a α -amilase pancreática e salivar humana. Silva *et al.*, (2014) observaram que a inibição da α -amilase resultou em atraso na digestão de carboidratos e absorção de glicose com atenuação das excursões hiperglicêmicas pós-prandiais.

A solução aquosa da casca de pinhão é uma alternativa para promover a adsorção de íons metálicos e corantes, no tratamento de efluentes industriais de curtumes e indústria metalúrgica (LIMA *et al.*, 2007; CALVETE *et al.*, 2010). A ação

se dá pela presença dos taninos que são os principais responsáveis pela adsorção de íons metálicos (LIMA *et al.*, 2007).

Em brácteas de pinhão, são encontrados os taninos condensados, que possuem função antioxidante e apresentam ação antimutagênica e antígenotóxica contra o peróxido de hidrogênio (BRANCO *et al.*, 2015a; MICHELON *et al.*, 2012), anticarcinogênica e antimicrobiana (SOUZA *et al.*, 2014), além disso ajudam a curar feridas, reduzem a dor da pancreatite, reduzem a resistência à insulina em diabéticos e ajudam a proteger da toxicidade do medicamento (ABU ZARIN *et al.*, 2016).

Considerando os resultados alcançados sobre a determinação quantitativa de compostos de polifenóis, flavonóides, proantocianidinas nas cascas da semente de *A. angustifolia*, esses resultados confirmam ainda mais o valor agregado das abordagens de desenvolvimento sustentável (MOTA *et al.*, 2014).

2.3 AMIDO

O amido é um carboidrato do tipo biomacromolécula, a qual é constituída principalmente por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas. O amido nativo ocorre como pequenas estruturas semiesféricas (microscópicas) chamadas grânulos, em vários tipos de tecidos e órgãos de plantas, por exemplo, folhas, raízes, frutos, grãos e caules. O amido é sintetizado nos cromoplastos das folhas e amiloplastos de órgãos de reserva, pela polimerização da glicose abundante produzida na fotossíntese (PÉREZ; BERTOFT, 2010; PREISS, 2004; RATNAYAKE; JACKSON, 2008; ZHU, 2015).

O tamanho, o formato e o arranjo molecular dentro dos grânulos dependem da variedade da origem botânica, forma de extração e interações genético-ambiental. Todos os amidos são compostos por amilose e amilopectina. Ambos são polímeros de apenas α -D-glicose ligadas por ligações α (1-4) em cadeias lineares (amiloses) ou em cadeias mais longas e ramificadas unidas por ligações α (1-4) e α (1-6) (amilopectina) (PREISS, 2004; RATNAYAKE; JACKSON, 2008).

A presença de amido é abundante em grãos de cereais (40% a 90% da massa seca), leguminosas (30% a 50% da massa seca), tubérculos (65% a 85% da massa seca) e frutas imaturas ou verdes (40% a 70% da massa seca) (FRANCO *et al.*, 2001; LAJOLO; MENEZES, 2006).

Diferentes cultivares de biomassas fornecem diferentes propriedades de amido. A compreensão das propriedades físicas e químicas do amido é vital para a sua aplicação, uma vez que afetam a qualidade dos produtos produzidos (RICHARDSON *et al.*, 2000). O amido é o agente espessante e gelificante mais comum utilizado pela indústria alimentícia no desenvolvimento de muitos produtos, como sopas, pudins, molhos e alimentos prontos, entre outros (THYS *et al.* 2013).

A capacidade de gelatinização do amido é uma das suas propriedades mais requeridas e consiste na transformação irreversível do amido granular em uma pasta viscoelástica (MALI *et al.* 2010). Quando submetido ao aquecimento em meio aquoso, algumas ligações internas de hidrogênio, responsáveis pela estabilização da estrutura cristalina do grânulo, são rompidas e a água entra na sua estrutura molecular, provocando o rompimento do grão e a perda da birrefringência (MOREIRA *et al.*, 2013).

Os grânulos de amido são semicristalinos. A cristalinidade varia de 15 a 45% dependendo da fonte botânica e composição do amido. A cristalinidade nos polímeros ocorre devido a uma zona amorfa e outra cristalina, que no amido refere-se respectivamente à amilose e à amilopectina (MATIGNON; TECANTE, 2017; ROCHA; DEMIATE, FRANCO, 2008).

A amilose consiste em uma ou poucas cadeias longas, na qual cerca de 99,5% são lineares e o restante corresponde às ramificações (0,5%), com massa molecular na ordem de 250.000 Daltons e grau médio de polimerização de 800 - 4920 (HOOVER, 2010; VANDEPUTTE; DELCOUR, 2004). A quantidade encontrada de amilose nos grânulos de amido varia entre 15% e 25% (JIANG *et al.*, 2015).

A amilopectina apresenta um grande número de cadeias mais curtas, que estão ligadas entre si pela extremidade redutora fazendo uma ligação do tipo α (1-6). Logo, este polissacarídeo amplamente ramificado, com cerca de 5 - 6% de ramificações distribuídas ao longo da cadeia principal da molécula, além de ser muito maior que a amilose, possuindo uma massa molecular de até 500.000.000 Daltons e grau médio de polimerização de 4700-12800, variando muito com a origem botânica (BERTOFT, 2004; DENARDIN; SILVA, 2009; ZHU, 2015).

Em termos de digestibilidade, o amido é tipicamente dividido em 3 frações: amido de digestão rápida, amido de digestão lenta e amido resistente (ENGLYST *et al.*, 1992).

O SDS está associado a efeitos positivos para a saúde, incluindo controle glicêmico, redução dos ácidos graxos livres circulantes pós-prandial e redução do estresse oxidativo (ZHANG; HAMAKER, 2009). RS tem a capacidade de modular os níveis de glicose no sangue pós-prandial e pode ser fermentado pela microflora do cólon para produzir ácidos graxos de cadeia curta, que exercem benefícios positivos para a saúde do consumidor, como aumento do fluxo sanguíneo do cólon para aliviar a inflamação nessa área e diminuir do risco desse/ou outros tipos de câncer (DUPUIS *et al.*, 2014).

Esses ácidos não são apenas essenciais para a saúde do intestino e proteção contra danos ao DNA, mas também influenciam o metabolismo dos tecidos periféricos, incluindo músculo esquelético, depósitos de tecido adiposo e fígado, e contribuem para a regulação e fortalecimento da função do sistema imunológico e resposta à infecção (COLON; BIRD, 2009; KIM *et al.*, 2016; TOPPING; CLIFTON, 2001).

Além disso, foi comprovado que amidos resistentes também exercem um efeito prebiótico, com bons resultados na melhoria dos marcadores de saúde na população feminina com diabetes mellitus tipo 2 (GARGARI *et al.*, 2015; KARIMI *et al.*, 2016).

Amido resistente

A partir de 1992, um grupo de cientistas definiu amido resistente (RS) como sendo a soma do amido e produtos de sua degradação não absorvida no intestino delgado de indivíduos saudáveis e, portanto, não fornecedora de glicose ao organismo (NUGENT, 2005).

O RS é um tipo de fibra alimentar que tem despertado considerável interesse por seus benefícios à saúde e propriedades funcionais (DU *et al.*, 2020). Por exemplo, o consumo de longo prazo de RS pode trazer diminuição das respostas glicêmicas e insulinêmicas, promoção do metabolismo lipídico, melhora da saúde do cólon e aumento da absorção de minerais (AI; JANE, 2016; BIRT *et al.*, 2013).

O RS foi classificado em quatro subtipos (ENGLYST *et al.*, 1992; BROWN *et al.*, 1995). A Tabela 4 apresenta um resumo dos diferentes tipos de SR, seus critérios de classificação e fontes alimentares.

Tabela 4 - Classificação dos tipos de amido resistente, fontes de alimentos e fatores que afetam sua resistência à digestão no cólon

Tipo de RS	Descrição	Fontes alimentares	Resistência reduzida por
RS1	Fisicamente protegido	Grãos e sementes inteiros ou parcialmente moídos, legumes, massas	Moagem, mastigação
RS2	Grânulos resistentes não gelatinizados com cristalinidade do tipo B e são hidrolisados lentamente por α -amilases	Batatas cruas, bananas verdes, alguns legumes, amidos com alto teor de amilose	Processamento de alimentos e cozimento
RS3	Amido retrogradado (ou seja, materiais derivados de amido não granulares)	Batatas cozidas e resfriadas, pão, flocos de milho, produtos alimentícios com tratamento de calor úmido prolongado e / ou repetido	Condições de processamento
RS4	Amidos quimicamente modificados devido à ligação cruzada com reagentes químicos, éteres, ésteres etc.	Algumas bebidas com fibras, alimentos nos quais amidos modificados foram usados (por exemplo, certos pães e bolos)	Menos suscetível à digestibilidade in vitro

NOTA: Adaptado de Nugent, 2005.

Resumidamente, RS1 é o termo dado a RS onde o amido é fisicamente inacessível à digestão, devido à presença de paredes celulares intactas em grãos, sementes ou tubérculos. RS2 descreve grânulos de amido nativo que são protegidos da digestão pela conformação ou estrutura do grânulo de amido. RS3 se refere a materiais derivados de amido não granulares que resistem à digestão. As formas RS3 são geralmente formadas durante a retrogradação dos grânulos de amido. RS4 descreve um grupo de amidos que foram quimicamente modificados e incluem amidos que foram eterizados, esterificados ou reticulados com produtos químicos de forma a diminuir a sua digestibilidade. RS4 pode ser subdividido em quatro subcategorias de acordo com sua solubilidade em água e os métodos experimentais pelos quais podem ser analisados (BROWN, 2004).

A resistência do amido à digestão é influenciada pela natureza da associação entre os polímeros de amido, com níveis mais elevados de amilose no amido sendo associados a taxas de digestibilidade mais lentas. Ambos os amidos do tipo B e C parecem ser mais resistentes à digestão com milho rico em amilose, produzindo RS,

que tem sido particularmente útil na preparação de alimentos (BROWN, 2004). Em geral, os amidos ricos em amilose são naturalmente mais resistentes à digestão e mais suscetíveis à retrogradação (NUGENT, 2005).

Entre os diferentes tipos de RS, RS 2 - 4 estão comercialmente disponíveis e são amplamente utilizados na indústria de alimentos (SAJILATA *et al.*, 2006). Vários ingredientes comerciais de RS, incluindo amido de alto teor de amilose (RS2) e amido fosforilado reticulado (RS4), são aceitos como fibras alimentares de acordo com a nova definição regulatória fornecida pela *U. S. Food and Drug Administration* (FDA, 2020).

O RS comumente apresenta vantagens como: aparência branca, sabor suave, tamanho de partícula fina e baixa capacidade de retenção de água, quando comparados a outros tipos de fibras alimentares de polissacarídeos não amiláceos (WOO *et al.*, 2009). Podendo ele ser incorporado em formulações de alimentos em um nível relativamente alto sem sacrificar visivelmente a propriedade textural e a qualidade sensorial dos produtos finais (KORUS *et al.*, 2009; SOZER *et al.*, 2007). Por outro lado, o RS também tem a desvantagem de perder facilmente a resistência enzimática em condições adversas de processamento, como em circunstâncias de alta temperatura, alta pressão e/ou alto cisalhamento (HTOON *et al.*, 2009).

Amido de pinhão

Pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2005), os polissacarídeos de reserva dos vegetais são designados amido, que são os produtos amiláceos extraídos de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes ou rizomas. As cinco principais espécies consideradas fontes de amido comercial são o milho, mandioca, trigo, batata e arroz (WATERSCHOOT *et al.*, 2015).

O teor de amido para o pinhão *in natura* e pinhão cozido é de $94,53 \pm 0,13\%$, $73,84 \pm 0,79\%$ (em base seca), respectivamente (DAUDT *et al.*, 2014). Seu isolamento é simplificado, o rendimento do amido é em torno de 70% e sendo estável quando armazenado por um ano sem alterar a cor e sabor (BELLO-PÉREZ *et al.*, 2006).

Os grânulos de amido possuem tamanho médio de aproximadamente 12 μm (CONFORTI; LUPANO, 2007), apresentando forma elipsoides ovais, hemisféricas ou truncadas e superfície lisa (ZORTÉA-GUIDOLIN *et al.*, 2017). A cor é branca e mostra

uma cristalinidade parcial (DAUDT *et al.*, 2014). São insolúveis em água fria, mas podem gelatinizar em baixas temperaturas (50°C e 60°C).

A cristalinidade relativa do amido de pinhão foi estimada quantitativamente e pode ser classificada do tipo C (ZORTÉA-GUIDOLIN *et al.*, 2017). Por difração de raios-X foi possível constatar que o amido de pinhão *in natura* são sólidos semicristalinos, enquanto o amido de pinhão cozido é considerado um sólido amorfo, como qualquer amido pré-gelatinizado (DAUDT *et al.*, 2014).

O teor de amilose varia de 19,7 - 24,1%. A distribuição do comprimento da cadeia ramificada da amilopectina mostra comprimento médio da cadeia variando o grau de polimerização entre 19,7 - 21,4% (ZORTÉA-GUIDOLIN *et al.*, 2017). Essas características do amido de pinhão tornam-no promissor a ser incorporado nas formulações cosméticas (DAUDT *et al.*, 2015).

2.4 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é uma ciência que estuda as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo aceitação ou rejeição, onde a qualidade sensorial dos alimentos é identificada, com base em metodologias sensoriais de coletas de dados e métodos estatísticos de avaliação e interpretação dos resultados do estudo sensorial desse alimento (MINIM, 2010).

Análise descritiva

Análises descritivas são usadas quando se deseja obter uma caracterização detalhada de um único produto em relação aos atributos sensoriais, ou quando se deseja comparar vários produtos em relação às suas diferenças sensoriais (LAWLESS E HEYMANN, 2010).

Uma das principais aplicações da análise descritiva é a possibilidade de correlacionar medidas sensoriais com as instrumentais, além de permitir a segmentação de consumidores de acordo com as suas preferências, por meio da correlação dos dados da descrição sensorial com testes afetivos (MURRAY *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2012).

As metodologias descritivas se dividem em métodos clássicos e métodos alternativos. Nos métodos clássicos, a equipe sensorial é composta por julgadores treinados que fazem a descrição qualitativa e quantitativa dos produtos com alto grau de precisão (MURRAY *et al.*, 2001). Esses métodos incluem o Perfil de Sabor (CAIRNCROSS; SJOSTROM, 1950), Perfil de Textura (BRANDT *et al.*, 1963), Análise Descritiva Quantitativa (STONE *et al.*, 1974), Spectrum (MEILGAARD *et al.*, 1991) e Perfil Livre (LANGRON, 1983; THOMPSON; MACFIE, 1983).

Os métodos alternativos foram propostos visando reduzir o tempo das análises (SILVA *et al.*, 2012). Para isso, essas técnicas utilizam julgadores com menor grau de treinamento, tais como a Análise Descritiva por Ordenação (ADO) (RODRIGUE *et al.*, 2000; RICHTER *et al.*, 2010) e o Perfil Descritivo Otimizado (PDO) (SILVA *et al.*, 2012), ou sem nenhum treinamento, como o Check-all-that-apply (ADAMS *et al.*, 2007; ARES *et al.*, 2010), Pivot Profile (THUILLIER, 2007), Ultra-Flash (PERRIN *et al.*, 2008) e Perfil Flash (DAIROU; SIEFFERMANN, 2002).

O Perfil Flash é uma combinação original de seleção de termos de livre escolha com um método de classificação baseado na apresentação simultânea de todo o conjunto de produtos (DAIROU; SIEFFERMANN, 2002). Um procedimento de serviço simultâneo permite uma discriminação ligeiramente melhor ao fornecer uma comparação direta das amostras (MAZZUCHELI; GUINARD 1999).

Enquanto a metodologia Perfil de Livre precisa de sessões de treinamento individuais específicas (MARSHALL; KIRBY, 1988), o Perfil Flash não precisa de treinamento porque o uso da escala ordinal é intuitivo (SAUVAGEOT, 1998).

O intuito da técnica é colocar o participante em frente à diversidade total do conjunto de produtos, solicitando ao julgador que se concentre na avaliação comparativa dos produtos. A rapidez do método é resultante de dois fatores: a avaliação comparativa simultânea das amostras e no fato de os julgadores utilizarem as próprias listas de atributos, eliminando a etapa de treinamento e procura por consenso no vocabulário (DAIROU; SIEFFERMANN, 2002).

Os dados do Perfil Flash só podem ser avaliados pela Análise Procrustes Generalizada (APG) tendo em vista que as matrizes de dados de cada provador têm tamanho diferenciado pois não há consenso nos atributos empregados e não é possível trabalhar com dados médios da equipe (OLIVEIRA; BENASSI, 2003). Assim o princípio da APG é aproximar as configurações de cada provador a uma configuração de consenso, de maneira a eliminar as variações no uso de escala, de

diferentes intervalos de valores ou de interpretações diferenciadas dos atributos (KOBAYASHI; BENASSI, 2012).

Na análise dos resultados, as dimensões do espaço de consenso são interpretadas pelas correlações dos atributos de cada provador (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

Teste afetivo

O teste afetivo é utilizado em análise sensorial de alimentos, bebidas e água. O provador expressa seu estado emocional ou reação afetiva ao escolher um produto pelo outro. É a forma usual de se medir a opinião de um grande número de consumidores com respeito às suas preferências, gostos e opiniões. As escalas mais empregadas são: de intensidade, hedônica, do ideal e de atitude ou de intenção. Os julgadores não precisam ser treinados bastando serem consumidores frequentes do produto em avaliação. Basicamente, os testes afetivos podem ser classificados em duas categorias: de preferência (escolha) e de aceitação (categoria) (IAL, 2008).

Dentre os testes de aceitação, destacam-se o da escala hedônica e o da escala de intenção. No teste da escala hedônica, o indivíduo expressa o quanto ele gosta ou desgosta de um determinado produto, de forma globalizada ou em relação a um atributo específico. Geralmente utilizam-se escalas verbais de 7 e 9 pontos, que contêm os termos definidos situados, por exemplo, entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” contendo um ponto intermediário com o termo “nem gostei; nem desgostei”. Por meio das escalas de atitude ou de intenção, o indivíduo expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar, um determinado produto.

As amostras codificadas com algarismos de três dígitos e aleatorizadas são apresentadas ao julgador para avaliar o quanto gosta ou desgosta de cada uma delas através da escala previamente definida, e os dados obtidos são submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste de comparação de médias de Tukey (ABNT, 1998). E por último, a intenção de compra é avaliada em escala verbal de 3 pontos (1 – certamente compraria; 2 – talvez compraria e 3 – não compraria) e expressa por porcentagem de cada resposta de modo a estimar o potencial sucesso do produto no mercado de consumo.

2.5 TENDÊNCIA DO SETOR ALIMENTÍCIO

A indústria de alimentos deve ficar atenta às tendências e desafios, como forma de manter o seu posicionamento competitivo. As mudanças no estilo de vida devido a urbanização, como o aumento do poder de compra, o maior acesso à informação, o aumento da escolaridade e as mudanças nas estruturas familiares, têm resultado em modificações na dieta dos consumidores em todo o mundo (GEHLHAR; REGMI, 2005).

Dentre os diversos fatores que geram tendências, observam-se a diminuição do tamanho das famílias e a alteração do estilo de vida das pessoas, que cada vez mais, buscam refeições rápidas, de certa forma, com fragmentação das refeições ao longo do dia (DANTAS; DANTAS, 2012).

Uma pesquisa realizada pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) analisou as tendências da alimentação no Brasil para 2020. Identificaram as recentes exigências e tendências dos consumidores mundiais de alimentos, com base em uma análise de relatórios estratégicos produzidos por institutos de referência. Essas tendências foram agrupadas em cinco categorias: “sensorialidade e prazer”, “saudabilidade e bem-estar”, “conveniência e praticidade”, “confiabilidade e qualidade”, “sustentabilidade e ética” (FIESP/ITAL, 2010).

As tendências de “sensorialidade e prazer” estão relacionadas com o aumento do nível de educação, informação e renda, entre outros fatores. O valor é dado pelas artes culinárias, disseminando as receitas e produtos étnicos. A motivação ao desenvolvimento de produtos de maior valor agregado, tais como os produtos *gourmet* e *premium*.

As tendências “saudabilidade e bem-estar” estão relacionadas ao envelhecimento populacional, às descobertas científicas que vinculam determinadas dietas às doenças, assim como a renda e a vida nas grandes cidades, têm motivado a busca por alimentos que possam trazer algum benefício à saúde. Essas tendências têm gerado diversos segmentos de consumo, dos quais se destacam os alimentos funcionais e os produtos para dietas e controle do peso, no segmento de produtos *diet/light*.

As tendências de “conveniência e praticidade” são motivadas pelo ritmo de vida e pelas mudanças verificadas na estrutura tradicional das famílias, estimulando a

economia de tempo e esforço dos consumidores. Por isso existe a crescente demanda por produtos prontos ou semiprontos, em pequenas porções ou embalados para consumo individual, além de produtos adequados para comer em trânsito.

As tendências “confiabilidade e qualidade” estão relacionadas à produtos mais seguros e de qualidade atestada, valorizando a garantia de origem e os selos de qualidade obtidos a partir de boas práticas de fabricação e controle de riscos. Já as tendências “sustentabilidade e ética” têm provocado o surgimento de consumidores preocupados com o meio ambiente e interessados na possibilidade de contribuir para causas sociais ou auxiliar pequenas comunidades agrícolas por meio da compra de produtos alimentícios (FIESP/ITAL, 2010).

O Brasil Food Trends 2030 estão associados aos novos objetivos do setor alimentício, como a melhora do perfil de nutrientes dos produtos, havendo a reformulação com a incorporação de proteínas, fibras, amêndoas, grãos integrais, vitaminas, frutas, sementes etc. O segundo tópico é a redução de gorduras nos alimentos industrializados. No Brasil, para a redução e/ou eliminação de gordura trans, a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) mantém acordo de cooperação com o Ministério da Saúde, com o objetivo de promover a reformulação de alimentos industrializados, desde 2008, e apoia a nova normativa da ANVISA sobre gorduras trans, visando a eliminação até 2023. O terceiro tópico é a redução de sódio, que vem sendo promovida tanto de forma voluntária pelas empresas para atender a demanda dos consumidores, como por meio do acordo de cooperação estabelecido pela ABIA no ano de 2011. O quarto tópico é a redução de açúcar, que tem sido alinhada com as recomendações dietéticas nacionais e internacionais. O quinto tópico é a redução de perdas e desperdícios, que faz parte da agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da ONU de até 2030 reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita mundial, nos níveis de varejo e do consumidor, e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita. E por fim, a eficiência do uso da água, evitando desperdício e preservando mananciais. Todas essas iniciativas setoriais serviriam para o desenho de um *roadmap* para a promoção da saudabilidade dos produtos, sustentabilidade da produção e transparência da comunicação (ITAL; ABIA, 2020).

Na busca por uma alimentação saudável, qualidade de vida e prevenção de doenças, como consequência, tem aumentado a demanda por alimentos que não apenas satisfaçam a fome e o prazer, mas que também forneçam os nutrientes

necessários à prevenção de doenças relacionadas à nutrição e que melhorem a forma física e o bem-estar mental (BETORET *et al.*, 2011).

Dentro deste contexto, a produção e caracterização de farinhas de amêndoa e casca com potencial presença de componentes bioativos úteis para a saúde humana foi realizada. Essa matéria-prima foi caracterizada tecnologicamente e aplicada na produção de uma barra de cereal com aspectos especiais, como ausência de glúten e rico em fibras e minerais, sendo avaliado sensorialmente para definir o potencial de comercialização.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em parceria com a Embrapa Florestas, localizada no município de Colombo - PR. A matéria-prima utilizada foi cedida pela Embrapa e o processamento das farinhas, análises de composição centesimal, compostos bioativos, metabólitos secundários e absorção de água e óleo e solubilidade em água, foram executados no Laboratório de Tecnologia de Produtos Não Madeiráveis da Embrapa Florestas, localizado no município de Colombo - PR.

A digestibilidade *in vitro* foi realizada no Laboratório de Pós - graduação em Alimentação e Nutrição do Departamento de Nutrição, Setor da saúde do *Campus* Jardim Botânico, Curitiba – PR.

A produção da barra de cereal ocorreu no Laboratório de Inovação e Otimização de Produtos e Processos - LIOPP, localizado na Usina B, *Campus* Centro Politécnico, Curitiba – PR.

A análise sensorial foi desenvolvida no Laboratório de Tecnologia de Alimentos, na Usina B, *Campus* Centro Politécnico, Curitiba – PR.

Todo o processamento, análises e aplicação das farinhas estão descritos resumidamente na Figura 4.

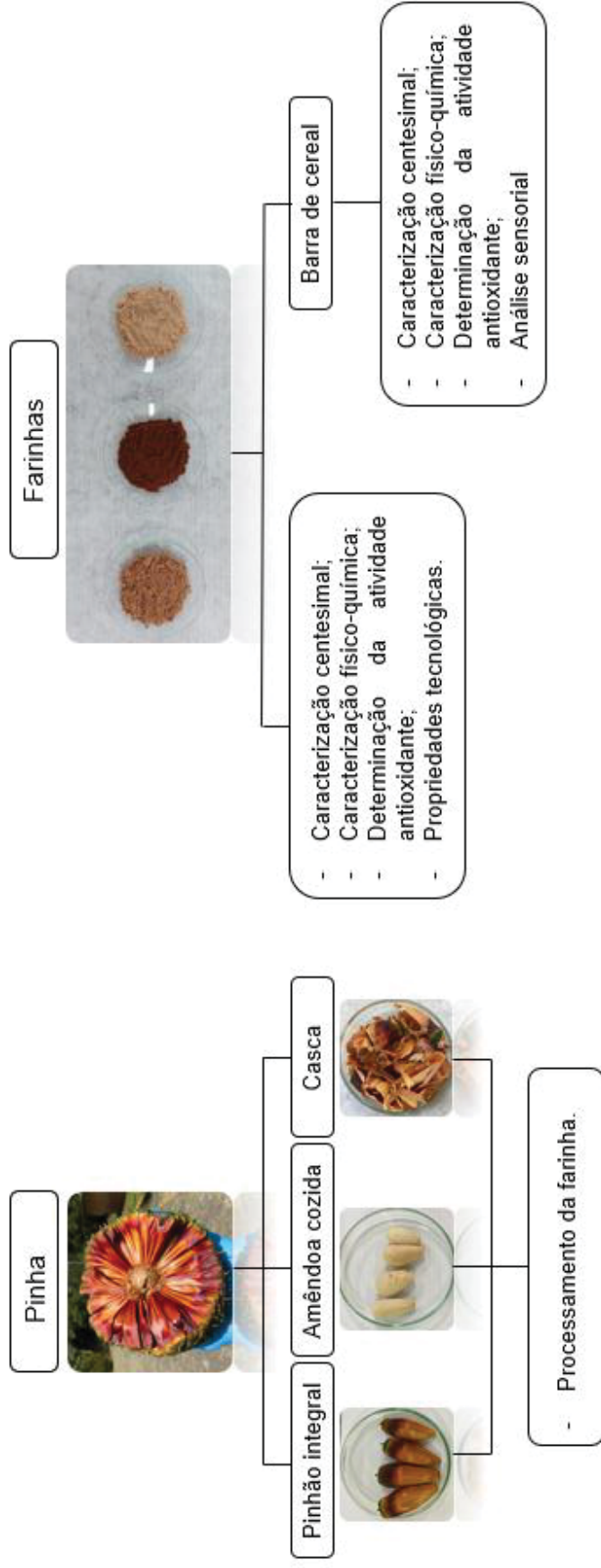


Figura 4 – Fluxograma de desenvolvimento do projeto

3.1 MATERIAL

As amostras de pinhão foram compostas por sementes da *Araucaria angustifolia* do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Florestas, de 2021.

Todos os reagentes utilizados nas análises laboratoriais foram de padrões analíticos e as enzimas foram da Megazyme (Wicklow, Irlanda) utilizadas sem purificação adicional, fornecidos pela Embrapa Florestas.

Para elaboração das barras de cereal foram utilizados açúcar mascavo, gelatina, glucose, óleo de coco, aveia e uva-passa adquiridos no comércio local de Curitiba - PR. A escolha desses ingredientes se deu por serem materiais habituais para elaboração de barra de cereais.

3.2 ELABORAÇÃO DAS FARINHAS

A farinha da amêndoa (FAP), a farinha da casca de pinhão (FCP) e a farinha integral de pinhão (FIP) foram elaboradas de acordo com a Figura 5. As amostras de pinhão foram lavadas em água corrente e os pinhões cheios foram selecionados. Em seguida, os pinhões foram cozidos a vapor em autoclave por 30 min, a 120°C e 1 atm e após esfriar, foram descascados, selecionando as sementes e cascas íntegras. O processo de secagem da mostra de pinhão foi de acordo com Cornejo et al., 2014, com modificações. Após seleção, as amostras foram secas, separadamente, em estufa com circulação de ar a 60°C (casca por 24 h e amêndoa por 48 h). A seguir foram trituradas em moinho de facas e peneiradas em malha de 100 mesh a farinha da casca (<149 μ m) e 35 mesh a farinha da amêndoa (<500 μ m) de pinhão. Foram armazenadas em embalagem plástica com fechamento hermético para uso posterior.

Para a farinha integral de pinhão, a amostra passou pelo mesmo método de seleção e cozimento a vapor. A amostra foi seca em estufa com circulação de ar a 60°C por 120 h. A seguir foram trituradas em moinho de facas e peneiradas em malha de 100 mesh. A fração fina (<149 μ m) foi denominada farinha integral de pinhão (FIP), armazenada em embalagem plástica com fechamento hermético para uso neste estudo.

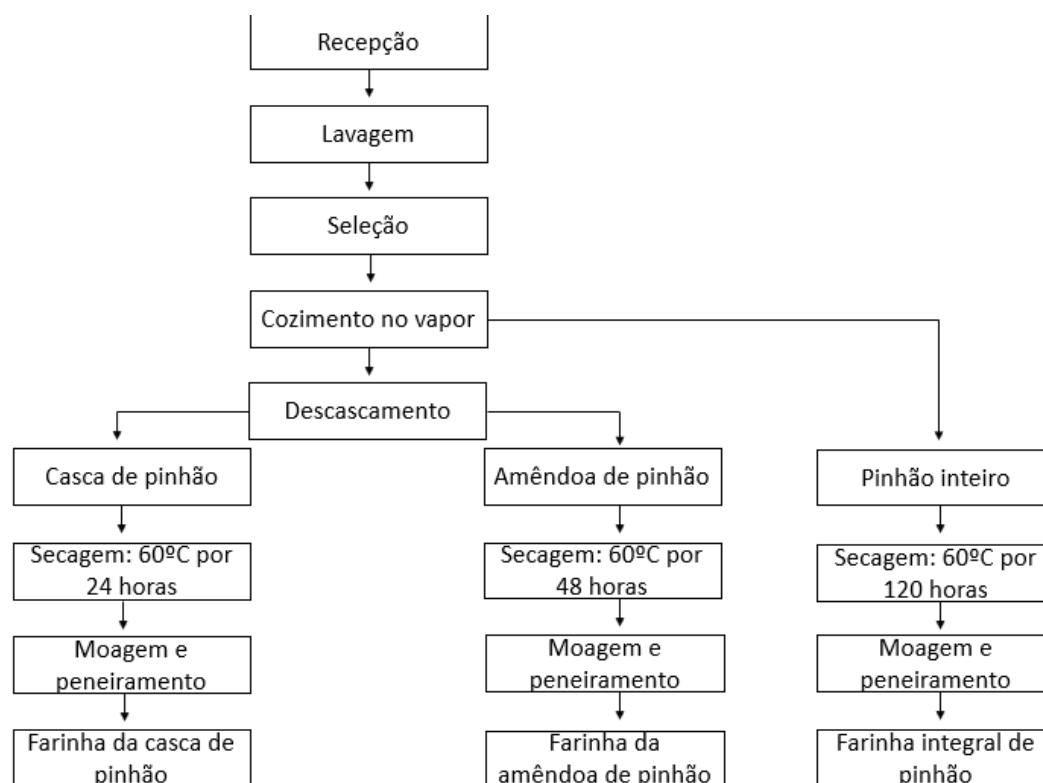


Figura 5 - Fluxograma do processo de fabricação das farinhas

3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO – QUÍMICA DAS FARINHAS DA AMÊNDOA, CASCA E INTEGRAL DE PINHÃO

3.3.1 Caracterização das farinhas

As análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e fibras alimentares foram realizadas de acordo com as metodologias oficiais do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

Os dados foram expressos em base seca (m/m). Os protocolos (ANEXO I) foram desenvolvidos em triplicata, sendo que os resultados foram expressos como média e desvio padrão.

3.3.2 Determinação do amido total (TS)

A análise de amido total foi realizada utilizando-se o kit de ensaio Total Starch da Megazyme (K-TSTA) seguindo as instruções do fabricante (MEGAZYME, 2020).

As amostras foram preparadas (Anexo 2) e as absorvâncias das amostras foram obtidas a um comprimento de onda de 510 nm em um espectrofotômetro (Shimazu, UV-1800). Para o cálculo do amido total utilizou-se a planilha Mega-Calc™ Data Calculator (MEGAZYME, 2011).

3.3.3 Determinação do amido resistente (RT)

A análise de amido resistente foi realizada utilizando-se o kit de ensaio Resistant Starch da Megazyme (K-RSTAR) seguindo as instruções do fabricante (MEGAZYME, 2019).

As amostras foram preparadas (Anexo 2) e as absorvâncias das amostras foram obtidas a um comprimento de onda de 510 nm em um espectrofotômetro (Shimazu, UV-1800). Para o cálculo do amido total utilizou-se a planilha Mega-Calc™ Data Calculator (MEGAZYME, 2011).

3.3.4 Caracterização de compostos fenólicos totais

Preparo do extrato: O extrato foi preparado de acordo com Helm *et al.*, (2015). Foram pesados 0,5 g de amostra em tubo plástico de centrífuga com tampa rosqueada e adicionar 50 ml de água fervente. O tubo foi colocado no ultrassom por 30 min. Após a extração, a solução foi filtrada utilizando papel de filtração rápida em um balão volumétrico de 100 ml. Por fim, o balão foi avolumado com água destilada.

Os compostos fenólicos totais (CFT) foram determinados por análise colorimétrica utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, conforme os procedimentos de Singleton e Rossi (1965) e Gan *et al.* (2013), com modificações. A reação foi realizada no escuro, a temperatura ambiente, durante 90 min e a absorvância lida a 725 nm, em espectrofotômetro UV-VIS Shimadzu-1800. A análise foi realizada em triplicata. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico equivalente (GAE) por grama de amostra em base seca (mg GAE.g⁻¹). Para a construção da curva de calibração foi utilizado ácido gálico em diferentes concentrações (0-100 mg.L⁻¹).

3.3.5 Determinação da capacidade de sequestro do radical DPPH• (2,2 difenil-1-picryl-hidrazil)

A capacidade antioxidante via radical livre DPPH• foi determinada conforme procedimentos de Brand-Williams et al. (1995). A reação foi realizada no escuro, a temperatura ambiente, durante 30 min. Em seguida a absorbância foi medida em espectrofotômetro UV/VIS Shimadzu-1800, a 515 nm. A atividade de eliminação de radicais livres de cada amostra para o radical DPPH• foi calculada empregando a Equação (1):

$$\text{Atividade antioxidante (\% inibição)} = 100 * [1 - (\frac{ABS_{amostra}}{ABS_{branco}})] \quad (1)$$

3.3.6 Determinação da capacidade antioxidante de sequestro de radicais ABTS•+ (2,2'-azino-bis(ácido-3-etibenzotiazoline-6-sulfônico)

A determinação da atividade de inibição do radical ABTS•+ foi realizada conforme Re et al. (1999) e Yim et al. (2013). A absorbância da amostra (ABS_{amostra}) foi medida em relação ao controle (ABS_{controle}), a 734 nm. Todas as determinações foram realizadas em triplicata. A atividade de inibição do radical deve ser calculada de acordo com a Equação (2):

$$\text{Atividade de inibição do radical (\%)} = 100 * [1 - (\frac{ABS_{amostra}}{ABS_{controle}})] \quad (2)$$

Onde ABS_{amostra} é a absorbância obtida da mistura do ABTS•+ com o extrato da amostra; e ABS_{controle} é a absorbância obtida do ABTS•+ sem a adição do extrato da amostra.

A capacidade antioxidante relativa dos extratos foi apresentada como valor de μmol de Trolox equivalente por g de amostra seca, calculado a partir de uma curva padrão preparada com 0-1000 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ de Trolox.

3.3.7 Determinação do teor de flavonoides totais (FT)

A determinação dos flavonoides totais (FT) foi realizada conforme Zhishen *et al.*, (1999). Para a análise, foi adicionado nos poços da microplaca 10 μL de amostra/padrão e 90 μL de NaNO_2 5%, após homogeneização, foi incubado por min. Em seguida 10 μL de AlCl_3 10% foi adicionado, homogeneizado e incubado por 5 min. Por fim, foi adicionado 90 μL de NaOH 1 mol/L, homogeneizado e após 60 minutos em repouso no escuro a absorbância foi medida em espectrofotômetro a 515 nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de catequina por 100 g de amostra em base seca.

3.3.8 Determinação da capacidade antioxidante de redução do ferro (FRAP)

A atividade de redução férrica foi determinada seguindo a metodologia de Benzie e Strain (1996), com modificações. Após 30 min realizou a medida da absorbância, em espectrofotômetro UV/VIS Shimadzu-1800, no comprimento de onda de 593 nm. Uma curva padrão foi elaborada, empregando diferentes concentrações de Trolox (0-1000 $\mu\text{mol.L}^{-1}$). Os resultados foram expressos em μmol de Trolox equivalente por g de amostra seca (TE $\mu\text{mol.g}^{-1}$).

3.4 ANÁLISE DE CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADO A ESPECTROMETRIA DE MASSA (GC-MS) PARA DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS DAS FARINHAS DE PINHÃO

Para a análise de CG-MS, foi necessário fazer a extração dos compostos hidrofílicos e lipofílicos, cada extração tem etapas e processos distintos, de acordo com a metodologia do Anexo 3, descrito por Lima *et al.*, 2020.

Após esses processos, as amostras contendo os compostos hidrofílicos e lipofílicos foram analisados usando cromatografia gasosa acoplada a uma massa de íon armadilha espectrômetro em modo split (1:25). As amostras foram separadas com uma coluna DB-5 (30 m \times 0,25 mm \times 0,25 μm) na temperatura de 250°C, utilizando gás Hélio a 1,5 mL min^{-1} para arraste. O forno do GC foi fixado a 70°C, isotérmica de 1 min e aquecimento a 320°C a uma taxa de 8°C min^{-1} , com isoterma final de 5 min. O espectrômetro de massa foi operado em modo positivo com ionização por impacto de elétrons a 70 eV e temperatura da fonte de íons a 200°C.

Os compostos foram identificados através do software AMDIS usando a coleção de referência do Golm Metaboloma Database (Hummel *et al.*, 2010) para compostos hidrofílicos e uma biblioteca construída no software AMDIS com amostras analisadas na Embrapa para compostos lipofílicos.

3.5 DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DAS FARINHAS DE PINHÃO

A digestibilidade *in vitro* das farinhas foi composta por três fases (oral, gástrica e intestinal). As análises foram realizadas em triplicata segundo Minekus *et al.*, 2014.

As fases digestivas foram incubadas em banho-maria (37°C), sob agitação constante em shaker (Tecnal, TE – 4200) (85 rpm), na fase oral 2 minutos, gástrica 2 horas e intestinal 2 horas. No final de cada etapa as reações foram interrompidas, colocando os tubos em banho de gelo. Os brancos foram preparados utilizando água destilada e todas as enzimas digestivas nas mesmas condições das amostras (farinhas).

As amostras resultantes das fases de digestão foram liofilizadas para análise de compostos antioxidantes (DPPH, ABTS, FRAP, Compostos Fenólicos Totais e Flavonoides).

3.6 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO AMIDO DE PINHÃO

3.6.1 Capacidade de absorção (CAA) e solubilização em água (CSA)

CAA e CSA foram determinados de acordo com o método desenvolvido por Anderson *et al.*, (1969). A farinha foi suspensa em água à temperatura ambiente (25°C) por 30 min, suavemente agitada durante esse período e, a seguir, centrifugada a 3000×g por 15 min. Os sobrenadantes foram decantados para um prato de evaporação de massa conhecida. O CAA era o peso do gel obtido após a remoção do sobrenadante por unidade de peso dos sólidos secos originais. A CSA era o peso de sólidos secos no sobrenadante expresso como uma porcentagem do peso original da amostra.

3.6.2 Capacidade de absorção de óleo

A capacidade de absorção de óleo foi determinada de acordo com Okezie e Bello (1988). Uma suspensão foi preparada pela mistura de 0,5g de farinha e 25 mL de óleo de soja, agitada e em seguida centrifugada a 5300 rpm por 20 min. O líquido sobrenadante foi escorrido e o material remanescente (farinha úmida) pesado.

3.6 ELABORAÇÃO DAS BARRAS DE CEREAL

As barras de cereal foram desenvolvidas no Laboratório de Inovação e Otimização de Produtos e Processo (LIOPP) da Universidade Federal do Paraná – UFPR, *Campus* Centro Politécnico – Curitiba/PR, de acordo com a formulação da Tabela 5. A farinha do pinhão substituiu a aveia em 1%, 2,5% e 5%.

Tabela 5 – Composição e proporção utilizada na produção da barra de cereal com farinha da amêndoa, farinha da casca e farinha integral de pinhão.

Material	Formulação Controle 0% (g)	Formulação 1% (g)	Formulação 2,5% (g)	Formulação 5% (g)
Aveia	31,5	30,5	29	26,5
Açúcar mascavo	25	25	25	25
Uva passa	15	15	15	15
Glucose	15	15	15	15
Óleo de coco	3	3	3	3
Gelatina	0,5	0,5	0,5	0,5
Água	10	10	10	10
Aditivo*	0	1	2,5	5

*Farinha de amêndoa, ou farinha da casca ou farinha integral de pinhão substituinte parcial de aveia.

Para cada farinha, foram elaboradas três formulações (1%, 2,5% e 5% de farinha) e uma controle (0%).

O processo (Figura 6) foi dividido em três etapas. Na primeira etapa, a aveia foi tostada em forno pré-aquecido à 180°C por aproximadamente 15 min, para diminuir a umidade e proporcionar mais crocância ao produto. Na segunda etapa, o açúcar mascavo, gelatina, glucose, água e o óleo de coco foram aquecidos até 80°C.

Na terceira etapa, a aveia, a farinha de interesse e a uva passa foram adicionadas à mistura obtida da segunda etapa. Após homogeneização, a massa foi transferida para uma assadeira forrada com papel manteiga e compactada para criar estrutura típica de barra de cereal. A preparação foi refrigerada por 60 min e, posteriormente, cortada em barrinhas de aproximadamente 5 g.

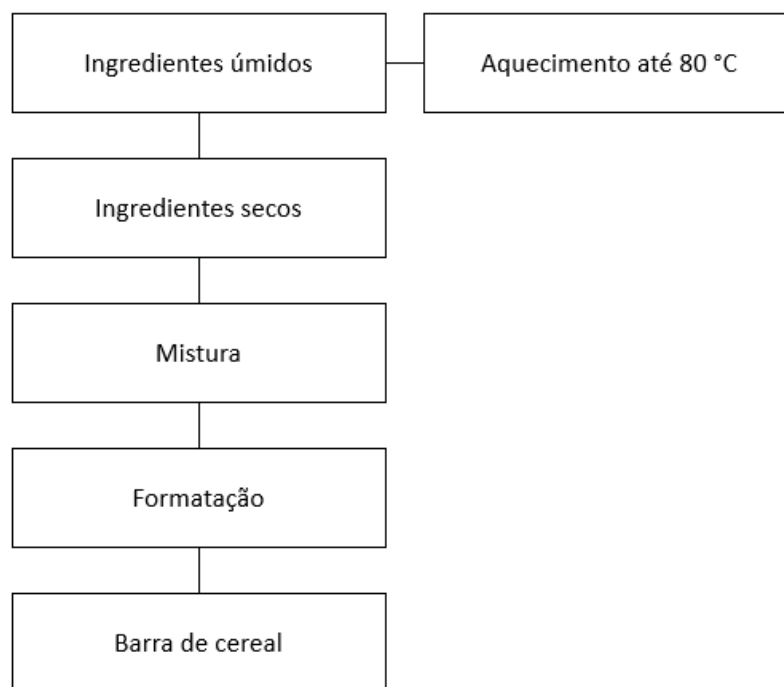


Figura 6 – Fluxograma da fabricação da barra de cereal

O mesmo processo de fabricação foi realizado para as preparações com farinha da amêndoa de pinhão, casca de pinhão e farinha integral de pinhão.

Todas as formulações passaram por análises centesimal, físico-químicas e de antioxidantes.

3.8 ANÁLISE SENSORIAL

Este estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Saúde da Universidade Federal do Paraná (UFPR), protocolado sob nº 4045223, em 25/05/2020.

Para compor o conjunto de participantes da amostra do estudo, foram estabelecidos como critérios de inclusão: indivíduos saudáveis, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 60 anos e, ainda, que aceitem fazer parte da pesquisa voluntariamente, após assinarem o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (Anexo 6).

Análises microbiológicas foram realizadas previamente para controle de biossegurança. Para desenvolver a avaliação sensorial, os produtos foram apresentados em bandejas individuais, onde as dez amostras estavam codificadas e dispostas de forma aleatória, conforme Figura 7.

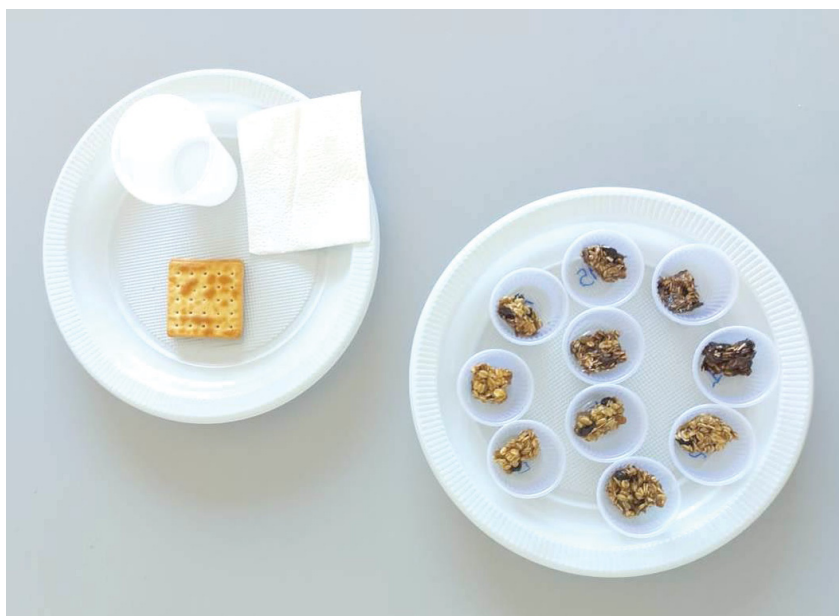


Figura 7 – Disposição das amostras de barra de cereal para a análise sensorial.

Foi solicitado para cada provador que experimentasse as amostras recebidas, intercalando com a água e bolacha de água e sal, e que em seguida preenchesse o questionário de acordo com o que refletisse da melhor forma o seu julgamento.

O perfil sensorial foi desenvolvido pelo método Perfil Flash. Iniciando pelo levantamento de atributos do produto (Ficha 1 - Anexo 5) executado de acordo com o método de Grid (ISO 13299:2016). Por fim foi realizado o levantamento das similaridades e diferenças do produto (Ficha 2 – Anexo 5).

Após obtenção dos dados, foram feitos os testes de aceitabilidade e intenção de compra pelos métodos de escala hedônica de 9 pontos (desgostei extremamente – gostei extremamente) e escala verbal de 3 pontos (1 – certamente compraria; 2 – talvez compraria e 3 – não compraria), respectivamente (Ficha 3 - Anexo 5).

3.8.1 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas nas massas de produção das barras, sendo analisados a presença e/ou quantificação de Bolores e leveduras/g, *Escherichia coli*/g e pesquisa de *Salmonella* sp, segundo a Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019, que regulamenta os Padrões Microbiológicos para Alimentos (BRASIL, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FARINHAS DA AMÊNDOA, CASCA E INTEGRAL DE PINHÃO

As farinhas funcionais desenvolvidas com a semente inteira de pinhão (FIP), de sua amêndoa (FAP) ou de sua casca (FCP) de modo simplificado foram produzidas com facilidade e com uso de equipamentos de baixo custo. Mais de 90% dos sólidos totais das três farinhas funcionais foram fibras alimentares, proteínas, resíduo mineral fixo (cinzas), carboidratos e lipídeos. A umidade foi maior para a FCP (Tabela 6), pois as fibras alimentares são componentes que naturalmente apresentam elevada área superficial e capilaridade, o que resulta em altos índices de retenção de água e óleo (Ma; Mu, 2016). Isso ajuda a compreender sua propriedade na aplicação industrial e que será discutida a seguir.

Os resultados encontrados no presente estudo, foram superiores ao encontrados por Silva *et al.* (2016) em que analisaram a composição química das amostras da amêndoa de pinhão em base seca e encontraram um conteúdo de cinzas, proteínas, lipídios totais, fibras alimentares totais e carboidratos de 1,50 g, 3,42 g, 1,67 g, 1,29 g e 48,42 g, respectivamente.

O conteúdo de proteínas foi superior para FAP (5,5 g) quando comparado às outras farinhas e aos resultados de Cordenunsi *et al.*, (2004), quando avaliou em base seca o pinhão cru (3,57 g) e cozido (3,31 g).

O teor de fibras alimentares totais da FCP foi superior ao encontrado na FAP e FIP. Ainda todas as farinhas possuem alto conteúdo de fibras (mínimo de 6 g/ 100 g) de acordo com a RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012. A FAP contém maior teor de carboidrato biodegradável, o que é previsível pela predominância de amido em sua estrutura, o que não ocorre na estrutura da casca. Como esperado, a FIP ficou com valor intermediário por ter amêndoa e casca.

Tabela 6 – Composição centesimal das farinhas de amêndoa, casca e integral de pinhão

Componentes	FAP g/100 g	FCP g/100 g	FIP g/100 g
Umidade	5,0 ± 0,20	8,11 ± 0,06	5,12 ± 0,16
Cinzas	2,8 ± 0,10	2,05 ± 0,06	2,22 ± 0,04
Proteínas	5,5 ± 0,14	3,31 ± 0,20	4,06 ± 0,10
Lipídios	2,2 ± 0,18	0,60 ± 0,03	2,31 ± 0,25
Fibras totais	15,0 ± 1,20	84,83 ± 0,47	30,61 ± 4,18
Amido total	67,0 ± 3,38	*	21,22 ± 6,65
Amido resistente	8,0 ± 0,29	*	5,80 ± 0,36
Carboidratos totais	70,00	1,11	55,68
Valor calórico total	322,00 kcal/100 g	23,07 kcal/100 g	259,75 kcal/100 g

Nota: Base seca. FAP – Farinha da amêndoa de pinhão; FCP – Farinha da casca de pinhão; FIP – Farinha integral de pinhão.

O teor de fibras totais sugere uma maior concentração de fibras insolúveis. Cordenunsi *et al.* (2004) descreve que em função da quantidade de fibras insolúveis e de amilose, é que contribuem para a formação de amido resistente (RS) após o resfriamento das amostras submetidas à cocção. No presente estudo, a quantidade de RS na FIP (5,8%) foi inferior ao determinado para FAP (8,00%), por haver em sua composição uma parcela (22%) de casca de pinhão.

O RS não é digerido tão rapidamente quanto o amido comum, podendo resistir à digestão enzimática nas partes superiores do trato gastrointestinal, mas pode ser fermentado por microrganismos residentes no intestino grosso. Assim o RS possui algumas funções exclusivas, além de benefícios biológicos, como fibra tradicional suavizando a glicose pós-prandial no sangue, prevenindo o câncer de cólon (REGASSA; NYACHOTI, 2018; HARALAMPU, 2000).

Na indústria de alimentos, o RS vem sendo aplicado como aditivo alimentar devido sua função fisiológica da fibra alimentar e outras vantagens que a fibra alimentar não possui (HOMAYOUNI *et al.*, 2014). Como por exemplo, nanopartículas coloidais preparadas a partir de hidrólise ácida e reticulação podem ser amplamente aplicadas para desenvolver uma bebida rica em fibra alimentar (JEONG; SHIN, 2018).

As fontes naturais, sabor suave, cor esbranquiçada, boa estabilidade de viscosidade e propriedades reológicas e baixo poder de retenção de água do RS foram determinados para garantir que atendam aos requisitos funcionais da indústria de bebidas (JOCHYM; NEBESNY, 2017). Ainda, o RS pode atuar como um modificador de textura quando adicionado em alimentos assados, proporcionando assim maciez favorável à massa (DJURLE *et al.*, 2018). Neste sentido o sabor, cor e textura foram

atributos escolhidos para avaliar as barras de cereais produzidas com as diferentes farinhas.

A FAP pode ser considerada rica em Fe e Cu, pois 100 g de partes de farinha contêm mais de 15% da respectiva recomendação mineral para adultos (DRI, 2001). A FCP mostrou-se rica em Fe, Mn e Cu, além de ser fonte de Ca. A FIP mostrou-se rica em todos os minerais analisados (Tabela 7).

A Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998 da ANVISA, dispõe sobre regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes) e nela diz que um produto é classificado como fonte e rico em minerais quando possuir no mínimo 15% e 30% da IDR de referência por 100 g, respectivamente. A recomendação de manganês para homens (2,3 mg/dia) e para mulheres (1,8 mg/dia) (DRI, 2001) pode ser disponibilizada por 100 g de FCP e FIP (Tabela 7). Esse mineral é importante para a dieta humana, pois se destaca na participação da síntese de mucopolissacarídeos e intervém indiretamente nos processos de formação de cartilagens e ossos. Por outro lado, sua deficiência está associada ao prejuízo do metabolismo de carboidratos e lipídios, desenvolvimento ósseo inadequado e redução da fertilidade (WAITZBERG, 2009). Ainda, o Mn e Cu, possuem atividade antioxidante indireta, uma vez que atuam como cofatores para diversas reações enzimáticas que neutralizam radicais livres (TURECK *et al.*, 2013), consequentemente inibindo danos ao sistema biológico que poderiam estimular uma série de patologias graves (BARBOSA *et al.*, 2010).

Tabela 7 – Caracterização de minerais e suas recomendações diárias

Componente	FAP (mg)	FCP (mg)	FIP (mg)	IDR _{Homem 19-50 anos} (mg)	IDR _{Mulher 19-50 anos} (mg)
K	843,7	753,3	9370*	3510	3510
Ca	13	173,3	1520*	1000	1000
Mg	65,9	34	690*	400	310
Cu	0,592*	0,267*	5,67*	0,9	0,9
Fe	12,87*	13,53*	78,33*	8	18
Mn	0,041	3,6*	6,17*	2,3	1,8
Zn	0,883	0,88	13,50*	11	8

Nota: FAP – Farinha da amêndoa de pinhão; FCP – Farinha da casca de pinhão; FIP – Farinha integral de pinhão.

*Valores superiores a 30% da respectiva Ingestão Diária Recomendada (IDR) (DRI, 2001) para homens e mulheres.

Quanto à disponibilidade de Fe, os valores obtidos para FAP e FCP foram parecidos e atenderam apenas a IDR para homens. A IDR para mulheres é o dobro da indicada para homens por alguns motivos, mas principalmente pelos fatores hormonais. O ferro funciona como um componente de várias proteínas, incluindo enzimas e hemoglobina, sendo esta última importante para o transporte de oxigênio para os tecidos do corpo para o metabolismo (DRI, 2001; DHAAR; RABBANI, 2008). A FIP apresentou valor superior as demais e atende a todos os IDR.

Para a FAP e FCP, o Zn, K, Ca e Mg não tem valores tão elevados em relação a IDR (Tabela 7). No entanto, todos os minerais estariam plenamente disponibilizados pela FIP.

A FAP e FIP apresentaram baixo teor de compostos fenólicos quando comparado a FCP (Tabela 8). Cordenunsi *et al.*, (2004) relataram que há migração de compostos fenólicos da casca para a amêndoa. Santos *et al.*, (2018) relataram valores de 19 a 71 mg GAE.g⁻¹ ao analisar extrato hidroalcolico da casca de pinhão. Dentre os compostos fenólicos relatados, os taninos indicam possibilidade de uso para promover a perda de peso e combater a obesidade, contribuindo para a FCP seja designada como alimento funcional (PERALTA *et al.*, 2016).

Tabela 8 – Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante nas farinhas de amêndoa, casca e integral de pinhão

Análise	FAP	FCP	FIP
Compostos fenólicos totais (mg EAG/g)	2,7	87	6,44
ABTS+ (mg trolox/g)	4	300	268,72
DPPH (mg/mg trolox/g)	50	0,75	334,77

NOTA: FAP – Farinha da amêndoa de pinhão; FCP – Farinha da casca de pinhão; FIP – Farinha integral de pinhão. n=3

A atividade antioxidante das farinhas funcionais estimadas pelo método ABTS, variou de 4,00 a 300,00 mg Trolox/g e para o método de DPPH variou de 0,75 a 334,77 mg/mg trolox/g. A FIP se destacou apresentando valores próximos ao encontrado na farinha da casca para o método ABTS.

Esses resultados sugerem que a FCP e FIP são fontes desses compostos, o que já era esperado, pois já se sabe que a casca de pinhão possui capacidade antioxidante (KOEHNLEIN *et al.*, 2012; da SILVA *et al.*, 2014).

4.2 BIOMOLÉCULAS NAS FARINHAS DA AMÊNDOA, CASCA E INTEGRAL DE PINHÃO

Para identificar e quantificar a composição química das farinhas, as amostras extraídas com solvente polar e apolar foram caracterizadas por Cromatografia Gasosa Acoplado a Espectrometria de Massa (GC-MS). Até 78 compostos foram identificados nas farinhas entre hidrofílicos e lipofílicos (Tabela 9 e 10). Sendo que a maior quantidade foi do conjunto hidrofílico. Os compostos identificados foram subdivididos em 11 classes para os hidrofílicos e 5 classes para os lipofílicos, resultando em uma margem próxima ao relatado por Lima *et al.*, 2020.

4.2.1 Biomoléculas hidrofílicas nas farinhas da amêndoa, casca e integral de pinhão

Os compostos hidrofílicos (Tabela 9) tiveram a maioria dos componentes da classe fenol (0,41 – 2731,67 $\mu\text{g g}^{-1}$), seguido por açúcar (0,36 – 7781,90 $\mu\text{g g}^{-1}$), ácido orgânico (0,36 – 138,80 $\mu\text{g g}^{-1}$) e aminoácido (0,51 – 69,33 $\mu\text{g g}^{-1}$), enquanto as demais classes tiveram menos expressividade.

Tabela 9 - Principais biomoléculas hidrofílicas caracterizadas nas farinhas da amêndoa, casca e integral de pinhão

RI	Composto	Classe	m/z (1)	m/z (2)	m/z (3)	FAP ($\mu\text{g g}^{-1}$)	FCP ($\mu\text{g g}^{-1}$)	FIP ($\mu\text{g g}^{-1}$)
1624,3	Ácido 4-hidroxi-benzóico	Fenol	282	267	223	12,87	5,09	-
1760,1	Ácido vanílico	Fenol	312	297	282	6,78	4,04	-
1813,6	Ácido 3,4-di-hidroxi-benzóico	Fenol	370	355	193	2731,67	228,79	8,10
1948,7	Ácido gálico	Fenol	458	443	281	55,07	25,90	0,79
2091,5	Ácido trans-ferúlico	Fenol	338	323	308	0,41	1,40	-
2555,2	Treo - guaiacil-glicerol - beta - O - 4' - acetovanilona	Fenol	297	223	201	10,58	4,73	-
2572,3	Eritro - guaiacil-glicerol - beta - O - 4' - acetovanillona	Fenol	297	223	201	18,48	7,17	-
2856,1	Epicatequina	Fenol	650	368	355	157,57	284,40	11,49
2868,7	Catequina	Fenol	650	368	355	239,03	518,65	22,03
2411,9	Epigalocatequina	Fenol	648	456	355	28,35	61,46	6,41
2919,9	Galocatequina	Fenol	648	456	355	12,93	50,77	2,13
3160,9	Quercetina	Fenol	647	559	487	114,93	58,52	0,66
1652,1	Ribose	Açúcar	307	277	217	17,13	3,44	0,36

1652,4	Lixose	Açúcar	307	277	217	7,42	12,49	1,35
1656,0	Arabinose	Açúcar	307	277	217	55,92	121,36	6,34
1862,0	Frutose	Açúcar	364	307	217	2175,27	778,54	190,60
1871,7	Frutose	Açúcar	364	307	217	1663,65	641,25	178,50
1887,9	Glucose	Açúcar	319	217	205	478,14	782,74	158,04
1905,2	Glucose	Açúcar	319	217	205	10,53	123,25	16,57
1971,7	Glicopirranose	Açúcar	217	204	191	2556,19	3,65	0,61
2624,9	Sucrose	Açúcar	437	361	217	43770,42	1369,53	7781,90
2751,1	Maltose	Açúcar	361	217	204	0,92	3,94	2,31
1053,1	Ácido láctico	Ácido orgânico	219	191	147	133,59	29,80	42,85
1076,6	Ácido glicólico	Ácido orgânico	205	177	147	37,08	14,59	5,32
1136,3	Ácido 3-hidroxiopropanóico	Ácido orgânico	219	177	147	22,96	14,28	4,00
1311,1	Ácido succínico	Ácido orgânico	247	172	147	111,14	14,68	8,02
1481,5	Ácido málico	Ácido orgânico	335	245	233	7,31	6,17	27,19
1849,6	Ácido quínico	Ácido orgânico	372	345	255	7,63	138,80	1,36
1352,4	Alanina	Aminoácido	290	262	188	0,86	4,51	2,14
1516,3	Ácido piroglutâmico	Aminoácido	258	230	156	69,33	10,65	8,69
1522,8	Cis - 4 - hidroxí - prolina	Aminoácido	332	230	140	24,50	1,72	57,24
1578,9	Prolina [+CO2]	Aminoácido	288	216	186	-	0,79	0,51
1548,8	Fenilalanina	Aminoácido	266	218	192	2,12	1,19	0,71
1490,6	Treitol	Álcool de açúcar	320	217	205	-	2,97	0,70
1500,2	Eritritol	Álcool de açúcar	320	217	205	1,09	4,63	-
1818,7	Manitol	Álcool de açúcar	421	319	217	77,39	11,29	3,61
1923,1	Sorbitol	Álcool de açúcar	421	319	217	37,63	129,28	40,85
1820,1	D-pinitol	Ciclitol	318	260	217	8,57	218,64	1,54
1952,2	Ononitol	Ciclitol	318	260	217	189,31	268,84	67,87
2081,2	Mio-inositol	Ciclitol	318	305	217	0,41	1,40	-
1324,2	Ácido glicérico	Ácido do açúcar	292	205	189	3,15	4,03	-
1981,2	Ácido galactônico	Ácido do açúcar	333	319	292	1,51	10,13	0,33
1334,1	Uracil	Nitrogênio orgânico	255	241	99	-	3,62	-
1266,0	Ácido fosfórico	Fosfato	314	299	283	10,14	5,33	25,90
1805,4	Frutose	Desconhecido	437	347	257	1252,86	13,97	3,17
1806,9	RI=1806.9, 18.1315 min TAM758	Desconhecido	318	260	247	7180,54	1955,96	253,46
1808,7	Frutose	Desconhecido	437	347	257	971,02	3,10	1,68
1835,4	RI=1835.4, 18.5029 min TAM758	Desconhecido	276	244	159	110,90	59,91	1,33
2202,8	RI=2207.3, 22.9820 min TAM758	Desconhecido	319	217	205	-	16,21	1,83
1155,8	Álcool benzílico	Aromático	180	165	135	42,26	85,82	3,44

1234,6	Ureia	Amida	189	171	147	12,58	6,71	32,41
1524,5	Ácido 4-aminobutanóico	Amina	304	216	174	-	1,22	-

NOTA: FAP – Farinha da amêndoa de pinhão; FCP – Farinha da casca de pinhão; FIP – Farinha integral de pinhão

Existe a presença de compostos bioativos. Por exemplo, dentre as substâncias da classe fenol, o ácido protocatecuico (ácido 3,4-dihidroxi-benzoico) apresenta propriedades farmacológicas como antioxidante, antidiabético, anticancerígeno, antibacteriano e anti-inflamatório (KAKKAR; BAIS, 2014).

Ainda a catequina é um aliado para a perda de peso e apresentou (239,03 – 518,65 mg.kg⁻¹) teor superior ao relatado no estudo de Luo *et al.*, 2018 (100 e 400 mg.kg⁻¹). Já a quercetina possui atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, antialérgicas, antivirais e anticancerígenas na faixa de concentração 48,61 - 113,65 mg.kg⁻¹ (LIU *et al.*, 2017).

Na classe de ciclitol o D-pinitol (218,64 mg.kg⁻¹) apresenta capacidade de melhorar o transporte de glicose e sensibilidade à insulina (DO *et al.*, 2008). Além disso, ononitol (67,87 - 268,84 mg.kg⁻¹) apresenta propriedade hepatoprotetora (DHANASEKARAN *et al.*, 2009).

4.2.2 Biomoléculas lipofílicas nas farinhas da amêndoa, casca e integral de pinhão

Os compostos lipofílicos (Tabela 10) tiveram uma variação nos compostos com maior presença de ácido carboxílico (5,27 – 10733,46 µg g⁻¹), α-hidroxiácido (5,35 – 648,49 µg g⁻¹), álcool (3,48 – 127,14 µg g⁻¹) e pequena presença de diterpeno (7,34 – 151,68 µg g⁻¹) e esterol (344,91 – 6176,26 µg g⁻¹).

A classe dos ácidos graxos compõem a maior quantidade de componentes, como os ácidos linoleico (9,12-(Z,Z)-octadecadienoico) (315,13 - 10733,46 mg.kg⁻¹) e oleico (ácido 9-(Z)-octadecenoico) (551,14 - 3312,64 mg.kg⁻¹), que no estudo de Bezan *et al.*, (2018) demonstraram diminuir o colesterol LDL, aumentar o colesterol HDL e reduzir os triglicerídeos dentro das concentrações encontradas neste trabalho.

Na classe esterol, o campesterol e o β -sitosterol merecem destaque, pois são eficazes na redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos (RUDKOWSKA *et al.*, 2008). Negativamente, foi identificado o ácido eicosanóico (145,92 – 1537,51 mg.kg⁻¹) e docosanoico (268,62 – 1236,91 mg.kg⁻¹) que podem causar apoptose no fígado em uma dieta rica em gordura, podendo progredir de uma esteatose simples para esteatoepatite (SERVIDDIO *et al.*, 2016).

Tabela 10 - Principais biomoléculas lipofílicas caracterizadas nas farinhas da amêndoa, casca e integral de pinhão

RI	Identity	Classe	m/z (1)	m/z (2)	m/z (3)	FAP ($\mu\text{g g}^{-1}$)	FCP ($\mu\text{g g}^{-1}$)	FIP ($\mu\text{g g}^{-1}$)
1724,3	Ácido tetradecanoico	Ácido carboxílico	242	199	143	68,90	121,72	160,92
2018,6	Ácido heptadecanoico	Ácido carboxílico	284	199	143	58,85	68,14	74,76
2094,7	9,12-(Z,Z)-ácido octadecadienóico	Ácido carboxílico	294	262	220	315,13	6942,85	10733,46
2101,7	Ácido 9-(Z)-octadecenoico	Ácido carboxílico	296	264	222	551,14	3639,34	3312,64
2257,2	v,w,x,y,z-ácido eicosapentaenoico	Ácido carboxílico	147	105	91	12,71	99,68	278,99
2272,7	x,y,z-ácido eicosatrienoico	Ácido carboxílico	135	121	91	33,05	2091,38	5632,17
2295,4	8,11-(Z,Z)-Ácido eicosadienoico	Ácido carboxílico	322	290	192	-	134,22	274,62
2328,2	Ácido eicosanoico	Ácido carboxílico	326	199	143	145,92	1161,72	1537,51
2530,0	Ácido docosanoico	Ácido carboxílico	354	199	143	268,62	1147,01	1236,91
2730,6	Ácido tetracosanoico	Ácido carboxílico	382	199	143	460,56	315,92	150,68
2832,5	Ácido pentacosanoico	Ácido carboxílico	396	199	143	42,59	23,01	5,27
2932,3	Ácido hexacosanoico	Ácido carboxílico	410	199	143	199,52	82,06	16,70
2706,1	Acido 2-hidroxidocosanoico	α -hidroxiácido	427	383	159	86,12	33,91	7,51
2804,6	2 - Ácido hidroxitricosanoico	α -hidroxiácido	441	397	159	214,92	52,55	5,35
2904,1	Ácido 2-hidroxitetracosanoico	α -hidroxiácido	455	411	159	648,49	213,44	15,55
2999,1	Ácido 2-hidroxipentacosanoico	α -hidroxiácido	469	425	159	265,69	78,00	-
3091,9	Ácido 2-hidroxhexacosanoico	α -hidroxiácido	483	439	159	108,06	38,27	6,71
1566,6	Dodecanol	Álcool	243	111	97	11,30	20,48	16,02
2546,4	Docosanol	Álcool	383	111	97	90,18	90,02	48,78
2743,6	Tetracosanol	Álcool	411	111	97	78,68	48,04	16,91
2873,6	8-Heptacosanol	Álcool	453	369	201	127,14	120,90	118,93
2939,6	Hexacosanol	Álcool	439	111	97	38,95	14,31	3,48

2342,5	Ácido 13-isopropil-podocarpa-6,8,11,13-tetraenóico-15	Diterpeno	312	237	197	151,68	21,32	7,34
2345,7	Ácido 13-isopropil-podocarpa-8,11,13-trienóico -15	Diterpeno	314	299	239	99,51	20,41	27,00
3230,9	24-Metil-colest-5-en-3 β -ol (campesterol)	Esterol	472	382	343	545,67	499,81	344,91
3312,8	24-Etilcoleste-5-en-3 β -ol (β -sitosterol)	Esterol	486	396	357	6176,26	2573,35	1357,29

NOTA: FAP – Farinha da amêndoa de pinhão; FCP – Farinha da casca de pinhão; FIP – Farinha integral de pinhão

4.3 DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DAS FARINHAS DA AMÊNDOA, CASCA E INTEGRAL DE PINHÃO

No processo de digestão das farinhas, as liberações de compostos bioativos entre farinhas e entre fases (controle, gástrica e intestinal) estão descritas na Tabela 11.

A FCP liberou mais compostos bioativos nas fases da digestão do que as outras duas farinhas em todos os parâmetros analisados. No entanto, analisando a liberação de bioativos de cada farinha em cada fase, houve oscilação.

Para compostos fenólicos totais (CFT) e antioxidante estimado por FRAP (Tabela 11), a FAP e FCP tiveram maior liberação de compostos na fase gástrica, enquanto que a maior liberação para a FIP foi na fase não digerível (controle). Para flavonoides, a maior liberação de compostos antioxidante ocorreu na fase não digerível. Para ABTS na fase não digerível houve maior liberação de compostos para a FCP, na fase gástrica foi para FIP e na fase intestinal foi para a FAP. E para DPPH a fase não digerível apresentou maior liberação de compostos na FIP e FCP, a FAP liberou mais compostos na fase gástrica.

Tabela 11 - Digestibilidade gástrica e intestinal *in vitro* de compostos bioativos das farinhas de amêndoa, casca e integral de pinhão

Parâmetro	Amostra	Controle	Gástrica	Intestinal
CFT (mg EAG/g)	FAP	0,80 ^{Cc} ± 0,01	1,71 ^{Ca} ± 0,17	1,06 ^{Bb} ± 0,08
	FCP	28,99 ^{Ab} ± 0,91	32,61 ^{Aa} ± 1,40	11,43 ^{Ac} ± 0,98
	FIP	20,69 ^{Ba} ± 0,98	12,00 ^{Bb} ± 0,50	0,59 ^{Bc} ± 0,06
Flavonoides	FAP	0,82 ^{Ca} ± 0,05	0,08 ^{Bb} ± 0,01	0,07 ^{Cb} ± 0,00
	FCP	50,01 ^{Aa} ± 1,92	15,32 ^{Ac} ± 0,96	27,06 ^{Ab} ± 2,36
	FIP	24,64 ^{Ba} ± 1,28	15,13 ^{Ab} ± 1,12	3,96 ^{Bc} ± 0,09

ABTS (mg trolox/g)	FAP	6,65 ^{Cb} ± 0,17	6,71 ^{Cb} ± 0,69	9,37 ^{Ba} ± 1,01
	FCP	527,98 ^{Aa} ± 1,84	397,91 ^{Ab} ± 10,36	255,50 ^{Ac} ± 3,51
	FIP	62,54 ^{Bb} ± 1,05	101,81 ^{Ba} ± 3,59	7,11 ^{Bc} ± 0,46
DPPH (mg/mg DPPH)	FAP	8,33 ^{Cb} ± 0,12	12,25 ^{Ca} ± 0,13	2,81 ^{Bc} ± 1,06
	FCP	601,24 ^{Aa} ± 3,76	384,82 ^{Ab} ± 8,86	147,56 ^{Ac} ± 5,82
	FIP	333,15 ^{Ba} ± 5,12	158,92 ^{Bb} ± 1,52	10,65 ^{Bc} ± 1,09
FRAP	FAP	4,36 ^{Cc} ± 0,17	6,88 ^{Ca} ± 0,22	5,14 ^{Bb} ± 0,10
	FCP	64,09 ^{Aa} ± 0,53	64,37 ^{Aa} ± 1,37	53,25 ^{Ab} ± 1,74
	FIP	63,26 ^{Ba} ± 0,45	57,57 ^{Bb} ± 0,18	5,20 ^{Bc} ± 0,18

NOTA: FAP – Farinha da amêndoa de pinhão; FCP – Farinha da casca de pinhão; FIP – Farinha integral de pinhão.

Médias ± desvio padrão, n_≥4. Para cada análise, os valores médios indicados com letras maiúsculas em linha diferente indicam diferenças significativas (p < 0,05) entre todas as amostras (FAP, FCP E FIP) em cada fase de digestão, de acordo com teste de Tukey (p < 0,05). Os valores médios indicados com letras minúsculas em coluna indicam diferenças significativas (p < 0,05) em cada fase da digestão (controle, gástrica e intestinal) em cada amostra, de acordo com teste de Tukey (p < 0,05).

As interações moleculares de compostos fenólicos e enzimas digestivas, mostraram que as ligações não covalentes, hidrofóbicas e outras forças eletrostáticas são a chave para a inibição enzimática dessas enzimas, estão relacionadas principalmente à estrutura dos compostos fenólicos, como número de grupos hidroxilas, presença de glicosilação, posição e número de unidades glicosil e complexidade estrutural (GATTO *et al.*, 2021).

A biodisponibilidade dos compostos antioxidantes variou de acordo com o trato gastrointestinal (temperatura, pH e enzimas). Os polifenóis são sensíveis às condições alcalinas, onde uma proporção dos compostos pode ser transformada em diferentes formas estruturais com outras propriedades químicas e atividade biológica (BESSADA *et al.*, 2019).

A liberação de CFT após a digestibilidade *in vitro* da FCP (Figura 8 - a) foi de 11% maior na fase gástrica do que a fase não digerível. Em ABTS (Figura 8 - c), DPPH (Figura 8 - d) e flavonoides (Figura 8 - b), a farinha da casca na fase não digerível apresentou 25%, 41% e 69% respectivamente, a mais, de compostos bioativos liberados em relação à fase gástrica, mostrando uma diminuição da liberação de compostos após a digestão. Já para FRAP a liberação de compostos praticamente não variou da fase não digerível para a gástrica.

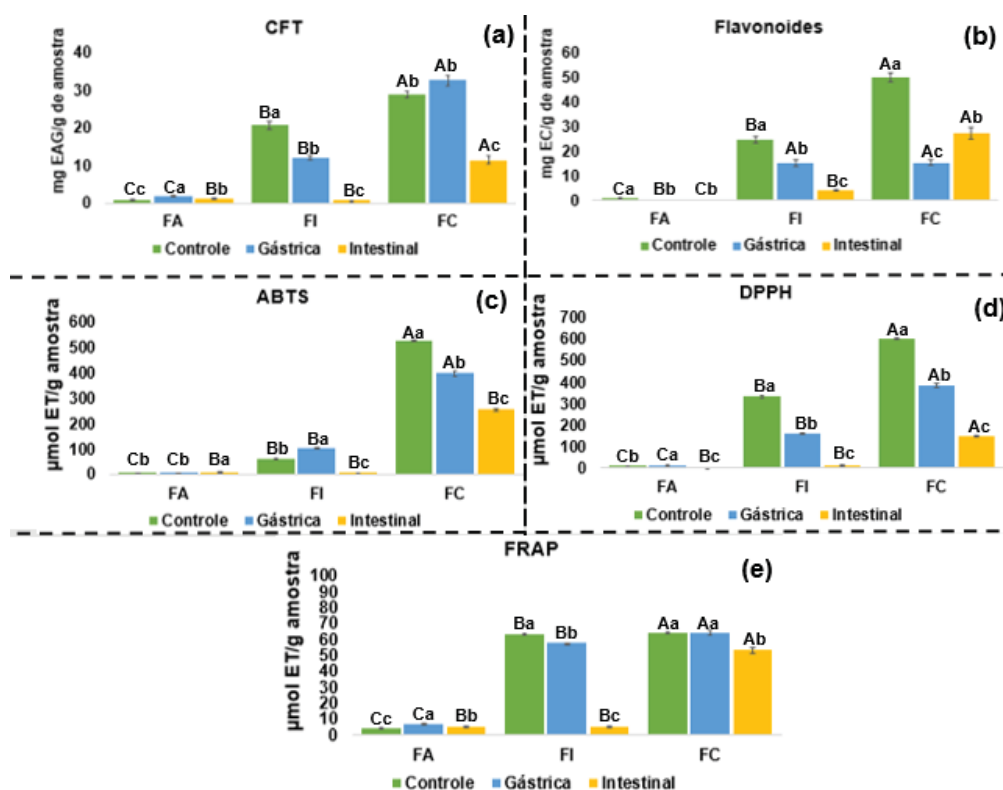


Figura 8 - Digestibilidade *in vitro* de compostos bioativos - a) CFT, b) Flavonoides c) ABTS, d) DPPH, e) FRAP

Para a FIP, os maiores índices de liberação de compostos bioativos foram na fase controle, exceto para ABTS. Para a FAP, a maior liberação de compostos bioativos ocorreu na fase gástrica (25% a mais que na fase intestinal) indicada na análise de FRAP, para os demais parâmetros os índices foram inferiores a esse valor e não variou.

4.4 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO AMIDO DE PINHÃO

4.4.1 Capacidade de absorção de água e óleo e capacidade de solubilização em água das farinhas funcionais

A capacidade de absorção de água da FCP foi superior às demais, o que pode ser atribuído a sua maior quantidade de fibras. Este fenômeno era inicialmente inesperado, pois há mais amido (carboidratos) na FAP e FIP que absorveram menos água e há mais celulose (fibras) na FCP. Não houve diferença significativa entre as FAP e FIP (Tabela 12).

Tabela 12 – Capacidade de absorção de água e óleo e capacidade de solubilização em água das farinhas de pinhão

Propriedade	Amostra	Absorção
Absorção de água g/g	FAP	3,96 ^b ± 1,06
	FCP	4,84 ^a ± 1,36
	FIP	3,55 ^b ± 0,90
Absorção de óleo g/g	FAP	1,90 ^c ± 0,32
	FCP	3,86 ^a ± 1,02
	FIP	2,40 ^b ± 0,49
Solubilidade em água g/g	FAP	11,29 ^a ± 0,31
	FCP	8,76 ^a ± 0,32
	FIP	10,85 ^a ± 0,32

NOTA: Letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias pelo teste de Tukey (ANOVA). $n=3$

Quanto à absorção de óleo, todas as farinhas diferiram entre si, sendo que a FCP absorveu mais óleo. Destacando que essa característica propicia propriedade de consistência, adesão e viscosidade, melhorando a textura e facilitando na substituição de outros ingredientes (RODRIGUEZ-AMBRIZ *et al.*, 2005). A FAP absorveu menos óleo, essa baixa absorção pode estar relacionada com a baixa hidrofobicidade desta farinha, dificultando interação das proteínas com o óleo (ZHANG *et al.*, 2012).

A solubilidade das farinhas em água (25°C), não revelou diferença significativa. A solubilidade em água é uma propriedade que reflete a quantidade de sólidos solúveis na água, indicando o grau de cozimento das farinhas (FLORES-FARÍAS *et al.*, 2000). O valor de solubilidade da FAP observado neste trabalho (11,29 g/g) foi maior do que relatado (3 - 6,9 g/g) por Zortéa-Guidolin *et al.*, (2017), os quais analisaram a farinha de amêndoa de pinhão a 55°C. Em contrapartida foi menor ao encontrado (15 g/g) por Bello-Pérez *et al.* (2006), ao analisar a farinha da amêndoa de pinhão a 70°C. Isto sugere que a temperatura de processamento pode influenciar nas características finais do alimento.

4.5 PRODUÇÃO DA BARRA DE CEREAL

A produção das barras de cereal ocorreu com a produção de uma calda base e depois a homogeneização dos ingredientes secos (Figura 9).



Figura 9 – Produção da barra de cereal – A: ingredientes; B: calda base; C: calda base ponto de fervura; D: massa da barra de cereal.

Após a produção das barras de cereal, dez formulações (Figura 10) foram obtidas. Pode-se observar que as amostras D (1% FCP), E (2,5% FCP), F (5% FCP) e I (5% FIP), possuem coloração marrom mais escuro que as demais, isso se dá pela presença de farinha da casca de pinhão que possui coloração marrom escuro.

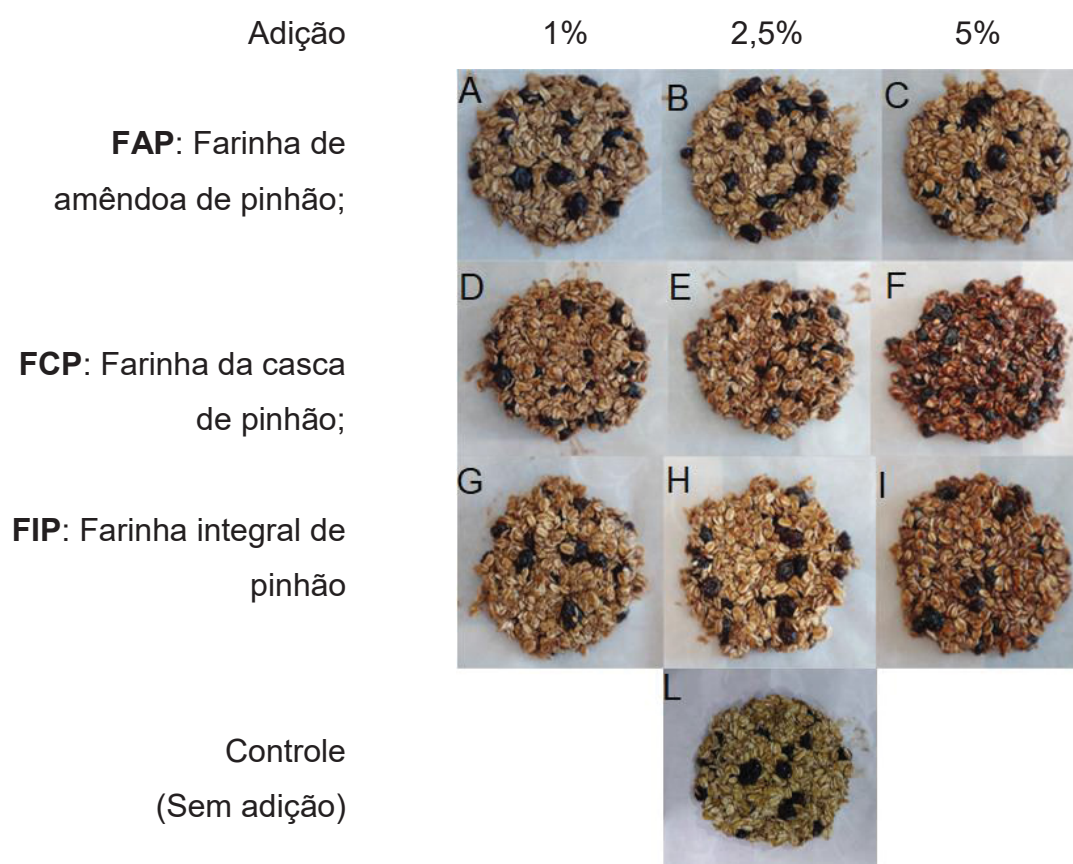


Figura 10 – Disco da massa usada para produção de barras de cereal.

NOTA: FAP - Farinha de amêndoa de pinhão; FCP - Farinha da casca de pinhão; FIP - Farinha integral de pinhão - A: 1%FAP; B: 2,5% FAP; C: 5% FAP; D: 1% FCP; E: 2,5% FCP; F: 5% FCP; G: 1% FIP; H: 2,5% FIP; I: 5% FIP; L: controle.

4.5.1 Caracterização centesimal das barras de cereal

A composição centesimal das barras de cereal não apresentou diferença significativa entre as dez formulações para os teores de proteínas, fibras insolúveis e solúveis (Tabela 13). Exceto para os teores de lipídios e de umidade que variaram, sendo que a última propriedade pode reduzir o tempo de vida de prateleira. As barras com adição de FCP tiveram maiores teores de lipídios, o que confirma a maior capacidade de absorção de óleo que fica retida na barra. O conteúdo de fibras também foi superior em comparação às amostras com farinha da amêndoa e integral de pinhão.

Tabela 13 – Composição centesimal das barras de cereal com adição das farinhas funcionais e controle (g/100g)

Amostra	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lípidos	Fibras Insolúveis	Fibras Solúveis	Carboidrato	Valor calórico total (kcal/100g)
FAP 1%	13,51 ^{abc} ± 0,22	1,35 ^a ± 0,09	7,52 ^a ± 0,01	0,73 ^c ± 0,04	13,12 ^a ± 1,20	3,38 ^a ± 0,33	73,90	332,25
FAP 2,5%	14,30 ^a ± 0,39	1,37 ^a ± 0,03	8,43 ^a ± 0,62	1,66 ^{abc} ± 0,09	10,61 ^a ± 0,08	3,21 ^a ± 0,09	74,72	347,54
FAP 5%	12,67 ^{cd} ± 0,12	1,39 ^a ± 0,04	7,26 ^a ± 0,33	1,52 ^{abc} ± 0,22	11,81 ^a ± 0,46	4,05 ^a ± 0,00	73,97	338,6
FCP 1%	11,01 ^e ± 0,29	1,35 ^a ± 0,09	7,93 ^a ± 0,55	2,02 ^{ab} ± 0,12	15,21 ^a ± 0,01	3,79 ^a ± 2,39	69,70	328,7
FCP 2,5%	13,94 ^{abc} ± 0,50	1,47 ^a ± 0,04	7,12 ^a ± 0,50	1,76 ^{ab} ± 0,05	15,75 ^a ± 1,09	2,71 ^a ± 0,56	71,19	329,08
FCP 5%	14,90 ^a ± 0,23	1,36 ^a ± 0,01	6,66 ^a ± 0,36	2,26 ^{ab} ± 0,21	15,97 ^a ± 1,85	3,05 ^a ± 0,16	70,70	329,78
FIP 1%	13,24 ^{bc} ± 0,31	1,34 ^a ± 0,10	8,33 ^a ± 0,21	1,70 ^{abc} ± 0,11	13,93 ^a ± 2,52	4,85 ^a ± 0,38	70,45	330,42
FIP 2,5%	14,49 ^{ab} ± 0,28	1,28 ^a ± 0,01	7,8 ^a ± 0,12	1,61 ^{abc} ± 0,09	10,58 ^a ± 1,59	2,79 ^a ± 0,20	77,21	354,53
FIP 5%	14,25 ^{ab} ± 0,15	1,27 ^a ± 0,06	7,90 ^a ± 0,02	0,85 ^{bc} ± 0,09	11,02 ^a ± 3,68	2,59 ^a ± 0,39	77,63	349,77
Controle	11,72 ^{de} ± 0,43	1,24 ^a ± 0,07	8,27 ^a ± 0,05	2,83 ^a ± 0,31	13,07 ^a ± 0,52	3,2 ^a ± 0,11	72,62	349,03

NOTA: FAP – Farinha da amêndoa de pinhão; FCP – Farinha da casca de pinhão; FIP – Farinha integral de pinhão. Letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias pelo teste de Tukey (ANOVA).

Em pesquisa realizada por Timm *et al.*, (2020), foi verificada a composição centesimal de barra de cereal com adição de nanosuspensão de casca de pinhão. Ao comparar os resultados do presente estudo, foi possível observar que os teores de proteínas e fibras alimentares foram superiores ao produto elaborado com nanosuspensão, 6,60 g e 6,38 g, respectivamente.

Ao contrário da proposição de Timm *et al.* (2020) que usa nanotecnologia, a tecnologia proposta utiliza operações unitárias simples o que permite a transferência para pequenas indústrias e produtores coloniais, o que vem ao encontro com o desenvolvimento socioeconômico da população de regiões produtoras de pinhão. Assim, ocorre a sustentabilidade econômica e também contribui com a mitigação da floresta das Araucárias de pequenas propriedades.

Silva *et al.*, (2016) produziram uma barra de cereal com farinha de jerivá, e mesmo a formulação com 20% de farinha de jerivá, não obteve frações de fibras superiores ao encontrado neste estudo. O mesmo ocorreu no desenvolvimento de uma barra de cereal com farinha da semente de jaca, elaborado por Meethal *et al.*, (2017), suas frações de fibras variaram de 7,56 a 9,66 g/100 g.

Todas as formulações de barra de cereal apresentaram elevado conteúdo de minerais importantes (Tabela 14). Destacaram-se os microminerais essenciais cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), que são compostos necessários para a condição fisiológica adequada do corpo, que podem ser administrados por via oral na dieta enteral ou parenteral, e são necessários para manter um equilíbrio adequado de nutrientes (DAVIDI *et al.*, 2011; SRIRAM; LONCHYNA, 2009). Fazendo das barras desenvolvidas com as farinhas de pinhão, rica em minerais.

Tabela 14 – Caracterização de minerais das barras de cereal com as farinhas de pinhão

Amostra	K (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	*Cu (mg)	*Fe (mg)	*Mn (mg)	*Zn (mg)
FAP 1%	4,00 ^a ± 0,17	6,15 ^{abc} ± 0,22	0,63 ^a ± 0,08	4,33 ^a ± 1,53	50,80 ^a ± 3,86	31,17 ^d ± 3,93	11,67 ^{bc} ± 1,04
FAP 2,5%	3,00 ^{bc} ± 0,17	5,40 ^c ± 0,52	0,65 ^a ± 0,09	3,00 ^a ± 1,00	49,60 ^a ± 8,51	33,15 ^{cd} ± 1,47	12,33 ^{abc} ± 1,26
FAP 5%	4,03 ^a ± 0,12	5,33 ^c ± 0,24	0,63 ^a ± 0,03	3,67 ^a ± 0,58	56,00 ^a ± 6,61	35,42 ^{bcd} ± 1,30	11,00 ^c ± 1,00
FCP 1%	3,40 ^{bc} ± 0,10	5,87 ^{abc} ± 0,58	0,68 ^a ± 0,03	4,00 ^a ± 1,00	56,80 ^a ± 2,77	40,80 ^{abc} ± 3,90	12,00 ^{bc} ± 0,50
FCP 2,5%	3,07 ^{bc} ± 0,15	6,47 ^{abc} ± 0,94	0,70 ^a ± 0,05	4,00 ^a ± 1,00	54,80 ^a ± 4,85	40,80 ^{abc} ± 2,25	13,67 ^{abc} ± 2,02
FCP 5%	2,93 ^{bc} ± 0,55	5,75 ^{abc} ± 0,10	0,65 ^a ± 0,05	4,33 ^a ± 1,53	52,40 ^a ± 5,41	35,13 ^{bcd} ± 3,83	13,00 ^{abc} ± 0,87
FIP 1%	2,97 ^{bc} ± 0,12	5,57 ^{bc} ± 0,03	0,68 ^a ± 0,03	3,67 ^a ± 0,58	55,60 ^a ± 1,83	42,78 ^{ab} ± 2,14	12,50 ^{abc} ± 1,50
FIP 2,5%	2,73 ^c ± 0,21	5,77 ^{abc} ± 0,06	0,75 ^a ± 0,05	4,33 ^a ± 0,58	59,20 ^a ± 4,21	45,90 ^a ± 3,71 ^a	14,00 ^{abc} ± 1,32
FIP 5%	2,93 ^{bc} ± 0,15	6,62 ^{ab} ± 0,28	0,67 ^a ± 0,03	3,67 ^a ± 0,58	53,20 ^a ± 1,83	37,97 ^{abcd} ± 2,60	14,50 ^{ab} ± 0,87
Controle	2,03 ^d ± 0,12	6,83 ^a ± 0,13	0,73 ^a ± 0,03	3,67 ^a ± 1,15	55,20 ^a ± 5,23	41,65 ^{ab} ± 1,47	15,67 ^a ± 0,29
IDR _{Homem} 19-50 anos	3510	1000	400	0,9	8	2,3	11
IDR _{Mulher} 19-50 anos	3510	1000	310	0,9	18	1,8	8

NOTA: FAP – Farinha da amêndoa de pinhão; FCP – Farinha da casca de pinhão; FIP – Farinha integral de pinhão.

*Valores superiores a 30% (Fonte de minerais) da respectiva Ingestão Diária Recomendada (IDR) (DRI, 2001) para homens e mulheres.

Letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença significativa (p<0,05) entre as médias pelo teste de Tukey (ANOVA).

Silva *et al.*, (2016) utilizaram farinha de jerivá para enriquecimento de barra de cereal e também obtiveram teores de microminerais elevados, fazendo desse produto fonte de minerais. O mesmo não foi encontrado nas barras de cereais desenvolvida por Moreira-Araújo *et al.*, (2012), que adicionaram farinha de feijão-caupi e obtiveram valores baixos desses nutrientes.

Os resultados obtidos para compostos bioativos analisados nas amostras de barra de cereal com farinhas de pinhão, estão apresentados na Tabela 15.

A barra de cereal FIP 5% e FCP 5% se destacaram sendo estatisticamente diferentes e com conteúdo fenólico e atividade antioxidante por ABTS, superior às demais amostras. Confirmando a carga nutricional já constatada nas FCP e FIP, relatadas anteriormente. As demais amostras não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 15 – Teor dos compostos fenólicos totais e atividade antioxidante das barras de cereal

Amostra	Compostos fenólicos totais (mg EAG/g)	ABTS+ (mg trolox/g)	DPPH (mg/mg DPPH)
FAP 1%	57,64 ^{bcd} ± 0,65	98,83 ^d ± 1,02	1,51 ^d ± 0,09
FAP 2,5%	63,73 ^{abcd} ± 1,61	105,28 ^{cd} ± 1,46	1,55 ^{cd} ± 0,04
FAP 5%	57,70 ^{bcd} ± 1,95	106,73 ^{cd} ± 1,77	1,58 ^{cd} ± 0,01
FCP 1%	47,39 ^{cd} ± 0,63	104,75 ^{cd} ± 1,36	1,60 ^{cd} ± 0,01
FCP 2,5%	66,04 ^{abc} ± 2,69	111,87 ^{bd} ± 1,51	1,64 ^{bc} ± 0,00
FCP 5%	76,40 ^{ab} ± 14,63	119,19 ^b ± 1,10	1,79 ^a ± 0,01
FIP 1%	54,98 ^{cd} ± 12,26	113,90 ^{bd} ± 1,12	1,73 ^{ab} ± 0,01
FIP 2,5%	74,68 ^{abc} ± 2,86	119,39 ^b ± 1,22	1,80 ^a ± 0,02
FIP 5%	91,36 ^a ± 7,34	138,36 ^a ± 1,82	1,50 ^d ± 0,01
Controle	39,65 ^d ± 4,49	109,41 ^{bcd} ± 0,36	1,63 ^{bc} ± 0,02

NOTA: FAP – Farinha da amêndoa de pinhão; FCP – Farinha da casca de pinhão; FIP – Farinha integral de pinhão. Letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias pelo teste de Tukey (ANOVA).

Segundo Kaur *et al.*, (2018), a barra de cereal desenvolvida a base de quinoa, havia 0,51 mg GAE/g de compostos fenólicos, o que é muito inferior ao encontrado nas barras de cereal adicionadas das farinhas funcionais de pinhão. No presente estudo, o preparo da barra ou os demais componentes da barra afetaram na análise de antioxidante por DPPH (Tabela 15) das barras, o que cabe estudos adicionais para determinar esse aspecto.

As barras de cereal com casca de pinhão e farinha integral de pinhão, obtiveram características distintas pela presença de casca de pinhão, que possui compostos fenólicos proporcionando coloração característica e pronunciada carga de bioativos. Os compostos fenólicos tem participação no sabor e odor, na coloração e na vida de prateleira, estando a concentração de fenólicos correlacionada com a capacidade antioxidante (Chitarra; Chitarra, 2005).

4.6 ANÁLISE SENSORIAL DAS BARRAS DE CEREAL

4.6.1 Aceitação quanto a cor/aparência, odor e sabor/textura e intenção de compra

A análise sensorial explorou a avaliação hedônica dos produtos finais. O teste contou com 50 assessores não treinados, sendo composto por 86% de mulheres e 14% de homens, com idade na faixa entre 23 e 55 anos. Todos eram graduandos ou pós-graduandos consumidores de barra de cereais.

As amostras passaram por análises microbiológicas para garantir a biossegurança alimentar para aplicação na análise sensorial, sendo que não foram identificados presença de Bolores e leveduras/g, *Escherichia coli*/g e *Salmonella sp.*

Para o teste de aceitação do produto, a escala hedônica de 9 pontos (1 – desgostei extremamente a 9 - gostei extremamente) foi aplicada. Os assessores atribuíram notas para as 10 formulações de barra de cereal para: cor, sabor, textura e aceitação global (Tabela 16).

Tabela 16 – Teste de aceitação por escala hedônica de 9 pontos

Amostra	Cor/Aparência	Odor	Sabor/Textura	Aceitabilidade global
FAP 1%	7,00 ^a ± 1,73	6,50 ^a ± 1,50	6,96 ^a ± 1,64	7,06 ^a ± 1,37
FAP 2,5%	6,98 ^a ± 1,83	6,50 ^a ± 1,43	6,96 ^a ± 1,39	6,94 ^a ± 1,49
FAP 5%	6,84 ^{ab} ± 1,90	6,46 ^a ± 1,34	7,02 ^a ± 1,75	7,12 ^a ± 1,54
FCP 1%	6,76 ^{ab} ± 1,33	6,82 ^a ± 1,30	7,14 ^a ± 1,56	7,30 ^a ± 1,32
FCP 2,5%	6,50 ^{ab} ± 1,60	6,62 ^a ± 1,38	7,20 ^a ± 1,96	7,10 ^a ± 1,71
FCP 5%	5,76 ^{ab} ± 2,02	6,42 ^a ± 1,38	7,32 ^a ± 1,47	7,10 ^a ± 1,37
FIP 1%	6,22 ^{ab} ± 2,03	6,60 ^a ± 1,27	7,18 ^a ± 1,52	7,02 ^a ± 1,31
FIP 2,5%	6,98 ^a ± 1,22	6,58 ^a ± 1,10	7,10 ^a ± 1,74	7,08 ^a ± 1,60
FIP 5%	6,44 ^{ab} ± 1,71	6,58 ^a ± 1,21	7,22 ^a ± 1,32	7,18 ^a ± 1,32
Controle	6,10 ^{ab} ± 1,91	6,62 ^a ± 1,27	6,94 ^a ± 1,77	6,92 ^a ± 1,54

NOTA: Barras de cereal com adição de farinhas funcionais: FAP – Farinha da amêndoa de pinhão; FCP – Farinha da casca de pinhão; FIP – Farinha integral de pinhão. Letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias pelo teste de Tukey (ANOVA).

As barras de cereal controle ou com adição de uma das farinhas funcionais de pinhão não diferiram significativamente entre si para os parâmetros odor, sabor/textura e aceitabilidade global. Para o parâmetro cor/aparência, as amostras FAP 1%, FAP 2,5% e FIP 2,5% foram similares estatisticamente e com as maiores notas, possuindo uma cor caramelo (Figura 10A, 10B, 10H). Em contrapartida a amostra FCP 5% foi a que obteve menor nota, o que pode ser atribuído por sua tonalidade mais escura, próximo a marrom escuro. Logo, a FCP pode provocar menor preferência da maioria dos assessores, que extrapolando para o consumidor, restringe o valor de adição deste tipo de farinha funcional. Uma alternativa para sanar esse fato, seria a savorização da barra de cereal.

Para os parâmetros odor e sabor/textura as barras de cereal FCP foram as mais aceitas, sendo FCP 2,5% e FCP 5%, respectivamente. Para os mesmos parâmetros, as amostras contendo FAP foram as que receberam menores notas, sendo FAP 1% e FAP 2,5%. Além disso, na aceitação global foi dada melhor nota para a amostra FCP 1%, considerada a preferida pelos participantes da pesquisa.

Diante de todos os parâmetros analisados, as notas se enquadraram de 5,76 a 7,32, ou seja, de 5 “indiferente” e de 7 “gostei moderadamente”. Essa ordem de aceitação foi relatada para a barra de cereal com semente de quinoa, com nota 7 “gostei moderadamente” (SILVA *et al.*, 2011). Esse nível de aceitação pode ser decorrente da busca atual por alimentos mais saudáveis.

Ainda, para o presente estudo, a aceitação global (6,94 a 7,30) acima da amostra controle (6,92), permite afirmar que a substituição parcial (1 a 5%) de aveia por qualquer uma das farinhas funcionais produzidas, foi capaz de conferir características desejáveis para uma barra de cereal funcional com chances de sucesso no mercado alimentício.

Quanto a intenção de compra, na Figura 11 está a classificação de cada amostra com relação a aquisição das mesmas.

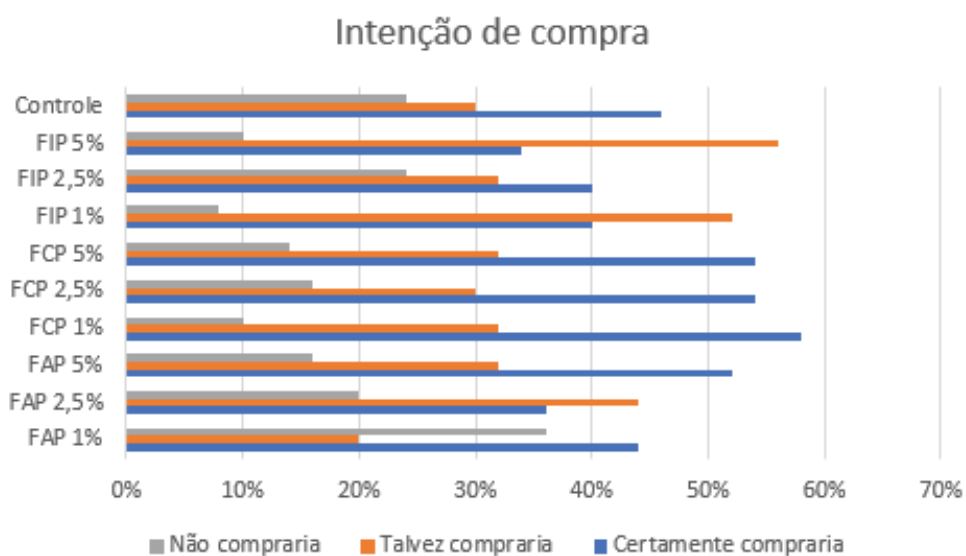


Figura 11 – Intenção de compra das amostras de barras de cereal com: FAP - Farinha de amêndoa de pinhão; FCP - Farinha da casca de pinhão; FIP - Farinha integral de pinhão.

Os resultados obtidos para intenção de compra foram satisfatórios, onde os assessores apontaram “Certamente compraria” para todas as amostras analisadas. Os apontamentos de que não comprariam foram em menor número em todos os casos. As barras de cereal com FCP obtiveram as maiores taxas de intenção de compra. Logo, a inserção de até 5% da FCP à barra de cereal pode ser realizada sem que haja alterações sensoriais negativas. Adicionalmente, a intenção de compra não tem correlação linear com a quantidade de adição de farinhas, o que reflete a complexidade da avaliação de assessores não treinados.

Por último, a aparência de um produto com característica mais integral pode atingir os extremos entre agradar e não agradar o consumidor. Mas, o mais importante é que para atributos de textura e sabor não apresentou diferença significativa em até 5% de adição de farinhas de pinhão. Estudos futuros, podem explorar adições superiores destas farinhas para disponibilizar mais biocompostos e aumentar os benefícios à saúde.

4.6.2 Perfil Flash

Apesar das dez amostras não apresentarem diferenças significativas entre si na maioria dos parâmetros analisados, através da Análise de Procrustes Generalizada (GPA) foi avaliado o perfil sensorial por meio do Perfil Flash. Foi realizado o levantamento de atributos e sua intensidade, comprovando as diferenças entre as

amostras mais distintas de acordo com a farinha utilizada e este levantamento de atributos (descritores sensoriais) é o primeiro na literatura para barras de cereal com farinhas de diferentes partes do pinhão. As amostras utilizadas nessa etapa foram às adicionadas de 5% de farinha da amêndoa, casca ou integral de pinhão e uma sem farinha (controle). Dos 50 consumidores, 15 pessoas, escolhidas aleatoriamente, foram consideradas aptas para continuar a análise no Perfil Flash, depois da seleção aplicada.

O biplot do GPA confirmou a diferenciação de amostras e a matriz de consenso por meio de uma representação adequada das respostas dos assessores. Adequada pois, a soma da explicação dos dois primeiros fatores atingiu 84,94%, e o primeiro (F1) atingiu 63,27% como mostra a Figura 12.

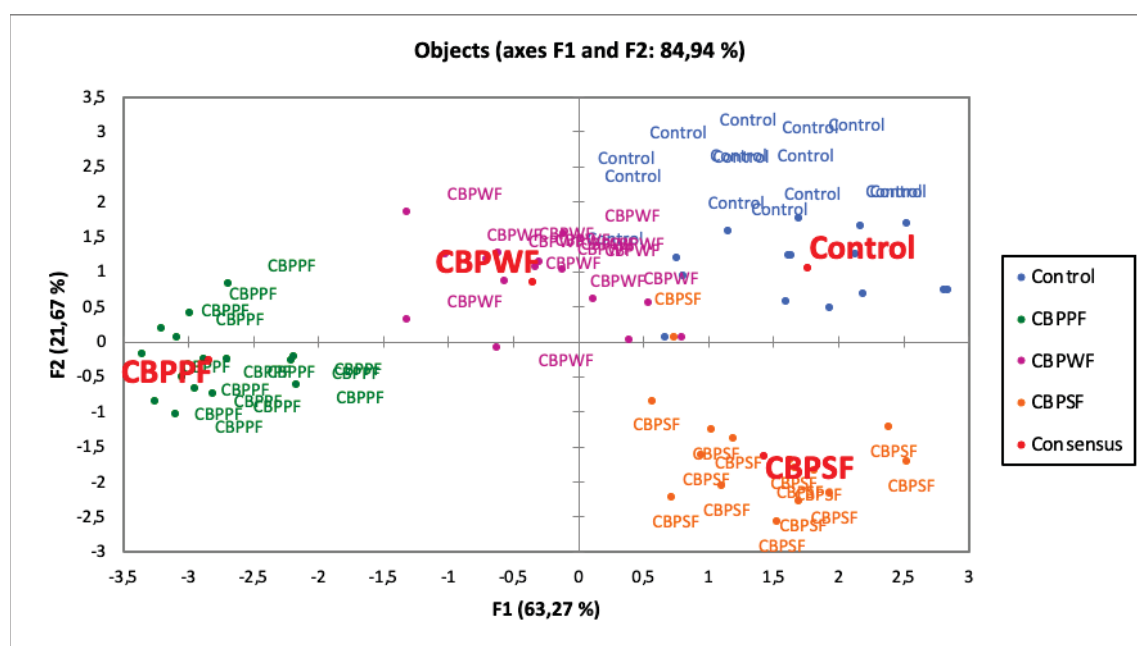


Figura 12 - Biplot mostra os resultados do GPA do Perfil Flash e o consenso para as amostras de barra de cereal com farinhas de pinhão.

NOTA: Control: controle; CBPPF: 5% FCP; CBPWF: 5% FIP; CBPSF: 5% FAP.

As coordenadas das espécies em ambas as dimensões da matriz de consenso foram 1,4291 (F1) e - 2,234 (F2) para a barra de cereal com FAP; 1,7664 (F1) e 1,057 (F2) para a barra de cereal sem adição de farinha funcional (controle), - 0,3496 (F1) e - 0,8480 (F2) para barra de cereal com FIP e - 2,8459 (F1) e - 0,2690 (F2) para a barra de cereal com FCP. A distinção eficiente entre os tipos de barras foi confirmada por $p < 0,0001$ (alfa 0,05) no teste dimensional entre F1 e F2.

A amostra CBPSF e controle estão positivamente correlacionados com F1, a CBPWF está negativamente correlacionada com F1 e positivamente com F2, juntamente com o controle. E a CBPPF está negativamente correlacionado com ambas as dimensões de explicação dos dados. O mais importante é que nenhuma amostra se encontra no mesmo quadrante que outra, e este fato confirma a eficácia do Perfil Flash em diferenciar amostras, ao mesmo tempo em que as descreve com termos únicos, levantados por assessores não treinados. Enquanto não houve diferença significativa na avaliação hedônica para a maioria dos atributos, o Perfil Flash encontrou diferença significativa nas amostras, e também apresenta terminologia que pode ser considerada positiva e negativa.

Utilizando a metodologia Perfil Flash, o perfil de odor, cor e sabor das amostras foram distinguidos e importantes descritores sensoriais compilados na Figura 13. Analisando as barras no consenso (amostras em laranja), cada barra de cereal pode ser correlacionada com sua terminologia, de acordo com os termos com a maior correlação de cada assessor.

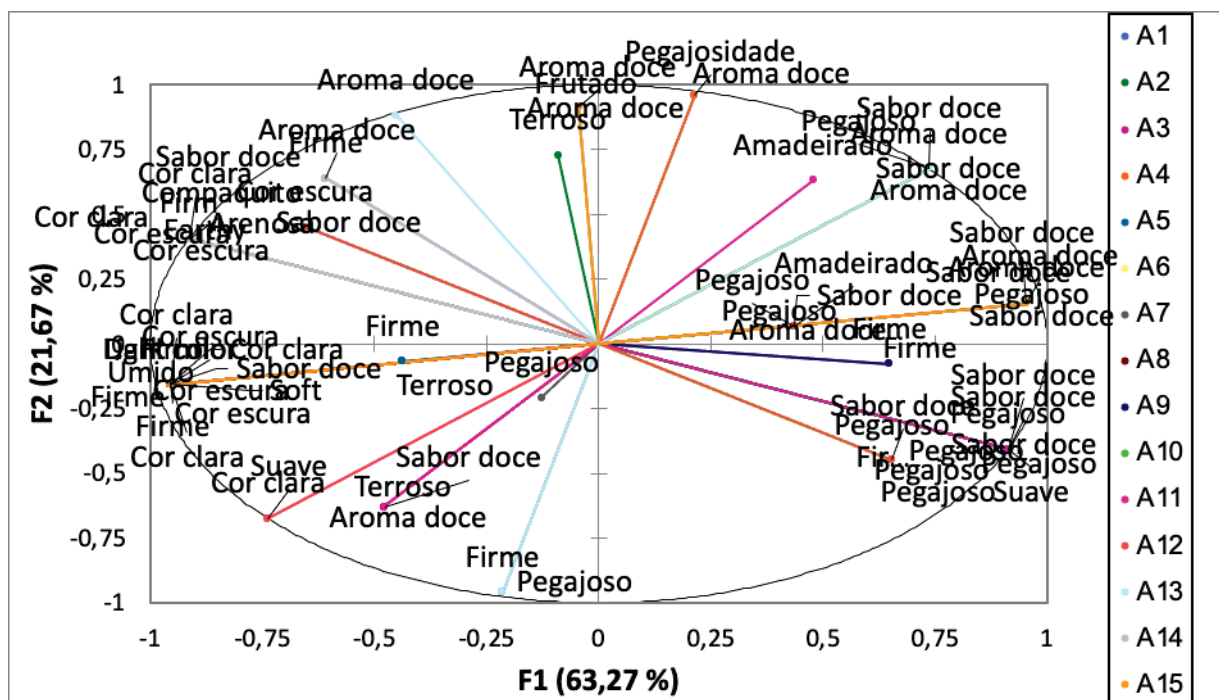


Figura 13 - GPA da terminologia compilada e sua relação com as barras de cereal.
 NOTA: Control: controle; CBPPF: 5% FCP; CBPWF: 5% FIP; CBPSF: 5% FAP.

Segundo Kobayashi e Benassi (2012), apenas os descritores com coeficientes de correlação iguais ou superiores a 0,60 e ao mesmo tempo citados por diversos

assessores devem ser utilizados para visualizar as relações entre as amostras e os atributos (Tabela 17).

Tabela 17 - Atributos mais bem correlacionados com as dimensões 1 e 2 por avaliador no Perfil Flash. $|r| > 0,60$.

Assessor	F1	F2
1A	(-0,913) cor clara; (-0,954) firme	(0,960) aroma doce
2A	(0,913) sabor doce; (-0,913) firme; (-0,913) compacto	-
3A	(0,954) aroma doce	-
4A	(0,913) sabor doce; (-0,954) cor escura; (0,737) aroma doce	(0,960) pegajoso
5A	(-0,954) cor clara	-
6A	(-0,954) cor clara	-
7A	(0,954) sabor doce; (-0,954) cor escura	(-0,960) firme; (0,917) aroma doce
8A	(-0,954) sabor doce; (-0,954) cor escura; (-0,954) úmido	-
9A	(0,913) sabor doce; (-0,913) cor escura; (0,954) aroma doce; (0,913) pegajoso	-
10A	(-0,954) cor escura; (0,913) suave	-
11A	(-0,954) cor clara; (-0,954) suave; (0,913) pegajoso	-
12A	(-0,913) cor escura	-
13A	(-0,913) cor clara; (-0,913) arenoso	(0,882) aroma doce; (-0,960) pegajoso
14A	(0,954) sabor doce; (-0,913) terroso	(0,917) frutado
15A	(0,954) sabor doce; (-0,954) cor clara; (-0,954) firme; (0,954) pegajoso	(0,917) aroma doce

Cor, odor, sabor e textura se mostraram atributos importantes na distinção das quatro amostras de barra de cereal com adição de 5% de farinha funcional ou não. A primeira dimensão (F1) que apresenta maior percentual de explicação está ligada principalmente aos atributos *pegajosidade*, sabor e aroma *doce*, *terroso* e tonalidade clara e escura. A F2, está mais relacionada a aroma e sabor *adocicado* e *terroso*, textura *firme* e *pegajosa*. Pegajosidade e cor escura normalmente são consideradas negativas nas respostas sensoriais, porém pelo resultado de aceitação, isto não é verdade para o presente estudo, o que pode ser uma característica esperada para a barra de cereal com propriedade “integral”. A cor novamente mostrou sua importância na diferenciação das amostras, de barra de cereal com adição das farinhas de pinhão, e pode ser então considerado o parâmetro mais importante neste estudo sensorial.

São poucos os estudos que mencionam descrição sensorial de barras de cereal. Amanat *et al.*, (2016) comparam 6 barras de cereais utilizando o Perfil Flash e relataram que em F1 diferenciou os produtos em *ásperos*, *crocantes*, *quebradiços* e

secos na boca dos produtos que se mantêm *unidos* (compactos) e *úmidos, macios e pegajosos*. Já em F2 diferenciou produtos que são *densos, mastigáveis* e aderem aos dentes e céu da boca em relação aos produtos que têm uma textura em *flocos, quebradiça* ou semelhante a um bolo. Já Kennedy (2010), investigou um mapeamento projetivo de 8 barras de cereais de marcas comerciais e indicaram terminologias como *amargo, frutado, doce* e o *ácido* típico de frutas vermelhas (*berry-like*), além da textura com características de *noz* e *granulação* das barras. Portanto, sabor e textura são parâmetros muito mencionados.

No presente estudo, o gosto doce, sabor frutado, pegajosidade, úmido, compacto e firme também foram termos altamente relacionados aos fatores F1 e F2. E, depois da cor (clara/escura), foram os termos mais mencionados e melhores correlacionados com os fatores na análise multivariada ($r > 0,90$). Depois de todo o mencionado, o perfil sensorial inédito de barras de cereal com farinhas de pinhão apontou os seguintes descritores: Sabor e aroma doce, cores clara e escura, úmido, pegajoso, frutado, suave e compacto. Destas nenhuma pode ser considerada estritamente negativa devido ao apontado pela avaliação hedônica e de intenção de compra. Sendo assim, a adição de farinhas de pinhão em formulações base de barras de cereal pode ser considerada promissora.

5 CONCLUSÕES

As farinhas funcionais desenvolvidas com a semente inteira de pinhão (FIP), de sua amêndoa (FAP) e de sua casca (FCP) puderam ser produzidas facilmente e com uso de equipamentos de baixo custo. Elas apresentaram alto conteúdo de fibras alimentares de acordo com a legislação vigente. A FCP é composta majoritariamente por fibras alimentares (quase 85%) e possui altos teores de compostos fenólicos e grande atividade antioxidante estimada por ABTS+. A FCP é fonte de Fe, Mn, Cu, K e Ca, bem como disponibiliza Mg e Zn. A FAP é predominantemente composta por amido (cerca de 70%), sendo que apresenta 8,0% de amido resistente e 5,5% de proteína. A FAP é fonte de Fe, Cu, K e Mg, mas também disponibiliza Zn. A FAP tem propriedade antioxidante estimada com DPPH. A FIP apresentou propriedades mais intensas de atividade antioxidante estimada por ABTS+ e DPPH. A FIP é fonte de todos os minerais alimentares avaliados: Fe, Cu, Mn, K, Mg, Ca e Zn. Logo, essas farinhas podem ser utilizadas como aditivo funcional na produção de alimentos especiais. A produção de FCP é uma forma de valorizar um resíduo sólido que é desperdiçado ao não ser usado como agente de fortificação natural de alimentos funcionais.

Dentro deste conceito, o teor satisfatório de amido resistente presente para as FAP e FIP mostra o potencial dessas farinhas para o consumo habitual para reduzir a velocidade da liberação dos açúcares do alimento no sangue (índice glicêmico), prevenindo e auxiliando no tratamento de doenças. Por outro lado, a diferença entre os dados previamente relatados também revela que estudos adicionais devem ser realizados para determinar a origem dessa diferença como variedades botânicas diferentes, de condições ambientais diferentes, entre outras. Ainda, as farinhas funcionais de pinhão podem ser uma fonte alimentar favorável na redução dos níveis de colesterol, triglicerídeos e ganho de massa corporal. Apresentam compostos, como por exemplo o ácido protocatecuico, com propriedades antioxidantes, antidiabéticos, anticancerígenos, antibacterianos e anti-inflamatórios, além de hepatoprotetoras. Similarmente, o D-pinitol apresenta capacidade de melhorar o transporte de glicose e sensibilidade à insulina. Ainda, o ononitol apresenta propriedade hepatoprotetora.

Neste trabalho, é apresentado o primeiro estudo sobre a digestibilidade *in vitro* de farinhas de pinhão. O conteúdo de compostos fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante foram mensuradas após cada fase digestiva e revelaram ser

fonte potencial de compostos naturais devido à presença de nutrientes e à biodisponibilidade de seu conteúdo antioxidante durante e pós digestão. Contudo, mais estudos são necessários para averiguar o comportamento antioxidante em condições fisiológicas.

As características tecnológicas das farinhas funcionais revelaram sua facilidade em incorporar componentes hidrofílicos (água) e hidrofóbicos e (óleo de coco), como ocorre na produção de barra de cereais. As solubilidades das farinhas em água sugerem que podem interagir com insumos hidrofílicos, como glucose e gelatina, para formar facilmente uma massa de cereais que gera a barra. Estas hipóteses foram confirmadas na produção da barra que foram caracterizadas nutricionalmente.

As barras de cereal com FCP apresentaram teores de fibras alimentares um pouco superiores às demais, o que é compatível com as suas características biológicas e conseqüentemente menor valor calórico. Todas as formulações de barra de cereal são fontes de minerais, apresentando elevado conteúdo de micronutrientes essenciais, como Mn, Fe, Cu e Zn, que são importantes para a condição fisiológica adequada do corpo. A adição da farinha funcional aumenta o teor de compostos fenólicos entre 41,3% a 152,2% em relação à barra de cereal sem aditivo, mas não implicou no aumento da atividade antioxidante pré-existente na barra.

Quanto à aceitação organoléptica das barras de cereal, não houve diferença estatística entre as amostras, exceto para cor/aparência. Há uma aceitação global igual das barras com e sem aditivo, independente do tipo de farinha funcional. A intensão de compra prevê sucesso na sua disponibilização no mercado. O Perfil Flash distinguiu os quatro tipos de barras de cereal com adição ou não de farinhas funcionais de pinhão (FAP, FCP e FIP) com relação a: sabor e aroma doce, cores clara e escura, úmido, pegajoso, frutado, suave e compacto. Assim, cada tipo de barra enriquecida ou não é um produto com características específicas, embora tênue, e com potencial promissor de aceitação.

REFERÊNCIAS

ACOSTA-ESTRADA, B. A.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; SERNA-SALDÍVAR, S. O. Bound phenolics in foods, a review. **Food Chemistry**, v. 152, p.46-55, 2014.

ADAMS, J.; WILLIAMS, A.; LANCASTER, B.; FOLEY, M. Advantages and uses of check-allthat-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. In: **7th Pangborn Sensory Science Symposium**. Minneapolis, p.12-16, 2007.

AI, Y.; JANE, J. I. Macronutrients in corn and human nutrition. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.15(3), p.581–598, 2016.

ALBERTI, A; ZIELINSKI, A.A.F; ZARDO, D.M; DEMIATE I.M; NOGUEIRA, A; MAFRA, L.I. Optimization of the extraction of phenolic compounds from apples using response surface methodology. **Food Chemistry**, v. 149, p.151-158, 2014.

ANSELMINI, J. I.; ZANETTE, F. Development and growth curve of the pinecones of *Araucaria angustifolia*, in the region of Curitiba. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 4, p.665-669, 2008.

ARES, G.; DELIZA, R.; BARREIRO, C.; GIMENÉZ, A.; GÁMBARO, A. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 417-426, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141: Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, 1998.

AZEREDO, H. M. C. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v.16, ed.1, p.89-95, 2005.

AZEVEDO, L. G. de. **Tipos de vegetação do sul de Minas e Campos da Mantiqueira** (Brasil). Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 225-234, 1962.

BECKER, E.M.; NISSEN, L. R. SKIBSTED, L.H. Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects. **European Food Research Technology**, v. 219, p. 561-571, 2004.

BELLO-PÉREZ, L. A.; GARCÍA-SUÁREZ, F. J.; MÉNDEZ-MONTEALVO, G.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M.; CORNEDUNSI, B. R. Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: a novel starch for application in food industry. **Starch/Stärke**, v.58, p.283-291, 2006.

BERTOFT, E. Analysing starch structure. In: ELIASSON, A.C. **Starch in Food: Structure, Function and Applications**. England and USA: Woodhead Publishing Limited and CRC Press, p. 57-96, 2004.

BESSADA, S. M. F.; BARREIRA, J. C. M.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Pulses and food security: dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. **Trends Food Science Technology**, v.93, p.53–68, 2019.

BEZAN, P. N.; HOLLAND, H.; CASTRO, G. S. DE; CARDOSO, J. F. R.; OVIDIO, P. P.; CALDER, P. C.; JORDAO, A. A. High dose of a conjugated linoleic acid mixture

increases insulin resistance in rats fed either a low fat or a high fat diet. **Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes**, v.126, p.379–386, 2018.

BENZIE, I. I. F.; STRAIN, J. J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. **Analytical Biochemistry**, v.239, p.70-76, 1996.

BIRT, D. F.; BOYLSTON, T.; HENDRICH, S.; JANE, J.-L.; HOLLIS, J.; LI, L.; MCCLELLAND, J.; MOORE, S.; PHILLIPS, G. J.; ROWLING, M.; SCHALINSKE, K.; SCOTT, M. P.; WHITLEY, E. M. Resistant starch: Promise for improving human health. **Advances in Nutrition**, v.4(6), p.587–601, 2013.

BOAVENTURA, B. C. B.; SILVA, E. L. da; LIU, R. H.; PRODÊNCO, E. S.; DI PIETRO, P. F.; BECKER, A. M.; AMBONI, R. D. de M. C. Effect of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) indusion obtained by freeze concentration technology on antioxidant status of healthy individuals. **Food Science and Technology**, v.62, n.2, p.948-954, 2015.

BRANDT, M. A.; SKINNER, E. Z.; COLEMAN, J. A. Texture profile method. **Journal of Food Science**, v. 28, p. 404-409, 1963.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**. v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, p. 399, 2009.

BRASIL. Resolução – RDC N° 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html> Acesso em: 20/01/2020.

BRASIL. Resolução – RDC N° 54 de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html> Acesso em: 01/10/2021.

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 60, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <https://www.cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/202004/17093620-in-anvisa-60-2019.pdf> Acesso em: 20/01/2020.

BRDE. Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. **Cultivo da *Araucaria angustifolia*: análise de viabilidade econômico-financeira**. Florianópolis, p. 53, 2005.

BROWN, I. L. Applications and uses of resistant starch. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists International**, v.87 (3), p. 727–32, 2004.

BROWN, I. L.; MCNAUGHT, K. J.; MOLONEY, E. Hi-maize™: new directions in starch technology and nutrition. **Food Australia**, 47: 272–5, 1995.

CAIRNCROSS, S. E.; SJOSTROM, L. B. Flavour profiles: a new approach to flavour problems. **Food Technology**, v. 4, p. 308-311, 1950.

CARVALHO, P. E. R. **Pinheiro-do-paraná**. (Circular Técnica, 60), EMBRAPA FLORESTAS, p.1-17, 2002.

CENDON, F. V.; JORGE, R. M. M.; WEINSCHUTZ, R.; MATHIAS, A. L. **Effect of matrix composition, sphere size and hormone concentration on diffusion coefficient of insulin for controlled gastrointestinal delivery for diabetes treatment**. *Journal of microencapsulation*, v.35, p.13-25, 2017. <https://doi.org/10.1080/02652048.2017.1409820>

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliça: Fisiologia e Manuseio**, 2. ed. Lavras: UFLA, 783p., 2005.

CLADERA-OLIVERA, F.; NOREÑA, C.P.Z.; PETTERMANN, A.C.; MARCZA, L.D.F. Influence of cooking in sorption isotherms of Pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds). **Latin American Applied Research**, v.42, p.11–18, 2012.

CORNEJO, F. E. P.; NOGUEIRA, R. I.; CARVALHO, C. W. P. DE.; GODOY, R. C. B. DE.; OLIVEIRA, A. H.; SANTOS, L. F. C.; BARRETO, A. G.; FREITAS, S. P. **Descascamento e secagem de pinhão (*araucaria angustifolia*) para a obtenção de farinha**. Comunicado Técnico 206 – Embrapa, ISSN 01035231, 2014.

CONFORTI, P. A.; LUPANO, C. E. Starch characterisation of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* seeds. **Starch/Stärke**, v.59, p.284-289, 2007.

CONLON, M. A.; BIRD, A. R. Interactive and individual effects of dietary non-digestible carbohydrates and oils on DNA damage, scfa and bacteria in the large bowel of rats. **British Journal of Nutrition**, v.101, p.1171–1177, 2009.

CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G.; LAJOLO, F. M. Chemical composition and glycemic index of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.3412-3416, 2004.

CORDOBA, L. do P.; RIBEIRO, L. S.; ROSA, L. S.; LACERDA, L. G.; SCHNITZLER, E. Effect of enzymatic treatments on thermal, rheological and structural properties of pinhão starch. **Thermochimica Acta**, v.642, p.45–51, 2016.

COSTA, A. **Estudos de produto, mercado e de tecnologia para obtenção de barras alimentícias salgadas à base de soja**. 2013. 299 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2013.

DAIROU, V.; SIEFFERMANN, J. M. A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the flash profile. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 2, p. 826-834, 2002.

DALLABONA, I. D.; DE LIMA, G. G.; CESTARO, B. I.; TASSO, I. S.; PAIVA, T. S.; LAUREANTI, E. J. G.; JORGE, L. M. M.; DA SILVA, B. J. G.; HELM, C. V.; MATHIAS, A. L.; JORGE, R. M. M. Development of alginate beads with encapsulated jabuticaba peel and propolis extracts to achieve a new natural colorant antioxidant additive. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.163, p.1421-1432, 2020.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. Artmed, ed.4, 2010.

DANTAS, T. B. H.; DANTAS, F. B. H. Conveniência e simplicidade. In: **Brasil Pack Trends 2020**. ITAL, cap.4, p.85-105, 2012.

DAUDT, R. M.; BACK, P. I.; CARDOZO, N. S. M.; MARCZAK, L. D. F.; KÜLKAMP-GUERREIRO, I. C. Pinhão starch and coat extract as new natural cosmetic ingredients: Topical formulation stability and sensory analysis. **Carbohydrate Polymers**, v.134, p.573–580, 2015.

DAUDT, R. M.; KÜLKAMP-GUERREIRO, I. C.; CLADERA-OLIVERA, F.; THYS, R. C. S.; MARCZAK, L. D. F. Determination of properties of pinhão starch: Analyses of its applicability as pharmaceutical excipiente. **Industrial Crops and Products**, v.52, p.420-429, 2014.

DAUDT, R. M.; SINROD, A. J. G.; AVENA-BUSTILLOS, R. J.; KÜLKAMP-GUERREIRO, I. C.; MARCZAK, L. D. F.; MCHUGH, T. H. Development of edible films based on Brazilian pine seed (*Araucaria angustifolia*) flour reinforced with husk poder. **Food Hydrocolloids**, v.71, p.60-67, 2017.

DELOITTE. **Um olhar estratégico sobre o mercado de snack**. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/strategy-operations/articles/olhar-estrategico-snacks.html#:~:text=O%20mercado%20de%20snacks%20no%20Brasil&text=O%20consumo%20de%20snacks%20entre,dos%20millennials%20encabe%C3%A7a%20essa%20tend%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em: 20/05/2020.

DENARDIN, C. C; SILVA, L. P. da. Estrutura dos Grânulos de Amido e sua Relação com Propriedades Físico-Químicas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 945-954, 2009.

DJURLE, S.; ANDERSSON, A.A.M.; ANDERSSON, R. Effects of baking on dietary fibre, with emphasis on b-glucan and resistant starch, in barley breads, **Journal Cereal Science**, v.79, p.449–455, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.10.017>.

DO, G. M.; CHOI, M. S.; KIM, H. J.; WOO, M. N.; LEE, M. K.; JEON, S. M. Soy pinitol acts partly as an insulin sensitizer or insulin mediator in 3T3-L1 preadipocytes, **Genes Nutrition**, v.2, p.359–364, 2008.

DHANASEKARAN, M.; IGNACIMUTHU, S.; AGASTIAN, P. Potential hepatoprotective activity of ononitol monohydrate isolated from *Cassia tora* L. on carbon tetrachloride induced hepatotoxicity in wistar rats. **Phytomedicine**, v.16, p.891–895, 2009.

DRI. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc; Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intake, **Food and Nutrition Board**, Institute of Medicine, 2001.

DU, Y.; WU, Y.; XIAO, D.; GUZMAN, G.; STEWART, M. L.; GOURINENI, V.; BURTON-FREEMAN, B.; EDIRISINGHE, I. Food prototype containing resistant starch type 4 on postprandial glycemic response in healthy adults. **Food & Function**, v.11, p.2231–2237, 2020.

DUPUIS, J. H.; LIU, Q.; YADA, R. Y. Methodologies for increasing the resistant starch content of food starches: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.13, p.1219–1234, 2014. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12104>

ENGLYST, H. N.; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, 46 (2): S33–50, 1992.

FACCIN, C.; ALBERTI, S.; FRARE, L.; VIEIRA, L. R.; SALAS-MELLADO, M. DE LAS M. E FREITAS, E. M. DE. Bread with yerba mate aqueous extract (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). **American Journal of Food Technology**, v.10, n.5, p.206-214, 2015.

FDA. Questions and answers on dietary fiber Accessed. 2020. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/questions-and-answers-dietary-fiber>. Acessado em: 17/02/2021

FIESP / ITAL. **Brasil food trends 2020**. São Paulo, 2010. Disponível em: http://www.brazilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.html. Acesso em: 20/06/2020.

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. **Revista Floresta**, v. 41, n.1, p.155-162, 2011.

FLORES-FARÍAS, R.; MARTÍNEZ-BUSTOS, F.; SALINAS-MORENO, Y.; CHANG, Y. K.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, J.; RIOS, E. Physicochemical and rheological characteristics of comercial nixtamalized maize flour tortillas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.657-664, 2000.

FRANCO, C. M.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F.; SARMENTO, S. B. S. **Propriedades gerais do amido**. Série Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas, v.1. São Paulo: Fundação Cargill, 2001.

GAN, C. H.; NURUL AMIRA, B.; ASMAH, R. Antioxidant analysis of different types of edible mushrooms (*Agaricus bisporous* and *Agaricus brasiliensis*). **International Food Research Journal**, v. 20, p. 1095-1102, 2013.

GARGARI, B. P.; NAMAZI, N.; KHALILI, M.; SARMADI, B.; JAFARABADI, M. A.; DEHGHAN, P. Is there any place for resistant starch, as alimentary prebiotic, for patients with type 2 diabetes? **Complementary Therapies in Medicine**, v.23(6), p.810–815 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2015.09.005>.

GATTO, L. J.; OLIVEIRA, G. R. B.; RECH, K. S.; MOURA, P. F.; GRIBNER, C.; MERINO, F. J. Z.; ÁVILA, S.; DIAS, J. F. G.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Inhibition of alfa-glucosidase, pancreatic lipase, and antioxidant property of *Myrcia hatschbachii* D. Legrand containing gallic and ellagic acids. **Boletín Latinoamericano Y Del Caribe de Plantas Medicinales Y Aromáticas**, v.20(3), p.226-243, 2021.

GEHLHAR, M.; REGMI, A. Factors shaping global food markets. In: USDA. **New directions in global food markets**. p. 5-17. 2005.

GODAGE, S.; SHERE, P. D.; GAIKWAD, S. T.; AGRAWAL, R. S. Antioxidant synergism: An approach for development of antioxidant rich blend for snack bar. **The Pharma Innovation Journal**, v.8, 5ed., p.36-40, 2019.

HOOVER, R. The impact of heat-moisture treatment on molecular structures and properties of starches isolated from different botanical sources. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, n. 9, p. 835-847, 2010.

HOMAYOUNI, A.; AMINI, A.; KESHTIBAN, A.K.; MORTAZAVIAN, A.M. Resistant starch in food industry: A changing outlook for consumer and producer. **Starch - Stärke**. v.66 (1–2), p.102–114, 2014. <https://doi.org/10.1002/star.201300110>.

HTOON, A.; SHRESTHA, A. K.; FLANAGAN, B. M.; LOPEZ-RUBIO, A.; BIRD, A. R.; GILBERT, E. P.; GIDLEY, M. J. Effects of processing high amylose maize starches under controlled conditions on structural organisation and amylase digestibility. **Carbohydrate Polymers**, v. 75(2), p. 236–245, 2009. doi:10.1016/j.carbpol.2008.06.016

HUMMEL, J.; STREHMEL, N.; SELBIG, J.; WALTHER, D.; KOPKA, J. Decision tree supported substructure prediction of metabolites from GC-MS profiles. **Metabolomics**, v.6, p.322–333, 2010.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. v. 4, p. 1020, 2008.

ITAL; ABIA. **Industria de alimentos 2030: ações transformadoras em valor nutricional dos produtos, sustentabilidade da produção e transparência na comunicação com a sociedade**. 1. ed, p. 104, 2020. Disponível em: <<https://ital.agricultura.sp.gov.br/industria-de-alimentos-2030/>>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e silvicultura**, 2020. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>

IKEDA, M.; CARVALHO, C. W. P.; HELM, C. V.; AZEREDO, H. M. C.; GOGOY, R. C.; 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. 48:06, e20170732, 2018.

IZZO, M.; NINESS, K. Formulating Nutrition Bars with Inulin and Oligofructose. **Cereal Foods World**, v. 46, n. 3, p. 102-105, 2001.

JEONG O.; SHIN, M. Preparation and stability of resistant starch nanoparticles, using acid hydrolysis and cross-linking of waxy rice starch. **Food Chemistry**. v.256, p.77–84, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.098>.

JIANG, H.; CAMPBELL, M.; WU, Y.; DU, S.; SRICHUWONG, S.; JANE, J. L. Dosage effect of high-amylose modifier gene (s) on the starch structure of maize amyloseextender mutant. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 2, p. 433-439, 2015.

JIMÉNEZ-ELIZONDO, N.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C. Development of films based on blends of *Amaranthus cruentus* flour and polyvinyl alcohol. **Carbohydrate Polymers**, 75, p. 592–598, 2009.

JOCHYM, K.K.; NEBESNY, E. Enzyme-resistant dextrans from potato starch for potential application in the beverage industry. **Carbohydrate Polymers**. v.172, 152–158, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.05.041>.

JORGE, T.; LINDNER, J. de D.; MEJIA, S. M. V.; MATTIONI, B.; ROTTA, J.; MORÉS, S.; DE FRANCISCO, A.; SANTA'ANNA, E. S. Physicochemical study of pinhão flour as source of adjunct in beer production. **Journal Institute of Brewing & Distilling**, v.124, p.365-373, 2018.

KARIMI, P.; FARHANGI, M. A.; SARMADI, B.; GARGARI, B. P.; ZARE JAVID, A.; POURAGHAEI, M.; DEHGHAN, P. The therapeutic potential of resistant starch in modulation of insulin resistance, endotoxemia, oxidative stress and antioxidant biomarkers in women with type 2 diabetes: a randomized controlled clinical trial. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 68 (2), p. 85–93, 2016. <https://doi.org/10.1159/000441683>.

KAUR, R.; AHLUWALIA, P.; SACHDEV, P. A.; KAUR, A. Development of gluten-free cereal bar for gluten intolerant population by using quinoa as major ingredient. **Journal Food Science and Technology**, v. 55 (9), p. 3584-3591, 2018.

KAKKAR, S.; BAIS, S. A Review on protocatechuic acid and Its pharmacological potential. **ISRN Pharmacology**, vol.2014, p.1–9, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/952943>.

KENNEDY, J. Evaluation of replicated projective mapping of granola bars. **Journal of Sensory Studies**, v.25(5), p.672-684, 2010. DOI: 10.1111/j.1745-459X.2010.00302.x

KIM, M.; QIE, Y.; PARK, J.; KIM, C. H. Gut microbial metabolites fuel host antibody responses. **Cell Host & Microbe**, v. 20, p.202–214, 2016.

KIZIL, R.; IRUDAYARAJ, J.; SEETHARAMAN, K. Characterization of irradiated starches by using FT-Raman and FTIR spectroscopy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50 (14), p.3912-3918, 2002. <https://doi.org/10.1021/JF011652P>.

KOBAYASHI, M. L.; BENASSI, M. T. Caracterização sensorial de cafés solúveis comerciais por Perfil Flash. **Semina: Ciências Agrária**, v. 33, suplemento 2, p.3081-3092, 2012.

KOEHNLEIN, E. A.; CARVAJAL, A. E. S.; KOEHNLEIN, E. M.; COELHO-MOREIRA, J. da S.; INÁCIO, F. D.; CASTOLDI, R.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Antioxidant activities and phenolic compounds of raw and cooked Brazilian pinhão (*Araucaria angustifolia*) seeds. **African Journal of Food Science**, v.6, ed.21, p.512-518, 2012.

KORUS, J.; WITCZAK, M.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. **Food Hydrocolloids**, v.23(3), p.988–995, 2009.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos en alimentos regionales Iberoamericanos**. São Paulo: EDUSP, 646 p. 2006.

LANGRON, S. P. The application of Procrustes statistics to sensory profiling. In A. A. Williams, R. K. Atkin. **Sensory quality in food and beverages: definition, measurement and control**. Chichester: Ellis Horwood, 1983.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Sensory evaluation of food: principles and practices. **Springer**, p. 850, 2010.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE – Diretoria de Geociências, v.2, p.113-150, 1990.

LIMA, E. C.; ROYER, B.; VAGHETTI, J. C. P.; BRASIL J. B.; SIMON, N. M.; SANTOS JR., A. A.; PAVAN, F. A.; DIAS, S. L. P.; BENVENUTTI, E. V.; SILVA, E. A. Adsorption of Cu (II) on *Araucaria angustifolia* wastes: Determination of the optimal conditions by statistics design of experiments. **Journal of Hazardous Materials**, v.140, p.211–220, 2007.

LIMA, G. G.; MIRANDA, N. B.; TIMM, T. G.; MATOS, M.; LIMA, T. A. M. MAGALHÃES, W. L. E.; TAVARES, L. B. B.; HANSEL, F. A.; HELM, C. V. Characterisation and *in vivo* evaluation of *Araucaria angustifolia* pinhão seed coat nanosuspension as a functional food source. **Food & Function**, v.11, p.9820-9832, 2020.

LIU, Y.; TANG, Z. G.; LIN, Y.; QU, X. G.; LV, W.; WANG G. B.; LI, C. L. Effects of quercetin on proliferation and migration of human glioblastoma U251 cells. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v.92, p.33–38, 2017.

LUO, J.; HAN, L.; LIU, L.; GAO, L.; XUE, B.; WANG, Y.; OU, S.; MILLER, M.; PENG, X. Catechin supplemented in a FOS diet induces weight loss by altering cecal

microbiota and gene expression of colonic epithelial cells. **Food Function**, v.9, p.2962–2969, 2018.

MA, M.; MU, T. Modification of deoiled cumin dietary fiber with laccase and cellulase under high hydrostatic pressure. **Carbohydrate Polymers**, v. 136, p. 87-94. 2016.

MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, Propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

MARSHALL, R. J.; KIRBY S. P. J. Sensory measurement of food texture by free-choice profiling. **Journal Sensory Studies**, v. 3 p. 63-80, 1988.

MARTIUS, C. F. von. **A viagem de von Martius: flora brasiliensis**, vol. 1. Rio de Janeiro: Index, 140 p, 1996.

MATIGNON, A.; TECANTE, A. Starch retrogradation: From starch components to cereal products. **Food Hydrocolloids**, v. 68, p. 43-52, 2017.

MATTES, R.D Snacking: a cause for concern. **Physiology & Behavior**, v.193, p. 279–283, 2018.

MAZZUCHELI, R; GUINARD, J. X. 1999. Comparison of monadic and simultaneous sample presentation modes in a descriptive analysis of milk chocolate. **Journal Sensory Studies**, v. 14, p. 235-248.

MEDINA-MACEDO, L.; DE LACERDA, A. E. B.; SEBBENN, A. M.; RIBEIRO, J. Z.; SOCCOL, C. R.; BITTENCOURT, J. V. M. Using Genetic Diversity and Mating System Parameters Estimated from Genetic Markers to Determine Strategies for the Conservation of *Araucaria Angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (Araucariaceae). **Conservation Genetics**, v. 17, n. 2, p. 413–423, 2016.

MEETHAL, S. M.; KAUR, N.; SINGH, J.; GAT, Y. Effect of Addition of Jackfruit Seed Flour on Nutritional, Phytochemical and Sensory Properties of Snack Bar. **Current Research in Nutrition and Food Science**, v. 5(2), p.154-158, 2017.

MEGAZYME. **Resistant Starch Assay Procedure**. K-RSTAR 05/19. AOAC Method 2002.02. AACC Method 32-40.01. Megazyme International Ireland Limited, 2019.

MEGAZYME. **Total Starch Assay Procedure**. K-TSTA 11/20. AOAC Method 996.11. AACC Method 76-13.01. Megazyme International Ireland Limited, 2020.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques** Boca Raton, 2ed., 1991.

MICHELON, F., BRANCO, C. S., CALLONI, C., GIAZZON, I., AGOSTINI, F., & SPADA, P. K.W. Salvador M. *Araucaria angustifolia*: a potential nutraceutical with antioxidant and antimutagenic activities. **Current Nutrition and Food Science**, v.8, p.155-158, 2012.

MOREIRA, G.L. P.; VIANA, A.E.S; ANDRADE, A.C.B; CARDOSO, A.D.; SANTOS, V.S.; LOPES, S.C. Teores de amilose e amilopectina em genótipos de mandioca (manihot esculenta crantz). In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, Salvador. 2013. Anais... Salvador: EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 2013.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; SOUSA, I. G. M.; CAVALCANTE, R. B. M.; MORGANO, M. A.; ARAÚJO, M. A. M. Cereal bar enriched with cowpea bean whole flour, cashew nut, and raisin banana. **Revista Ciência Agronômica**, v.52(2), e20207188, 2021.

MOURA, V. P. G. **Capões remanescentes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Katze, entre 19 e 20 graus de latitude, nas proximidades do Rio Doce, MG.** Brasil Florestal, Rio de Janeiro, v. 6, n. 23, p. 22-29, 1975.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, p. 461-471, 2001.

NUGENT, A. P. 2005. Health properties of resistant starch. **Nutrition Bulletin**, v. 30, p. 27-54, 2005.

NANDIYANTO, A. B. D.; OKTIANI, R.; RAGADHITA, R. How to Read and Interpret FTIR Spectroscopy of Organic Material. **Journal of Science & Technology**, v. 4 (1), p. 97-118, 2019.

OLIVEIRA, A.P.V.; BENASSI, M.T. Perfil Livre: uma opção para análise sensorial descritiva. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, p. 66-72, 2003.

PAGLIOSA, C. M.; VIEIRA, M. A.; PODESTÁ, R.; MARASCHIN, M.; ZENI, A. L. B., AMANTE, E. R.; AMBONI, R. D. D. M. C. Methylxanthines, phenolic composition, and antioxidant activity of bark from residues from mate tree harvesting (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). **Food Chemistry**, v. 122, p. 173-178, 2010.

PERALTA, R. M., KOEHNLEIN, E. A., OLIVEIRA, R. F., CORREA, V. G., CORRÊA, R. C. G., BERTONHA, L.; FERREIRA, I. C. F. R. Biological activities and chemical constituents of *Araucaria angustifolia*: An effort to recover a species threatened by extinction. **Trends in Food Science & Technology**, v.54, p.85–93, 2016.

PADMASHREE A.; SHARMA G. K.; GOVINDARAJ T. Development and evaluation of shelf stability of flaxoat nutty bar in different packaging materials. **Food and Nutrition Sciences**, 4 (5), p. 538-546, 2013.

PÉREZ, S.; BERTOFT, E. The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: A comprehensive review. **Starch - Stärke**, v. 62, n. 8, p. 389-420, 2010.

PERRIN, L.; SYMONEAUX, R.; MAÎTRE, I.; ASSELIN, C.; JOURJON, F.; PAGÈS, J. Comparison of three sensory methods for use with the Napping procedure: Case of ten wines from Loire valley. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 1-11, 2008.

POLET, J. P.; OLIVEIRA, V. R.; RIOS, A. de O.; SOUZA, C. G. Physico-chemical and sensory characteristics of gluten-free breads made with pine nuts (*Araucaria*

angustifolia) associated to other flours. **Journal of Culinary Science & Technology**, v.17, 2ed., p. 136-145, 2019.

PORTES, A.; SILVA, E.F.; ALMEIDA, V. D. S.; SILVA, T. X.; PORTE, L. H M. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de semente de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucubita* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 13: 91-96, 2011.

PREISS, J. Plant starch synthesis. In: ELIASSON, A.C. **Starch in Food: Structure, Function and Applications**. England And USA: Woodhead Publishing Limited And CRC Press, 2004. p. 3-56.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K.; Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and food Chemistry**, v.53, p. 4290-4302, 2005.

RATNAYAKE, W. S.; JACKSON, D. S. Starch gelatinization. **Advances In Food And Nutrition Research**, v. 55, p. 221-268, 2008.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**. V. 26, pg. 1231-1237, 1999.

REGASSA, A.; NYACHOTI, C. M. Application of resistant starch in swine and poultry diets with particular reference to gut health and function. **Animal Nutrition**, v.4 (3), p.305–310, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.001>.

RICHARDSON, P. H.; JEFFCOAT, R.; SHI, Y. C. High amylose starches: from biosynthesis to their use as food ingredients. **MRS Bulletin**, v. 25, p. 20-24, 2000.

RICHTER, V. B.; ALMEIDA, T. C. A.; PRUDENCIO, S. H.; BENASSI, M.T. Proposing a ranking descriptive sensory method. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 611-620, 2010.

ROCHA, T. S.; DEMIATE, I. M.; FRANCO, C. M. L. Características estruturais e físico-químicas de amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 620-628, 2008.

RODRIGUE, N.; GUILLET, M.; FORTIN, J.; MARTIN, J.F. Comparing information obtained from ranking and descriptive tests of four sweet corn products. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 1, p. 47-54, 2000.

RODRIGUEZ-AMBRIZ, S. L.; MARTINEZ-Hernández, G.; GONZÁLEZ, J. E. C.; TRUJILLO, J. P. P. Composition and functional properties of *Lupinus campestris* protein isolates. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 60, p. 99-107, 2005.

ROGINSKI, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, v. 92, n. 2, p.235-254, 2005.

RUDKOWSKA, I.; ABUMWEIS, S. S.; JONES, P. J. H.; NICOLLE, C. Cholesterol-Lowering Efficacy of Plant Sterols in Low-Fat Yogurt Consumed as a Snack or with a Meal. **Journal of the American College Nutrition**, v. 27, p. 588–595, 2008.

SAJILATA, M. G.; SINGHAL, R. S.; KULKARNI, P. R. Resistant starch—a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 5 (1), p.1–17, 2006.

SALES, C. H.; SANTOS, A. R.; CINTRA, D. E.; COLLI, C. Magnesium-deficient high-fat diet: effects on adiposity, lipid profile and insulin sensitivity in growing rats. **Clinical Nutrition**, v. 33, n. 5, p. 879-888, 2014.

SANTHA, N.; SUDHA, K.G.; VIJAYAKUMARI, K.P.; NAYAR, V.U.; MOORTHY, S.N. Raman and infrared spectra of starch samples of sweet potato and cassava. **Journal of Chemical Sciences**, 102 (5), p. 705-712, 1990.

SANTOS, C. H. K.; BAQUETA, M. R.; COQUEIRO, A.; DIAS, M. I.; BARROS, L.; BARREIRO, M. F.; FERREIRA, I. C. F. R.; GONÇALVES, O. H.; BONA, E.; SILVA, M. V. da; LEIMANN, F. V. Systematic study on the extration of antioxidants from pinhão (*Araucaria angustifolia* (bertol.) Kuntze) coat. **Food Chemistry**, v. 261, p. 216–223, 2018.

SAUVAGEOT, F. Epreuve de classement. In: SSHA & ISHA, Editors. Evaluation sensorielle, manuel methodologique. **Lavoisier**. 2ed. p.122-131, 1998.

SERVIDDIO, G.; BELLANTI, F.; VILLANI, R.; TAMBORRA, R.; ZERBINATI, C.; BLONDA, M.; CIACCIARELLI, M.; POLI, G.; VENDEMIALE, G.; IULIANO, L. Effects of dietary fatty acids and cholesterol excess on liver injury: A lipidomic approach, **Redox Biology**, v. 9, p. 296–305, 2016.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Measurement of antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, v.18, p.757–781, 2015.

SILVA, F. D.; PANTE, C. F.; PRUDÊNCIO, S. H. RIBEIRO, A. B. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 11 (1), p. 63-69, 2011.

SILVA, R. C. S. N.; MINIM, V. P. R.; SIMIQUELI, A. A.; MORAES, L. E. S.; GOMIDE, A. I.; MINIM, L. A. Optimized Descriptive Profile: A rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, v. 24, p. 190-200, 2012.

SILVA, E. P.; SIQUEIRA, H. H.; DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B. Physicochemical and sensory characteristics of snack bars added of jerivá flour (*Syagrus romanzoffiana*). **Food Science and Technology**, v.36(3), p.421-425, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.08115>

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**. 6th ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SINGLETON, V.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, pg. 144–158, 1965.

SOUZA, M. O., BRANCO, C. S., SENE, J., DALLAGNOL, R., AGOSTINI, F., MOURA, S. Antioxidant and antigenotoxic activities of the Brazilian pine *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Antioxidants**, v.3, p. 24-37, 2014.

SOZER, N.; DALGIC, A.; KAYA, A. Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. **Journal of Food Engineering**, v.81(2), p. 476–484, 2007.

STONE, H.; SIDEL, J. L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology**, v. 28, n. 11, p. 24-33, 1974.

TARLETON, E. K.; LITTENBERG, B. Magnesium intake and depression in adults. **Journal of the American Board of Family Medicine**, v. 28, n.2, p. 249-256, 2015.

THOMPSON, D. M. H.; MACFIE, H. J. H. Is there an alternative to descriptive sensory assessment. In A. A. Williams, & R. K. Atkin. **Sensory quality in food and beverages: Definition, measurement and control**. Chichester: Ellis Horwood, 1983.

THUILLIER, B. Rôle du CO₂ dans l'Appréciation Organoleptique des Champagnes – Expérimentation et Apports Méthodologiques. Reims, France: Thèse de l'URCA, 2007.

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

TIMM, T. G.; LIMA, G. G.; MATOS, M.; MAGALHÃES, W. L. E.; TAVARES, L. B. B.; HELM, C. V. Nanosuspension of pinhão seed coat development for a new high-functional cereal bar. **Journal of Food Processing and Preservation**, e14464, 2020.

TOPPING, D. L.; CLIFTON, P. M. Short-chain fatty acids and human colonic function: Roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. **Physiological Reviews**, v. 81, p. 1031–1064, 2001. doi: 10.1152/physrev.2001.81.3.1031

VANDEPUTTE, G. E.; DELCOUR, J. A. From sucrose to starch granule to starch physical behaviour: a focus on rice starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 58, n. 3, p. 245-266, 2004.

WATERSCHOOT, J.; GOMAND, S. V.; FIERENS, E.; DELCOUR, J. A. Production, structure, physicochemical and functional properties of maize, cassava, wheat, potato and rice starches. **Starch/Stärke**, 67, p.14-29, 2015.

WOO, K.; MANINGAT, C.; SEIB, P. Increasing dietary fiber in foods: The case for phosphorylated cross-linked resistant starch, a highly concentrated form of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v. 54 (5), p. 217-223, 2009.

WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. Characterization of pinhao starch. Part I: - Extraction and properties of pinhao starch. **Starch/ Stärke**, v.37, p.224-227, 1984.

WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. Characterization of pinhao starch. Part III: hydration of the granules and susceptibility to enzymatic hydrolysis. **Starch/Stärke**, v. 41, p. 327-330, 1989.

YIM, H. S.; CHYE, F. Y.; RAO, V.; LOW, J. Y.; MATANJUN, P.; HOW, S. E.; HO, C. W. Optimization of extraction time and temperature on antioxidant activity of *Schizophyllum commune* aqueous extract using response surface methodology. **Journal of Food Science Technology**, v. 50, p.275-283, 2013.

ZANETTE, F.; DANNER, M. A.; CONSTANTINO, V.; WENDLING, I. **Particularidades e biologia reprodutiva de *Araucaria angustifolia***. Cap.1. In: Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios / Ivar Wendling, Flávio Zanette, editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

ZHANG, G.; HAMAKER, B. R. Slowly digestible starch: Concept, mechanism, and proposed extended glycemic index. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.49, p.852–867, 2009. doi: 10.1080/10408390903372466

ZHANG, H. J.; WANG, L.; GUO, X. N. Preparation and functional properties of rice bran proteins from heat-stabilized defatted rice bran. **Food Research International**, v. 47, p. 359–363, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.08.014>.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, n. 4, p. 555–559, 1999.

ZHU, F. Impact of ultrasound on structure, physicochemical properties, modifications, and applications of starch. **Trends in Food Science & Technology**, v. 43, n. 1, p. 1 - 17, 2015.

ZHU, F.; CAI, Y. Z.; SUN, M.; CORKE, H. Effect of Phenolic Compounds on the Pasting and Textural Properties of Wheat Starch. **Starch/Stärke**. n.60, p.609–616, 2008.

ZIELINSKI, A. A. F.; GRANATO, D.; ALBERTI, A.; NOGUEIRA, A.; DEMIATE, I. M.; HAMINIUK, C. W. I. Modelling the extraction of phenolic compounds and in vitro antioxidant activity of mixtures of green, White and black teas (*Camellia sinensis* L. Kuntze) **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p.6966-6977, 2015.

ZORTÉA-GUIDOLIN, M. E. B.; DEMIATE, I. M.; GODOY, R. C. B.; SCHEER, A. P.; GREWELL, D. Structural and functional characterization of starches from Brazilian pine seeds (*Araucaria angustifolia*). **Food Hydrocolloids**, v.63, p.19-26, 2017.

ANEXO 1 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Análises desenvolvidas de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. v.4, p.1020, 2008.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Utilizou-se o método gravimétrico, com ação de calor, onde a umidade corresponde à perda de peso sofrida pela amostra quando aquecido em condições nas quais a água livre foi removida.

Cerca de 5 g de amostras trituradas, em triplicata, foram pesados em balança analítica, em cápsulas de alumínio, numeradas e taradas. Procedeu-se em seguida a secagem em estufa, à 105°C, durante 12 horas, quando observou-se a estabilização da massa. As amostras foram, então, pesadas para determinação da perda da massa. Calculou-se a umidade, através da relação:

$$\text{Umidade (\% m/m)} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde: N = perda de massa em gramas;

P = peso da amostra em gramas.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CINZAS

Aproximadamente 2 g de amostra foram pesados em balança analítica em cápsulas de porcelana, numeradas e taradas.

As cápsulas foram calcinadas em chapa elétrica e, então, transferidas para a mufla aquecida à 550°C, onde permaneceram por cerca de 3 horas até a completa destruição da matéria orgânica. Após este período, retirou-se o material, colocando-o em dessecador para, em seguida, ser pesado. O peso encontrado foi estimado como a fração cinzas, segundo a relação:

$$\text{Cinzas (\% em m/m)} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde: N = massa de cinzas da amostra em gramas;

P = peso da amostra em gramas.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LIPÍDIOS (EXTRATO ETÉREO)

As amostras secas empregadas na determinação da umidade foram usadas para a análise do teor de lipídios, através de extração direta em aparelho extrator de Soxhlet, com éter etílico anidro como solvente.

As amostras foram acondicionadas em cartuchos de papel filtro, transferidas para o extrator Soxhlet e, então, submetidas à extração contínua por cerca de 6 horas, após o que o extrato obtido foi pesado e o teor da fração lipídica determinado através da equação:

$$\text{Lipídios ou extrato etéreo (\% em m/m)} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde: N = gramas de lipídio da amostra;

P = gramas da amostra.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE PROTEÍNA TOTAL

A proteína total foi calculada multiplicando-se o nitrogênio total pelo fator de conversão 4,38. Para a maioria dos alimentos, usa-se o fator 6,25, com base nas premissas de que a maior parte das proteínas contém 16% de nitrogênio, que elas são 100% digeríveis, e que quantidades desprezíveis de nitrogênio não-proteico estão presentes nos alimentos. O fator 6,25 corresponde ao nitrogênio proteico.

O nitrogênio total foi determinado pelo método micro KJELDAHL, como segue:

1. Digestão da matéria orgânica: o nitrogênio foi transformado em sal amoniacal através da digestão da matéria orgânica com ácido sulfúrico e um catalisador. A 0,5 g de amostra, foram adicionados 5 mL de ácido sulfúrico e 0,2 g de catalisador. Por meio de uma digestão ácida a 350°C, o N da amostra foi transformado em amônio (NH₄)⁺.

2. Destilação: a amônia foi liberada do sal amoniacal, por reação com hidróxido de sódio 50%, e separada por destilação, tendo o destilado sido recolhido em uma solução de ácido bórico a 4%.

3. Titulação: determinou-se a quantidade de N presente na amostra por titulação com HCl 0,1N.

O teor de nitrogênio total foi calculado pela equação:

$$\text{Proteína total (\% em m/m)} = \frac{V \times 0,14 \times f}{P}$$

Onde: V = Volume de ácido clorídrico 0,1N gasto na titulação;

P = peso da amostra em gramas;

f = fator de conversão = 6,25.

DETERMINAÇÃO DE FIBRAS ALIMENTARES TOTAIS, SOLÚVEIS E INSOLÚVEIS

Para a determinação da fração fibra, foi utilizado o método enzimático-gravimétrico.

- Preparo da amostra: Devido ao alto teor de umidade das amostras, efetuou-se o processo de secagem, em estufa a 105°C, *overnight* e calculou-se o teor de umidade.
- Pesagem da amostra e adição do tampão fosfato: Pesou-se 1g de amostra seca em duplicata em frascos Erlenmeyer de 125 mL. Em seguida, adicionou-se 50 mL de tampão Fosfato, pH 6,0 a cada frasco. Agitou-se vigorosamente até completa dissolução da amostra.
- Incubação com α -amilase termoestável: aos frascos, adicionou-se 50 μ L de α -amilase, sob agitação lenta. Em seguida, cobriu-se o frasco com papel alumínio e as amostras foram transferidas para um banho-maria, sob agitação à 95°C - 100°C, por 30 min.
- Resfriamento: após os 30 min, as amostras foram resfriadas até 60°C.
- Verificação do pH: fora do banho-maria, foi adicionado 10mL de NaOH 0,275 N e em seguida ajustou-se o pH para 7,5 com NaOH 5%.

- Incubação com protease: aos frascos, adicionou-se 100 µL de protease, cobriu-se com papel alumínio e as amostras foram incubadas à 60°C, com agitação contínua por 30 min.
- Verificação do pH: fora do banho-maria, foi adicionado 10mL de HCl 0,325 N e em seguida ajustou-se o pH para 4,5 com HCl 5%.
- Incubação com amiloglicosidase: aos frascos, adicionou-se 200 µL de amiloglicosidase, cobriu-se com papel alumínio e as amostras foram incubadas à 60°C por 30 min.
- Precipitação da fibra alimentar com etanol: para cada amostra foi adicionado 225 mL de etanol 95%, pré-aquecido a 60°C. Os béqueres foram novamente cobertos com papel alumínio e foram deixados em repouso para precipitação em temperatura ambiente por 1 hora.
- Preparo da filtração: os cadinhos, previamente preparados com celite, foram pesados em balança analítica e, em seguida, adicionou-se aos mesmos, etanol 78% para molhar e redistribuir a camada de celite. Aplicou-se sucção para fixar a camada de celite no fundo do cadinho.
- Filtração: o precipitado foi filtrado quantitativamente pelo cadinho, lavando o frasco e o resíduo com duas porções de 10 mL de água a 70°C, tomando o cuidado de recolher a água de lavagem junto com o filtrado. Este filtrado foi acondicionado em frasco de 400 mL e reservado. A fração fibra insolúvel ficou retida no cadinho e a solúvel no filtrado.
- Determinação da fração fibra insolúvel: o resíduo do cadinho contendo a fração insolúvel foi lavado com duas porções de 15 mL de álcool 78%, duas porções de 15 mL de álcool 95% e duas porções de 15 mL de acetona. Em seguida, procedeu-se a secagem dos cadinhos em estufa à 105°C, *overnight*. Após este período, os cadinhos foram resfriados em dessecador e corrigiu-se as amostras para cinzas (mufla 550°C, 5 horas) e proteínas. A fração de fibra insolúvel foi calculada segundo a relação:

$$\text{Fração fibra insolúvel (\% em m/m)} = \frac{\text{RT} - \text{P} - \text{C} - \text{BT}}{m} \times 100$$

Onde: RT = resíduo total da amostra em duplicata (P₂-P₁) em gramas;

BT = massa do branco em gramas;
 P = proteínas da amostra em gramas;
 C = cinzas da amostra em gramas;
 m = massa da amostra em gramas.

- Determinação da fração fibra solúvel: mediu-se o volume do filtrado e foram adicionados álcool 95% a 60°C na proporção de 4:1 do volume do filtrado. Os béqueres foram cobertos e deixados em repouso por 1 hora, à temperatura ambiente para a precipitação da fração fibra solúvel. Em seguida, filtrou-se a solução alcoólica em cadinhos previamente tarados. Foi feita a lavagem, secagem e pesagem, como na fração fibra insolúvel, assim como a determinação dos teores de proteína e cinzas. O cálculo foi executado, segundo a equação:

$$\text{Fração fibra solúvel por cento m/m} = \frac{\text{RT} - \text{P} - \text{C} - \text{BT} \times 100}{m}$$

Onde: RT = resíduo total da amostra em duplicata (P₂-P₁) em gramas;

BT = massa do branco em gramas;

P = proteínas da amostra em gramas;

C = cinzas da amostra em gramas;

m = massa da amostra em gramas.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CARBOIDRATOS TOTAIS

O conteúdo de carboidratos foi calculado por diferença. Para o cálculo foram somadas as cinco determinações: umidade (%), lipídios (%), proteína (%), fibra alimentar (%) e cinzas (%). Esta soma foi subtraída do total (100%) e o resultado representa a fração glicídica do produto.

DETERMINAÇÃO DO VALOR CALÓRICO TOTAL

O valor calórico total (VCT) de um alimento é baseado nos valores de proteína, carboidratos e lipídios e é expresso em quilocalorias por 100 g de produto (Kcal/100

g). Para a determinação do valor calórico total das amostras analisadas, utilizou-se a equação:

$$\text{VCT (Kcal/100 g)} = (\text{proteína} \times 4) + (\text{carboidratos} \times 4) + (\text{lipídios} \times 9)$$

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MINERAIS

Do resíduo das cinzas, resultante da incineração em mufla, foi feita a análise da fração de minerais das amostras de pinhão. Determinou-se a quantidade de sete minerais: Cobre (Cu), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Potássio (K).

Para a solubilização das cinzas, as amostras foram diluídas em 20 mL de solução ácida (HCl 1:3) e adicionadas três gotas de HNO₃. A solução foi aquecida em banho-maria à temperatura de ebulição por 20 min. O volume de cada amostra foi, então, completado para 100 mL em balão volumétrico.

As análises de Cu, Fe, Zn, Mn, Ca e Mg foram feitas por Espectrometria de Absorção Atômica (EAA), utilizando para cada uma a respectiva lâmpada de cátodo oco. O combustível das análises foi o acetileno e o comburente o ar comprimido, com fluxos autoajustáveis. Para o Ca e o Mg foi adicionado na amostra a ser analisada, óxido de lantânio (La₂O), na proporção de 0,5mL para cada 5 mL de amostra. E o potássio foi analisado por fotometria de chama.

ANEXO 2 – AMIDO

Determinação do amido total (TS)

Alíquotas de 100 mg das amostras foram pesadas em duplicata em tubos tipo Falcon de 15 mL. Foram adicionados 0,2 mL de etanol aquoso (80% v/v) para dispersão do material, e os tubos foram agitados em um vórtex. Foi adicionado 2 mL de NaOH 1,7 mol/L e agitados por 15 segundos em vórtex. A suspensão em banho de gelo foi agitada em Shaker (Tecnal, TE - 4200) durante 15 min. Na sequência, 8 mL de solução tampão acetato de sódio 600mM (pH 3,8) foram adicionados aos tubos e agitou-os em vórtex novamente. Verificou-se o pH que deveria estar próximo de 5,0. Em duplicata, uma parte foi adicionado 0,1 mL de α -amilase termoestável e 0,1 mL de amiloglicosidase (AMG). A outra parte recebeu 0,2 ml de tampão acetato de sódio 10mM (ph 5,0). Os tubos foram agitados e incubados a 50°C por 30 min. Cerca de 2 mL de cada solução foram transferidos para tubos eppendorf e centrifugados em uma centrífuga a 13.000 rpm durante 8 min. Uma alíquota de 0,1 mL do sobrenadante foi transferida para tubo de ensaio com 4 mL de tampão acetato de sódio 100mM (ph 5,0) e por último 3 mL de reagente GOPOD (oxidase e peroxidase) foram adicionados.

Preparou-se o branco misturando-se 0,1 mL de água destilada e 3 mL da solução reagente GOPOD (D-Glucose). E o padrão D-glicose solução padrão (em quadruplicata). Estes tubos foram incubados novamente a 50°C durante 20 min e as absorbâncias das amostras foram obtidas a um comprimento de onda de 510 nm em um espectrofotômetro (Shimazu, UV-1800). Para o cálculo do amido total utilizou-se a planilha Mega-Calc™ Data Calculator (MEGAZYME, 2011).

Determinação do amido resistente (RS)

Alíquotas de 100 mg das amostras foram pesadas em duplicata em tubos tipo Falcon de 15 mL. Foram adicionados 4 mL de solução de α -amilase pancreática contendo amiloglicosidase (AMG), recém-preparada. Os tubos foram bem tampados, vedados com parafilme e agitados em vórtex. Os tubos foram incubados em banho-maria na horizontal a 37°C por 16 horas, com agitação contínua. Após esse período os tubos foram retirados do banho-maria, adicionamos 4 mL de álcool etílico 99% e

agitamos em vórtex durante 15 segundos. Depois foi centrifugado a 3.000 rpm por 10 min. Cuidadosamente foi retirado o sobrenadante e transferido para um balão volumétrico de 100 mL (reservar para a determinação de amido não resistente). O precipitado foi ressuspensão em 4 mL de etanol 99% e agitado em vórtex. Depois centrifugado a 3000 rpm por 10 min. Novamente o precipitado foi ressuspensão com 2 mL de etanol 50%. Agitado em vórtex. Posteriormente foi adicionado 6 mL de etanol 50%. Agitado em vórtex novamente e centrifugado a 3000 rpm por 10 min. O sobrenadante foi retirado, com cuidado para não suspender o precipitado e o passo anterior foi repetido. Após a segunda lavagem com etanol 50%, o sobrenadante foi decantado, vertendo o tubo para retirar o excesso de líquido.

Nota: O precipitado será utilizado para a determinação do amido resistente (AR) e os sobrenadantes (reunidos) para a determinação do amido não resistente (ANR).

Determinação do amido resistente: O precipitado foi ressuspensão com 2 mL de KOH 2 mol/L, colocado em banho de gelo e colocado em agitação por 20 min. Depois as amostras foram retiradas do banho de gelo e acrescentou 8 mL de tampão acetato de sódio 1,2 mol/L (pH 3,8) e 0,1 mL de AMG, misturou bem e incubou em banho-maria a 50°C por 30 min. Depois foi pipetado em duplicata 0,1 mL do sobrenadante de cada réplica da amostra para tubos de ensaio. Preparado um branco com 0,1 mL de tampão acetato de sódio 100 mm (pH 5,0). Pipetado em quadruplicata 0,1 mL do padrão D-glicose para tubos de ensaio. Por último adicionado 3 mL de reagente GOPOD (D-glicose) aos tubos contendo a amostra, o branco e o padrão glicose. Agitado em vórtex por apenas cinco segundos. Incubado em banho-maria a 50°C por 20 min. A absorbância da amostra e do padrão glicose foi medida em espectrofotômetro (Shimazu, UV-1800) a 510 nm.

Amido não resistente: Foi volumado até 100 mL, com tampão acetato de sódio 100 mm (pH 4,5), os balões volumétricos contendo os sobrenadantes obtidos da hidrólise enzimática e subsequentes lavagens com álcool etílico e depois homogeneizados. Alíquotas de 0,1 mL foram transferidos em duplicata para tubos de ensaio, acrescentou 10 µL AMG diluída (300 U mL) e depois agitado manualmente. O branco foi preparado com 0,1 mL de tampão acetato de sódio 100mm (pH 4,5) e incubado em banho-maria a 50°C por 20 min. Depois foi adicionado 3 mL de GOPOD e incubado

novamente a 50°C por 20 min. Por fim, a absorvância das amostras foi medida em espectrofotômetro (Shimazu, UV-1800) a 510 nm.

Para a análise de Cromatografia Gasosa (CG), foi necessário fazer a extração dos compostos a partir de 10mg de amostra seca da farinha. Com auxílio de uma microseringa de vidro graduada, foi adicionado 30 μ L de ácido nonadecanoico (2 mg/L) para padronização interna quantitativa para a fase apolar. Depois adicionado com auxílio de micropipeta, 30 μ L de ^{13}C - sorbitol (0.2 mg/mL) para padronização interna quantitativa para a fase polar. Por último, adicionado com auxílio de microseringa de vidro micropipeta, 1,2 mL da mistura etanol:tolueno (1:1) no caso de amostras sólidos e misturado no vórtex.

Em equipamento thermomixer, agitamos a amostra a 950 rpm por 15 min a 70°C, após 1 min a agitação foi interrompida e aberto os eppendorfs para tirar a pressão, fechamos novamente e deixamos agitando os 14 min restantes. Depois centrifugamos por 7 min a 12000 rpm. E com auxílio de uma pipeta pauster de vidro colocamos o sobrenadante em um tubo de ensaio de 5 mL. No final desse procedimento, repetimos o processo a partir da etapa com sorbitol.

Após repetir o processo acima, foi adicionado 400 μ L de água tipo 1, utilizando-se de microseringa de vidro graduada. Depois foi agitado em vórtex para misturar as fases e centrifugado durante 5 min a 1000 rpm. Por fim transferimos a fase apolar (superior) para um novo tubo de ensaio de 5 ml. Adicionamos 0,5 mL de tolueno ao tubo contendo a fase polar. Foi agitado em vórtex para misturar as fases e centrifugado durante 5 min a 1000 rpm. Transferimos a fase apolar (superior) para o mesmo tubo de ensaio contendo a fase apolar da etapa anterior (FRAÇÃO LIPOFÍLICA) e a fase polar (inferior) para um novo eppendorf de fundo cônico (1,5 mL), então a metade desse volume para outro eppendorf. Um eppendorf foi reservado por segurança (FRAÇÃO HIDROFÍLICA).

Fração hidrofílica

Os tubos foram colocados no Speed Vac e a amostra foi seca em modo V-AL (modo de configuração) durante a noite (10 horas), sem aquecimento.

Derivatizações:

Para a reação de metoximação, foi adicionado 50 μ L de cloridrato de metoxiamina em piridina (20 mg/mL, e.g. pesar 0.0200 g e dissolver em 1 mL de

piridina). Utilizamos microseringa de vidro graduada, específica para reagentes. Após o uso limpar a seringa com acetona. Misturamos em vórtex e incubamos as amostras no bloco de aquecimento a 40°C durante 90 min. Para a reação de sililação foi adicionado 50 µL de MSTFA (Trimetilsilil-Trifluoracetamida). Utilizamos microseringa de vidro graduada, específica para reagentes. Após o uso limpar a seringa com acetona. Misturamos em vórtex e incubamos as amostras no bloco de aquecimento a 40°C durante 90 min. Transferimos as amostras para o insert de vidro (0,1 mL) e acondicionamos o insert no vial vidro de 2 mL e fechamos com a tampa para injeção no GC-MS.

Fração lipofílica

Os tubos foram colocados na manta de aquecimento e secos a 60°C. Quando necessário e se preciso for (agilizar o processo) pode utilizar um leve fluxo de nitrogênio.

Esterificação:

Foi adicionado 0,5 mL de tolueno e 1 mL da mistura metanol:cloreto de acetila (9:1) nas amostras e colocado para reagir durante a noite a 60°C. Os tubos foram vedados com teflon entre a tampa e o tubo de ensaio.

Após esse período, adicionamos 0,5 ml de éter etílico, misturamos em vórtex e depois centrifugamos por 3 min a 1000 rpm. A fase superior foi retirada e colocada um novo tubo de ensaio de 5 mL. Repetimos essa etapa mais 2 vezes no tubo de ensaio da reação. Sempre adicionando a fase superior ao primeiro tubo de ensaio contendo a fase superior da primeira extração.

Para finalizar, adicionamos sulfato de sódio ao tubo de ensaio contendo os três extratos de éter etílico para retirar a água residual. Depois transferimos a solução para um vial de 2 mL e foram colocados na manta de aquecimento a 40°C com um leve fluxo de nitrogênio.

Sililação

Para a reação de sililação, foi adicionado 50 μL de BSTFA e 50 μL de piridina. Utilizamos microseringa de vidro graduada, específica para reagentes. Misturamos em vórtex e depois a amostra foi incubada no bloco de aquecimento a 60°C durante 60 min.

Após esses processos, as amostras foram analisadas no Cromatógrafo acoplado a espectrometria de massa (GC-MS) (Polaris Q, Thermo Electron Corporation).

ANEXO 4 – DIGESTIBILIDADE *IN VITRO*

A digestão gastrointestinal foi realizada em 3 fases (oral, gástrica e intestinal). Para as formulações foram utilizadas uma pasta (1:1) com 1 g de amostra e 1 g de água.

As três fases digestivas foram incubadas em banho-maria (37°C), sob agitação em shaker (85 rpm), na fase oral (2 min), gástrica (2 h) e intestinal (2 h). O procedimento ocorreu em dois lotes: i: quatro tubos de cada amostra foram retirados após as três fases; ii: quatro tubos retirados após a fase oral e gástrica. Dos 4 tubos, 2 tubos foram para fazer os extratos dos compostos bioativos. No fim de cada etapa i e ii interrompeu-se as reações, colocando os tubos em banho de gelo. Os brancos foram realizados usando água destilada e todas as enzimas digestivas nas mesmas condições das amostras.

Os fluidos gastrointestinais foram preparados utilizando soluções estoque de KCl, KH₂PO₄, NaHCO₃, NaCl, MgCl₂ (H₂O₆), (NH₄)₂CO₃, HCl, H₂O. O NaCl não foi adicionado no fluido salivar, nem o (NH₄)₂CO₃ adicionou-se no fluido intestinal. Os fluidos foram preparados e mantidos sob refrigeração até o momento das análises. As enzimas foram preparadas no dia da análise com seus respectivos fluidos, previamente determinados por Mikenus *et al.*, 2014.

A primeira fase (salivar) ocorreu em pH 7. Em tubo de centrífuga de 50 mL foi adicionado 2 g de amostra, fluido salivar pH 7 (2,10 mL), solução de α-amilase 1500 U/mL (a partir de solução estoque de *Aspergillus Niger* 12143 U/ml, Sigma) (300 µL), CaCl₂ 0,3 M (15 µL) e 585 µL de água destilada. O conteúdo foi homogeneizado em vórtex e posteriormente submetido ao banho-maria a 37°C por 2 min. Em seguida, a segunda fase ocorreu em pH 3. Neste mesmo tubo foi adicionado o fluido gástrico pH 3 (4,50 mL), solução de pepsina 25000 U/mL (provinda da mucosa gástrica de porco 727 U/mg, Sigma) (960 µL), CaCl₂ 0,3 M (3 µL), HCl 1M (120 µL) e 417 µL de água destilada. O pH foi ajustado, as amostras homogeneizadas e incubadas por 2 h. Após, metade das amostras foi interrompida e metade seguiu para a terceira fase. A terceira fase ocorreu em pH 7, o fluido intestinal pH 7 foi adicionado (6,60 mL), seguida de pancreatina 800 U/mL (oriundo do pâncreas porcino 8 x USB Sigma) (3,00 mL), bile 160 mm (1,50 mL), CaCl₂ 0,3 M (24 µL), NaOH 1 M (90 µL) e água destilada (786 µL), seguidas de homogeneização e incubação por 2 horas.

ANEXO 5 – ANÁLISE SENSORIAL

ANÁLISE DESCRITIVA PELO MÉTODO PERFIL FLASH

PREPARO DAS AMOSTRAS

As amostras foram cortadas em cubos de 1,5 cm³ e colocadas em copos descartáveis. Os copos foram cobertos com papel alumínio e codificados com três dígitos aleatórios. As amostras foram mantidas em temperatura ambiente.

LEVANTAMENTO INDIVIDUAL DE TERMINOLOGIAS

A avaliação das amostras para levantamento de termos foi realizada de acordo com o método de Grid (ISO 13299:2016). Aos avaliadores foram apresentadas, em pares, as amostras e solicitado que descrevessem as similaridades e diferenças entre elas, gerando para cada par uma lista de atributos sobre odor, gosto, sabor e cor. Posteriormente, cada avaliador recebeu uma ficha individual com os atributos levantados.

2021	Ficha 1 - Perfil Sensorial Metodologia: Perfil Flash – levantamento de atributos
------	--

Nome: _____

Data: _____

→ Descrevam, com palavras ou poucas palavras, as **diferenças e similaridades** do seguinte conjunto de amostras.

→ Avalie os atributos de aparência (observando cor e aspecto), aroma (cheirando a amostra duas vezes), sabor (degustando), textura (movimentando a amostra no copo, tocando e avaliando a sensação conferida na boca) e, também, qualquer sensação na cavidade oral após engolir (residual).

Amostras 1 x 2

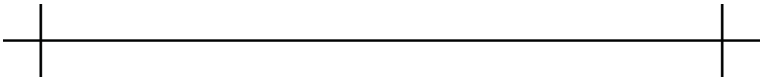
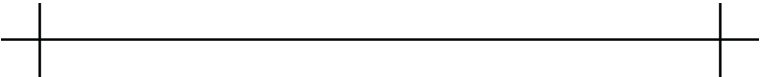
-
-
-
-
-
-
-
-
-

AVALIAÇÃO DAS AMOSTRAS

A segunda etapa da técnica Perfil Flash consistiu na avaliação das amostras. Cada avaliador recebeu as amostras ao mesmo tempo. As amostras foram codificadas com três dígitos aleatórios e foi pedido para que os avaliadores ordenassem as amostras em cada atributo, por meio de escala não estruturada de 10 cm, ancorada apenas nos dois extremos pelos termos “fraco” e “forte” (Albert et al. 2011).

2021	Ficha 2 - Perfil Sensorial Metodologia: Perfil Flash – intensidade dos atributos levantados
------	---

Nome: _____

	Pouco  Muito
	Pouco  Muito

	Pouco ----- Muito
	Pouco ----- Muito
	Pouco ----- Muito

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DO PERFIL FLASH

A Generalised Procrustes Analysis (GPA), Análise de Procrustes Generalizada avaliou o Perfil sensorial por meio do Perfil Flash através do software XLSTAT® 2016 (AddinsoftTM). A matriz dos dados corresponde a cada avaliador e o biplot do GPA mostrou o quão diferente as amostras são. Os parâmetros principais do GPA foram: Número de iterações (500), configurações (22), 6 linhas e 163 colunas de dados de entrada (Method: Commandeur, type of biplot: Correlation biplot/ Coefficient = Automatic).

TESTE DE ACEITABILIDADE E INTENÇÃO DE COMPRA

O teste de aceitabilidade das amostras foi realizado por uma escala hedônica de 9 pontos (desgostei muitíssimo – gostei muitíssimo), onde os parâmetros avaliados foram a aparência, cor, odor, sabor, textura e aceitabilidade global. A intenção de compra foi avaliada em escala verbal de 3 pontos (1 – certamente compraria; 2 – talvez compraria e 3 – não compraria).

2021	<p align="center">Ficha 3 - Aceitabilidade e intenção de compra</p> <p align="center">Metodologia: Escala hedônica</p>
------	---

Nome: _____

Avalie as amostras conforme a sua preferência, utilizando os parâmetros abaixo listados:

- 1- Desgostei extremamente
- 2 - Desgostei muito
- 3 - Desgostei moderadamente
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 5 - Indiferente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 7 - Gostei moderadamente
- 8 - Gostei muito
- 9 - Gostei extremamente

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Cor/aparência			
Odor			
Sabor/Textura			
Aceitabilidade global			

Demonstre sua intenção de compra abaixo (marcando um X na opção):

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Certamente compraria			
Talvez compraria			
Não compraria			

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$) foi aplicado para verificar a normalidade dos resultados obtidos, além da homoscedasticidade que foi testada pelo teste de Bartlett. As análises de variância foram aplicadas, segundo Kruskal-Wallis, para dados não paramétricos e ANOVA ($p < 0,05$) para dados com normalidade confirmada. O teste de diferença de média com amostra controle, foram avaliados por Duncan, e sem amostra controle, por Tukey. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão ($n = 3$).

O teste sensorial de intenção de compra foi avaliado apenas por porcentagem de cada resposta. Todos os testes, gráficos e modelagens matemáticas foram realizados pelos softwares R®Studio 12.5 e ChemoStat® V2. A análise HCA foi realizada no software Past® 3.26.

ANEXO 6 – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Prof. Dr. Alvaro Luiz Mathias e Rafaela Grazielle Castrillon, aluna de pós-graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você a participar de um estudo intitulado "Avaliação sensorial de barra de cereal com casca de pinhão".

- a) O objetivo desta pesquisa é avaliar a preferência sensorial dos consumidores de barra de cereal, associação de palavras e intensão de compra da barra de cereal enriquecida com farinha de casca de pinhão.
- b) Caso você seja selecionado para participar da pesquisa, receberá 4 amostras de barra de cereais, cada uma contendo em média 10g, duas fichas separadamente, para análise de associação de palavras e Perfil Flash, onde irá escrever quatro palavras que lhe vem à mente com o produto apresentado, e outra ficha para avaliar o produto pela análise de Escala Hedônica de 9 pontos e sua intenção de compra. Pessoas que possuam qualquer tipo de diabetes, estará vetado de participar das análises, pelo produto conter açúcares.
- c) Para tanto você deverá comparecer no Laboratório de Tecnologia de Alimentos – Usina B, campus Centro Politécnico/Curitiba para participar da seleção de assessores para avaliação de odor e sabor, o que levará aproximadamente 15 minutos.

Para tanto você deverá comparecer no Laboratório de Tecnologia de Alimentos – Usina B, campus Centro Politécnico/Curitiba para participar da seleção de assessores para avaliação de odor e sabor, o que levará aproximadamente 15 minutos. Se você for selecionado, deverá comparecer novamente ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos para realização das análises de associação de palavras que levará 15 minutos e Perfil Flash que levará aproximadamente 10 minutos. E um terceiro comparecimento para realização das análises de Escala Hedônica, que levará 15 minutos para realização da análise e sua intenção de compra, que levará 2 minutos.

- d) É possível que você experimente algum desconforto, principalmente relacionado as perguntas realizadas na entrevista inicial.
- e) É possível que você assessor, experimente algum desconforto ou falta de compreensão relacionado as perguntas realizadas na entrevista inicial, ou se sinta constrangido com a presença do avaliador durante a análise. Neste caso, se necessário uma maior compreensão em relação as perguntas realizadas, solicite ajuda ao avaliador para auxiliá-lo. As perguntas realizadas na entrevista inicial, será com relação a consumo, frequência e preferência de barra de cereal.
- f) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser reações alérgicas inesperadas aos produtos apresentados ou constrangimento pelas perguntas realizadas na entrevista inicial ou fichas utilizadas. No caso de reações alérgicas, primeiros socorros será realizado e o assessor será encaminhado para uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA) mais próximo do local da análise para receber os cuidados adequados. Em caso de constrangimento por alguma pergunta contida na entrevista, os avaliadores explicarão verbalmente a intensão da pergunta, para que aja entendimento claro por parte do assessor.
- g) A barra de cereal com farinha da casca de pinhão, tem o objetivo de proporcionar uma fonte nutricional alternativa para consumo rápido entre refeições. A casca de pinhão vem sendo estudada e os relatos mostram resultados motivadores para o consumo dessa matéria-prima que é considerada resíduo. Além dos elevados níveis de compostos fenólicos e micro e macro nutrientes benéficos a saúde, indiretamente a casca de pinhão trará mais renda para os produtores rurais que beneficiam o pinhão. Passará de resíduo à matéria-prima de alto valor agregado.

Participante da Pesquisa:
Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE:
Orientador

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa
em Seres Humanos do Setor de Ciências da
Saúde/UFPR.

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD nº 4045223
Rua Padre Camargo, 285 | 1º andar | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | 25/05/2020
cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259

- h) Os pesquisadores Prof. Dr. Alvaro Luiz Mathias e a doutoranda Rafaela Grazielle Castrillon, responsáveis por este estudo poderão ser localizados no Laboratório de Inovação e Otimização de Produtos e Processo (LIOPP) – Bloco Usina B, 1º andar, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Campus Centro Politécnico – Curitiba/PR, localizado na Av. Francisco Heráclito dos Santos, nº 100 - Jardim das Américas no telefone (41) 3361 3232, e-mail: mathias@ufpr.br ou rafaela_castrillon@hotmail.com, no horário das 8:00 as 11:00 e 13:00 as 17:00 hrs para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.
- i) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.
- j) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas. Como coordenadora do curso de pós-graduação e professor orientador da pesquisa. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua **identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade**.
- k) O material obtido – questionários – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será destruído/descartado para reciclagem ao término do estudo, dentro de 1 ano.
- l) As despesas necessárias para a realização da pesquisa, como questionários e o produto estudado, não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.
- m) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.
- n) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Curitiba, ____ de _____ de 2020.

[Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal]

[Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE]

Ativado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB nº 4045/23
na data de 25/05/2020

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
Rua Padre Camargo, 285 | 1º andar | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 |
cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259