



UNICAMP

ANA CLÁUDIA VARANDA MOREIRA

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA*
SPP.) E SEU POTENCIAL DE APLICAÇÃO EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO**

**CAMPINAS
2014**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

ANA CLÁUDIA VARANDA MOREIRA

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA*
SPP.) E SEU POTENCIAL DE APLICAÇÃO EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Tecnologia de
Alimentos da Faculdade de Engenharia de
Alimentos para a obtenção do título de
Mestra em Tecnologia de Alimentos

Orientadora: Prof^a Dr^a Caroline Joy Steel

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA ANA CLÁUDIA
VARANDA MOREIRA E ORIENTADA PELA PROF^a DR^a
CAROLINE JOY STEEL

Assinatura da Orientadora

**CAMPINAS
2014**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos
Claudia Aparecida Romano - CRB 8/5816

M813o Moreira, Ana Cláudia Varanda, 1985-
Obtenção e caracterização da farinha de castanha (*Castanea* spp.) e seu potencial de aplicação em produtos de panificação / Ana Cláudia Varanda Moreira. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Caroline Joy Steel.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Castanha. 2. Fibra alimentar. 3. Amido resistente. 4. Biscoitos. 5. Bolos. I. Steel, Caroline Joy. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Obtaining and characterization of chestnut (*Castanea* spp.) flour and its potential application in bakery products

Palavras-chave em inglês:

Chestnut
Dietary fiber
Resistant starch
Cookies
Cakes

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Mestra em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Caroline Joy Steel [Orientador]
Maria Ângela Fagnani
Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici

Data de defesa: 03-12-2014

Programa de Pós-Graduação: Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Caroline Joy Steel
Orientadora

Profª Drª Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici
Membro Titular

Profª Drª Maria Ângela Fagnani
Membro Titular

Profº Drº Flavio Luis Schmidt
Membro Suplente

Drª Silvana Catarina Sales Bueno
Membro Suplente

Dedico esta dissertação à minha família:
a meu marido que tanto me apoia, nos bons e
maus momentos; a meus pais, por todo
esforço na minha formação e a meu irmão,
pela alegria de viver.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças para continuar quando a batalha estava sendo vencida pelo cansaço e pelo desânimo, me lembrando que o caminho pode ser difícil, mas no final, a recompensa é valiosa.

Agradeço ao meu marido, companheiro, melhor amigo e maior incentivador, Gabriel, pela compreensão das muitas vezes em que foi deixado de lado por conta de tantos trabalhos e pela paciência em ler cada pedacinho de cada trabalho, corrigindo e melhorando com todo carinho.

Aos meus pais, Valdir e Sandra, que por tantas vezes abriram mão de alguns pequenos luxos em prol da minha educação e por sempre acreditarem e serem meus maiores incentivadores em todas as decisões.

Agradeço também ao meu irmão Arthur, por lembrar sempre a criança que há em mim e por ser um garoto tão maravilhoso.

À professora Maria Ângela Fagnani que tão gentilmente cedeu as castanhas que foram usadas nesse projeto e que sempre incentivou o estudo dessa cultura.

À professora Caroline Joy Steel por aceitar orientar esse projeto e por dedicar seu tempo em compartilhar seus conhecimentos.

Ao pessoal da Escola SENAI Prof. Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, em especial ao professor Adalto Ricardo de Sousa, por toda a ajuda nas análises físico-químicas e por dar seu toque de químico ao projeto. E também ao professor Eidiomar Angelucci por ter tornado possível essa titulação, flexibilizando meus horários de trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Cereais do DTA/Unicamp, Márcio e Alessandra, pelas riquíssimas contribuições nas análises e principalmente pelas dicas bastante úteis. À Ludmilla por toda ajuda nas fibras e amido resistente. À Lais pela bem vinda colaboração na análise sensorial. Sem vocês teria sido bem mais difícil.

A todos que de alguma forma tiveram parte neste projeto e cujos nomes não são aqui mencionados, meu agradecimento pela ajuda, pelo conselho, pelo incentivo ou simplesmente por estar lá quando precisava.

“Porque aos seus anjos ele mandou que te guardem em todos os teus caminhos. Eles te sustentarão em suas mãos, para que não tropeces em alguma pedra. Pois que se uniu a mim, eu o livrarei; e o protegerei, pois conhece meu nome.”

Sl 90, 11-12; 14.

RESUMO

Apesar de ser um produto comercialmente muito importante nos países europeus, principalmente em Portugal, e em alguns países asiáticos, tais como a Turquia e a China, a produção e comercialização dos diferentes tipos de castanha do gênero *Castanea* spp. em grande escala no Brasil está restrita a algumas regiões específicas, de clima mais ameno, a exemplo das regiões de maior altitude do estado de São Paulo, visto que ela é altamente perecível e suscetível à contaminação por fungos, o que requer estocagem sob temperaturas de refrigeração. Entretanto, sua farinha pode ser conservada por mais tempo à temperatura ambiente; além disso, esta possui alto teor de amido, tendo sido encontrado alto teor de amido resistente. Ainda, a farinha de castanha possui conteúdo significativo de proteínas e um baixo teor de lipídeos. No Brasil, a farinha de castanha não é encontrada comercialmente e a sua produção a partir das sementes colhidas ainda não foi amplamente estudada, nem a sua aplicação. Por conseguinte, o objetivo deste trabalho foi avaliar o melhor método de obtenção da farinha de castanha (*Castanea* spp.), bem como caracterizá-las com relação à sua composição centesimal, características reológicas, propriedades de pasta e teor de amido resistente. Para tanto, foram obtidas três amostras de farinha de castanha por diferentes métodos, avaliando-se a possibilidade de sua aplicação em produtos de panificação, mais especificamente, em bolo inglês e em biscoito tipo *cookie*. As 3 farinhas obtidas foram analisadas em sua composição centesimal, cor, fibra alimentar, amido resistente e análise reológica em *blends* com farinha de trigo. Os *cookies* e os bolos produzidos foram avaliados quanto ao teor de fibra alimentar e amido resistente, bem como quanto à textura, umidade e atividade de água ao longo do armazenamento. Quanto aos resultados, a farinha Integral apresentou $7,6 \pm 0,3\%$ de umidade, $1,49 \pm 0,07\%$ de lipídeos, $4,61 \pm 0,17\%$ de proteínas, $2,03 \pm 0,08\%$ de cinzas e $16,75 \pm 0,45\%$ de fibra alimentar. Já a farinha Refinada possuiu $7,12 \pm 0,19\%$ de umidade, $1,39 \pm 0,39\%$ de lipídeos, $4,50 \pm 0,03\%$ de proteínas, $2,23 \pm 0,03\%$ de

cinzas e $10,88 \pm 0,43\%$ de fibra alimentar. A farinha Seca Inteira possuiu $7,49 \pm 0,07\%$ de umidade, $1,25 \pm 0,13\%$ de lipídeos, $4,05 \pm 0,15\%$ de proteínas, $2,15 \pm 0,02\%$ de cinzas e $11,93 \pm 0,27\%$ de fibra alimentar. Os teores de fibra alimentar e amido resistente nos bolos elaborados com farinha de castanha foram significativamente maiores que os constatados na formulação controle e, durante a estocagem, houve pouca alteração nos teores de umidade e atividade de água dos bolos, enquanto que, no que diz respeito ao parâmetro “textura”, observou-se um aumento significativo da firmeza entre os dias 5 e 10 de estocagem. Já os *cookies* elaborados com farinha de castanha obtiveram maiores teores de fibra alimentar e de amido resistente que o controle, além de maior espalhabilidade. Por fim, os bolos e biscoitos foram submetidos à análise sensorial de aceitação e intenção de compra, todos obtendo notas de aceitação entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente), o que denota grande potencial de aplicação da farinha de castanha em produtos de panificação.

Palavras-chave: farinha de castanha, bolo inglês, *cookies*, amido resistente, fibra alimentar.

ABSTRACT

Despite being a very important commercial product in European countries, especially in Portugal, and in some Asian countries, such as Turkey and China, production and trade of different varieties of chestnut genus *Castanea* spp. in large scale in Brazil is restricted to specific regions of milder weather, such as the ones with higher altitudes in the state of São Paulo. The chestnut is highly perishable and very susceptible to contamination by fungi, requiring storage at refrigeration temperatures. However, chestnut flour can be stored for a longer time at room temperature; furthermore, this flour has high starch content and it has been found to have high resistant starch content. Also, chestnut flour has significant protein content, and it has low lipid content. In Brazil, chestnut flour is not commercially produced and its production from harvested seeds has not been widely studied, neither its application. Therefore, the aim of this study was to evaluate the best method of obtaining chestnut (*Castanea* spp.) flour, as well as to characterize the chestnut flours as to their chemical composition, rheological properties, pasting properties and resistant starch content. Three samples of chestnut flour were obtained by different production methods. Finally, the possibility of applying the flour in bakery products was evaluated, more specifically, pound cakes and cookies, for the purpose of nutritional enrichment of the products. The 3 flours obtained were analyzed for their chemical composition, color, dietary fiber, resistant starch and rheological analyses in blends with wheat flour. Cookies and pound cakes produced were evaluated for dietary fiber and resistant starch as well as texture, moisture and water activity during storage and sensory analysis of acceptance and purchase intent was performed. Whole flour had $7.6 \pm 0.3\%$ moisture, $1.49 \pm 0.07\%$ fat, $4.61 \pm 0.17\%$ protein, $2.03 \pm 0.08\%$ ash and $16.75 \pm 0.45\%$ dietary fiber. Refined flour had $7.12 \pm 0.19\%$ moisture, $1.39 \pm 0.39\%$ fat, $4.50 \pm 0.03\%$ protein, $2.23 \pm 0.03\%$ ash and $10.88 \pm 0.43\%$ dietary fiber. Dried Whole flour had $7.49 \pm 0.07\%$ moisture, $1.25 \pm 0.13\%$ fat, $4.05 \pm 0.15\%$ protein, $2.15 \pm 0.02\%$ ash and $11.93 \pm 0.27\%$ dietary

fiber. The levels of dietary fiber and resistant starch in the cakes elaborated with chestnut flour were significantly higher than in the control. During storage, there was little change in moisture content and water activity of the cakes, but firmness showed a significant increase between the 5th and the 10th day of storage. Cookies made with chestnut flour showed higher spreadability and higher dietary fiber and resistant starch contents than the control. Both cookies and cakes evaluated presented acceptance scores between 6 (like slightly) and 7 (like moderately) showing the great potential of application of chestnut flour in bakery products.

Key words: chestnut flour, pound cakes, cookies, resistant starch, dietary fiber.

SUMÁRIO

RESUMO	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvii
SUMÁRIO	xix
LISTA DE FIGURAS	xxv
LISTA DE TABELAS	xxvii
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS	3
Geral	3
Específicos	3
 CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
1. Castanha (<i>Castanea</i> spp.)	6
2. Farinha de castanha e processos de secagem	8
3. Fibra alimentar	10
4. Amido resistente	12
5. Produtos de panificação com fontes alternativas de farinhas	14
6. Bolo inglês.....	16
7. <i>Cookies</i>	17
8. Referências Bibliográficas.....	19

CAPÍTULO 2. OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (<i>CASTANEA SPP.</i>) POR DIFERENTES PROCESSOS	25
RESUMO.....	26
ABSTRACT	28
1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAIS E MÉTODOS	32
2.1 Materiais.....	32
2.2 Métodos	32
2.2.1 Tratamentos pós-colheita e obtenção das farinhas de castanha.....	32
2.2.1.1 Moagem das castanhas <i>in natura</i> e posterior secagem	32
2.2.1.2 Secagem, armazenamento e posterior moagem e secagem	33
2.2.2 Caracterização das farinhas de castanha e dos <i>blends</i> com farinha de trigo...	35
2.2.2.1 Composição centesimal	35
2.2.2.2 Amido resistente.....	36
2.2.2.3 Propriedades de pasta em RVA (Rapid Visco Analyser).....	36
2.2.2.4 Cor instrumental	37
2.2.3 Análises reológicas.....	37
2.2.3.1 Farinografia	37
2.2.3.2 Extensografia	38
2.2.4 Análise dos resultados.....	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1 Tratamentos pós-colheita e obtenção das farinhas de castanha	39
3.2 Caracterização das farinhas de castanha e dos <i>blends</i> com farinha de trigo	41

3.3	Análises reológicas	49
4.	CONCLUSÕES.....	56
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

**CAPÍTULO 3. APLICAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (CASTANEA SPP.)
OBTIDA POR DIFERENTES PROCESSOS EM BOLO INGLÊS..... 61**

RESUMO..... 62

ABSTRACT..... 64

1. INTRODUÇÃO..... 66

2. MATERIAIS E MÉTODOS..... 69

2.1 Materiais..... 69

2.2 Métodos 70

2.2.1 Produção de bolo inglês 70

2.2.3 Avaliação do produto final (bolo inglês) 72

2.2.3.1 Índices de simetria, uniformidade e volume do bolo..... 72

2.2.3.2 Textura 72

2.2.3.3 Cor instrumental 73

2.2.3.4 Umidade 73

2.2.3.5 Atividade de água..... 73

2.2.3.6 Fibra alimentar 74

2.2.3.7 Amido resistente..... 74

2.2.4 Análise sensorial..... 74

2.2.5 Análise dos resultados..... 75

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
3.1 Avaliação da massa e perda no assamento.....	76
3.2 Avaliação das características dos bolos formulados	77
3.3 Análise de fibra alimentar e amido resistente.....	81
3.4 Avaliação dos bolos durante a estocagem.....	84
3.5 Análise sensorial	88
4. CONCLUSÕES.....	92
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
 CAPÍTULO 4. APLICAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (CASTANEA SPP.)	
OBTIDA POR DIFERENTES PROCESSOS EM COOKIES.....	97
RESUMO.....	98
<i>ABSTRACT</i>	<i>100</i>
1. INTRODUÇÃO	102
2. MATERIAIS E MÉTODOS	104
2.1 Materiais.....	104
2.2 Métodos	105
2.2.1 Produção de cookies	105
2.2.2 Avaliação do produto final (cookies)	106
2.2.2.1 Diâmetro.....	107
2.2.2.2 Espessura	107
2.2.2.3 Espalhabilidade	107
2.2.2.4 Perda por assamento	108
2.2.2.5 Cor instrumental	108

2.2.2.6	Umidade	108
2.2.2.7	Atividade de água.....	109
2.2.2.8	Fibra alimentar	109
2.2.2.9	Amido resistente.....	109
2.2.2.10	Resistência à fratura (snap test)	109
2.2.3	Análise Sensorial	110
2.2.4	Análise dos resultados.....	111
3.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	112
3.1	Avaliação do diâmetro, espessura, espalhabilidade, perda no assamento e cor ..	112
3.2	Análises de fibra alimentar e amido resistente	116
3.3	Avaliação dos cookies durante a estocagem	120
3.4	Análise sensorial	124
4.	CONCLUSÕES.....	128
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129
	CONCLUSÕES GERAIS	133
	ANEXOS	137
	Anexo A – Termo de consentimento livre e esclarecido – bolo inglês.....	138
	Anexo B – Termo de consentimento livre e esclarecido – <i>cookies</i>	139
	Anexo C – Ficha de avaliação sensorial – bolo inglês	140
	Anexo D – Ficha de avaliação sensorial – <i>cookies</i>	141
	Anexo E – Farinogramas	142
	Anexo F – Extensogramas	145

Anexo G – RVA	148
---------------------	-----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1. Castanha portuguesa	8
-------------------------------------	---

CAPÍTULO 2. OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA SPP.*) POR DIFERENTES PROCESSOS

Figura 1. Fluxograma do procedimento experimental realizado.....	34
Figura 2. Curva de secagem das farinhas de castanha obtidas pelos diferentes processos e da castanha seca com casca que deu origem à farinha FS (Farinha proveniente da castanha seca inteira com a casca – sem película).....	40
Figura 3. Amostras de farinha de trigo (FT) e de farinhas de castanha: FI, FR e FS.	48

CAPÍTULO 3. APLICAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA SPP.*) OBTIDA POR DIFERENTES PROCESSOS EM BOLO INGLÊS

Figura 1. Vistas superior e lateral das amostras de bolo BFC, BFI, BFR e BFS... 79	
Figura 2. Resultados para a intenção de compra com aplicação da escala de atitude.	91

CAPÍTULO 4. APLICAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA SPP.*) OBTIDA POR DIFERENTES PROCESSOS EM *COOKIES*

Figura 1. Esquema da análise de resistência à fratura realizada utilizando texturômetro TA XT Plus e probe <i>3-point bending rig</i>	110
Figura 2. Aparência e coloração das amostras de cookies CFC, CFI, CFR e CFS.	116
Figura 3. Distribuição de frequência das notas de intenção de compra dos <i>cookies</i> formulados.....	127

Anexo E

Figura 1. Farinogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha integral: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.	142
Figura 2. Farinogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha refinada: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.	143
Figura 3. Farinogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha seca inteira: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.	144

Anexo F

Figura 1. Extensogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha integral: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.	145
Figura 2. Extensogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha refinada: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.	146
Figura 3. Extensogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha seca inteira: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.	147

Anexo G

Figura 1. Gráficos de RVA das farinhas de trigo (a) e das farinhas de castanha: b) integral, c) refinada e d) seca inteira.	148
Figura 2. Gráficos de RVA dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha integral: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.	149
Figura 3. Gráficos de RVA dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha refinada: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.	150
Figura 4. Gráficos de RVA dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha seca inteira: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.	151

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1. Classificação dos amidos resistentes.	13
--	----

CAPÍTULO 2. OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA SPP.*) POR DIFERENTES PROCESSOS

Tabela 1. Composição centesimal, amido resistente e rendimento das farinhas de castanha.....	42
Tabela 2. Resultados da análise de RVA nas amostras e farinhas de castanha e dos <i>blends</i> com farinha de trigo.	45
Tabela 3. Resultados dos parâmetros L, a e b para análise de cor pelo sistema Hunter Lab.....	48
Tabela 4. Classificação de farinhas de trigo quanto à força, de acordo com suas características farinográficas.....	49
Tabela 5. Características farinográficas da farinha de trigo e dos <i>blends</i> com farinha de castanha.....	53
Tabela 6. Características extensográficas da farinha de trigo e dos <i>blends</i> com farinha de castanha (tempo de 135 minutos).	54

CAPÍTULO 3. APLICAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA SPP.*) OBTIDA POR DIFERENTES PROCESSOS EM BOLO INGLÊS

Tabela 1. Formulação-base de bolo inglês.	70
Tabela 2. Resultados das análises de peso específico da massa e perda de peso no assamento.....	77
Tabela 3. Índices de simetria, volume e uniformidade dos bolos ingleses formulados.....	79

Tabela 4. Resultados dos parâmetros “L”, “a” e “b” para análise de cor pelo sistema Hunter Lab dos bolos formulados.....	81
Tabela 5. Resultados das análises de fibra alimentar e amido resistente nas amostras de bolo inglês.	84
Tabela 6. Efeito da estocagem na atividade de água (aw) das amostras de bolo inglês.....	85
Tabela 7. Efeito da estocagem na umidade das amostras de bolo inglês.....	86
Tabela 8. Efeito da estocagem na textura (Firmeza – g) das amostras de bolo inglês.	88
Tabela 9. Resultado da análise sensorial de aceitabilidade e intenção de compra dos bolos formulados.	90

CAPÍTULO 4. APLICAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA SPP.*) OBTIDA POR DIFERENTES PROCESSOS EM *COOKIES*

Tabela 1. Formulação-base de <i>cookies</i>	105
Tabela 2. Resultados das análises de diâmetro, espessura, espalhabilidade e perda por assamento de <i>cookies</i>	112
Tabela 3. Resultados dos parâmetros “L”, “a” e “b” para análise de cor pelo sistema Hunter Lab dos <i>cookies</i> formulados.	115
Tabela 4. Resultados das análises de fibra alimentar e amido resistente dos <i>cookies</i> formulados.....	118
Tabela 5. Efeito da estocagem na atividade de água (aw) das amostras de <i>cookies</i>	122
Tabela 6. Efeito da estocagem na umidade das amostras de <i>cookies</i>	122
Tabela 7. Efeito da estocagem na resistência à fratura (g) das amostras de <i>cookies</i>	123
Tabela 8. Resultado da análise sensorial de aceitabilidade e intenção de compra dos <i>cookies</i> formulados.....	126

INTRODUÇÃO GERAL

As castanhas são matérias-primas com grande potencial de aplicação em produtos de panificação, visto que, sua farinha, à semelhança daquelas comumente utilizadas neste segmento, também possui elevado teor de amido. Além disso, sua qualidade nutricional, com baixo teor de gordura (~3%) e conteúdo significativo de fibras (~13%) e proteínas (~6%) (GONÇALVES et al., 2010), torna-a um bom ingrediente a ser utilizado no enriquecimento de diversos produtos alimentícios, como uma alternativa às farinhas já estudadas.

Com um teor relativamente elevado de amido resistente naturalmente presente, as castanhas podem aumentar a qualidade nutricional dos produtos de panificação elaborados com esse ingrediente, visto que o amido resistente no organismo humano atua semelhantemente à fibra alimentar, favorecendo a fermentação no intestino grosso e, portanto, a produção *in vivo* de ácidos graxos de cadeia curta (FONTINHA & CORREIA, 2010). Alerta-se, entretanto, que, após o processo de elaboração dos produtos (bolos e biscoitos), torna-se fundamental verificar se esse amido continua apresentando resistência.

Atualmente, as castanhas são comercializadas *in natura* como produto típico do período natalino, coincidindo sua colheita no Brasil com essa época do ano. Vale atentar para o fato de que, por ser sazonal, a castanha não possui uma oferta regular ao longo do ano e, por ter um elevado teor de umidade (~50%), é bastante perecível, não sendo possível sua armazenagem à temperatura ambiente por longos períodos. Nesse sentido, a obtenção de farinha e a sua aplicação em produtos de panificação, a exemplo do bolo inglês e do biscoito tipo “*cookie*” pode ser uma alternativa para a utilização do excedente de produção da época de safra, bem como fonte alternativa de renda para os produtores locais que se beneficiam da agregação de valor ao produto comercializado.

Bolo inglês e *cookies* são produtos cujo mercado consumidor vem crescendo no Brasil durante a última década devido à praticidade no consumo como *snacks* ou lanches (ABIMA, 2013). Assim, o estudo de formulações enriquecidas para esses produtos é bastante promissor do ponto de vista econômico. Entretanto, ao se fazer o uso de formulações, deve-se estudar os limites de substituição da farinha de trigo de modo que não sejam afetados os parâmetros de qualidade e sensoriais desses produtos a fim de que eles não sejam descaracterizados.

OBJETIVOS

Geral

Obtenção da farinha de castanha (*Castanea* spp.) e a sua aplicação em bolo inglês e biscoito tipo *cookie*.

Específicos

- i. Avaliar a obtenção da farinha de castanha (*Castanea* spp.) a partir de diferentes tratamentos da semente antes e após a secagem em estufa, observando possíveis variações no teor de amido resistente e de fibra alimentar;
- ii. Caracterizar a farinha de castanha (*Castanea* spp.) obtida em sua composição centesimal;
- iii. Caracterizar *blends* de farinha de castanha (*Castanea* spp.) com farinha de trigo quanto a suas propriedades reológicas;
- iv. Aplicar a farinha de castanha (*Castanea* spp.) em *blends* com farinha de trigo em bolo inglês e *cookies* a fim de determinar a melhor formulação;
- v. Avaliar os produtos formulados em suas características físico-químicas e sensoriais;
- vi. Verificar o teor de amido resistente e fibra alimentar dos produtos finais.

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Castanha (*Castanea* spp.)

O gênero *Castanea*, o qual inclui a castanha japonesa e a portuguesa, pertence à família das *Fagaceae*, que, por sua vez, compreende importantes gêneros de plantas produtoras de madeira e castanha. Em termos geográficos, esse gênero possui as seguintes distribuições: 4 (quatro) espécies são oriundas da Ásia (*C. mollissima*, *C. henryi*, *C. seguinii* e *C. crenata*), 2 (duas) ou mais podem ser localizadas na América do Norte (*C. dentata*, *C. ozarkensis* e *C. pumila*) e uma é nativa da Europa (*C. sativa*) (BADENES, 2012).

Sobre a castanha portuguesa, pode-se dizer que o produto é de grande importância econômica para as exportações de Portugal, constituindo fonte de renda principalmente para as populações rurais. Lá, o produto é congelado e pode ser encontrado ao longo de todo o ano, vencendo a sazonalidade (MATOS, 2004). Já a castanha japonesa é cultivada na península nipônica desde tempos remotos em razão de sua utilização na indústria madeireira do Japão e do seu apreço na culinária oriental (NISHIO, 2011).

A seu turno, a experiência brasileira remonta à colonização portuguesa, quando as primeiras castanhas chegaram ao Brasil por volta do ano de 1530; porém, há de se ressaltar que, devido ao clima, poucas árvores se adaptaram nesse período. Somente por volta de 1970 é que a cultura se difundiu e a população de árvores aumentou no país, tendo em vista a iniciativa da CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral) em relação à introdução, em regiões de clima adequado (elevadas altitudes do Sul e Sudeste), de plantas híbridas de castanha

portuguesa com castanha japonesa (*C. crenata* x *C. sativa*) desenvolvidas pelo Instituto por meio de cruzamento natural (YAMANISHI, 2010).

Atualmente, em solo brasileiro, há 11 cultivares de *Castanea crenata* e *Castanea sativa*, notadamente a 'Taishowase', 'Okuni', 'Isumo' e 'Tamatsukuri', as quais vêm apresentando bons resultados de produtividade em avaliações preliminares (PIO, 2011). No entanto, elas não são produtos de grande interesse econômico: as árvores ainda são cultivadas em função de suas qualidades de paisagem, principalmente em fazendas e praças públicas da região Sul. Com efeito, poucos pomares são dedicados a fins econômicos no Brasil (DEMIATE et al., 2001).

A respeito das características da planta, nota-se que as castanhas, enquanto sementes, facilmente caem de suas matrizes após o processo de amadurecimento. Estas sementes desidratam-se rapidamente e, após a morte de seu gérmen, os processos de decomposição tornam-se ainda mais acelerados (DEMIATE et al., 2001). A Figura 1 mostra as características da fruta e da semente de castanhas portuguesas (*Castanea sativa*).

Devido à sua composição centesimal, a castanha apresenta-se como um produto de interesse comercial, considerando a grande aceitação de alimentos saudáveis no mercado em geral. Borges et al. (2008) encontraram valores de umidade da castanha portuguesa próximos a 50%; alto teor de amido (~43%) e baixo teor de gordura (~3%); conteúdo significativo de fibras (~3%) e de proteínas (2 – 6%), além de ser rica em K, P e Mg. Essa composição também foi corroborada por Correia et al. (2009), que encontraram 48% de umidade, 5% de proteína, 3% de lipídeos, 3% de fibras e 87% de carboidratos, em média, em duas variedades de castanha portuguesa. Esses valores apenas reforçam a castanha como um alimento de qualidade nutricional interessante para o enriquecimento de produtos alimentícios, em especial os produtos de panificação, devido ao seu elevado teor de amido que se assemelha à farinha de trigo.

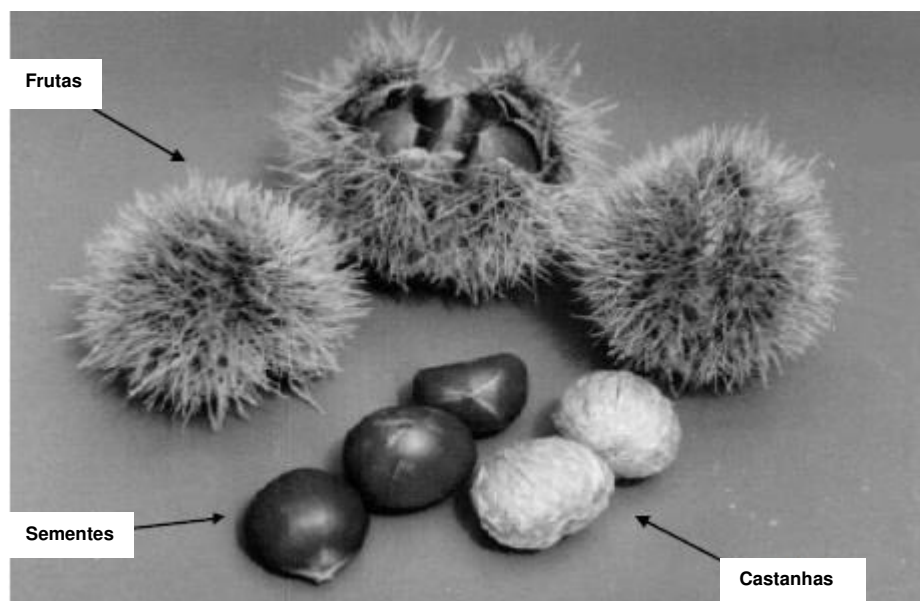


Figura 1. Castanha portuguesa

Fonte: Demiate et al., 2001.

2. Farinha de castanha e processos de secagem

As castanhas são produtos bastante perecíveis, devido ao seu metabolismo e à sua alta umidade, ao redor de 50%. Assim, o processo de desidratação é uma das técnicas mais tradicionais para preservação e estocagem de matérias-primas (CORREIA et al., 2009). As farinhas de castanha, obtidas através da secagem e posterior moagem, podem ter vários usos nos sistemas, e sua aplicação em produtos derivados é relatada em diferentes regiões da Europa (CORREIA & BEIRÃO-DA-COSTA, 2012), revelando a viabilidade de sua produção.

Sobre a secagem, ressalta-se que a temperatura aplicada na obtenção da farinha de castanha pode ter influência direta nas características obtidas no produto final. Desta forma, vários estudos sobre o processo foram conduzidos com as castanhas a fim de verificar a influência do tempo de secagem nas características físicas e químicas do produto seco. Correia & Beirão-da-Costa (2012) avaliaram que farinhas de castanha (*C. sativa*) provenientes de secagem a 60°C mostraram maior viscosidade da suspensão de amido, além de maiores teores de amilose e de amido resistente, comparadas com as frutas secas a 40°C e 50°C; observou-se também (CORREIA et al., 2009) que as farinhas obtidas com secagem a 60°C, além de apresentarem um processo mais rápido, demonstraram um maior teor de amido danificado. A seu turno, Koyuncu et al. (2004) concluíram que a temperatura de 50°C e uma velocidade do ar de secagem de 5 m/s apresentaram a melhor relação no que diz respeito à redução do consumo de energia; nesse caso, não houve uma avaliação da influência dessa temperatura nas características físico-químicas do produto obtido, analisando-se somente as características das curvas de secagem.

O que se conclui através dos estudos supracitados é que temperaturas mais elevadas de secagem correspondem a processos mais rápidos, representando uma vantagem no tocante ao cálculo de custos de produção (GUINÉ & FERNANDES, 2006). Porém, com maior temperatura de secagem ocorrem mudanças mais profundas na estrutura dos grânulos de amido, especialmente em relação ao seu formato, além de algumas fraturas em sua superfície. Cumpre frisar que, após secagem e reidratação, os grânulos de amido da castanha (*C. sativa*) apareceram mais disformes; essas alterações também aumentaram a porosidade dos grânulos em amostras secas a 60°C, quando comparadas às aquelas secas a 40°C, e muito mais quando comparadas às amostras frescas (ATTANASIO et al., 2004).

3. Fibra alimentar

Diversas definições surgem acerca de fibras alimentares, porém a mais recorrente as define como “a porção do alimento não digerível pelas enzimas do organismo humano, fermentáveis pela flora intestinal” (ORMENESE, 2010). Por outro lado, a AACCC (*American Association of Cereal Chemists*) especifica que as fibras alimentares são “remanescentes de partes comestíveis de plantas ou carboidratos análogos que resistem à digestão e absorção no intestino delgado humano e que são fermentados completa ou parcialmente no intestino grosso. As fibras alimentares incluem polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias vegetais associadas que promovem efeitos fisiológicos benéficos à saúde intestinal (aumento do volume e maciez do bolo fecal, aumento da frequência e regularidade de evacuações), redução do colesterol e/ou glicose sanguíneos” (AACCC, 2001); por sua vez, em 2009, o *Codex Alimentarius* definiu fibras alimentares como: “Polímeros de carboidratos com grau de polimerização ≥ 3 , que não são digeridos e nem absorvidos no intestino delgado. Assim, fibra alimentar consiste em polímeros de carboidratos comestíveis de ocorrência natural no alimento consumido; polímeros de carboidratos, que foram obtidos de material alimentar bruto por método físico, enzimático ou químico e que tenham demonstrado um efeito fisiológico benéfico à saúde; polímeros de carboidratos sintéticos” (MENDES, 2011).

Do ponto de vista clínico, nota-se que a ingestão de fibras alimentares é responsável por uma série de benefícios à saúde. Os indivíduos com consumo elevado de fibra alimentar têm risco significativamente menor em desenvolver doença coronariana, hipertensão, AVC, diabetes, obesidade e algumas doenças gastrointestinais. O aumento na ingestão de fibras também diminui a pressão sanguínea e os níveis de colesterol sérico. Igualmente, a ingestão de fibras solúveis frequentemente está associada à melhora na sensibilidade à insulina e glicemia em indivíduos não diabéticos e diabéticos (ANDERSON et al., 2009).

Nesse passo, a farinha de castanha, cuja ingestão se reflete em benefícios nutricionais, inclusive no que diz respeito ao aumento do teor de fibra alimentar nos alimentos com ela produzidos, pode ser uma alternativa vantajosa às demais farinhas, como a de trigo refinada. Gonçalves et al. (2010) encontraram teores de fibra alimentar na castanha *in natura* descascada de 13,7% (base seca) e em castanha descascada e tostada a 200°C por 40 minutos de 20,1% (base seca). Já Borges et al. (2008) citam terem obtido valores de fibra bruta próximos de 3% (base seca). Além da diferença na metodologia utilizada para a análise de fibras, vale destacar que, como nenhum dos autores deixa claro se os resultados obtidos se basearam em castanhas descascadas com ou sem película, é provável que ao se trabalhar com a castanha sem remoção da película, ou seja, uma farinha de castanha integral, os teores de fibra alimentar poderão ser maiores se comparados com os teores obtidos nas farinhas onde se remove a película da castanha.

Pela legislação brasileira, um alimento sólido é “fonte de fibras” quando em cada 100 g do produto são fornecidas 3 g de fibra alimentar ou 2,5 g por porção e é “alto em fibras” quando nas mesmas 100 g são fornecidas 6 g de fibra alimentar ou 5 g por porção (BRASIL, 2012). Cumpre frisar que a ANVISA recomenda, para uma dieta de 2.000 kcal, um consumo diário de 25 g de fibras alimentares (BRASIL, 2003) e também que não se tem estabelecida uma porção para a castanha na legislação por ser ela um produto *in natura*. Deste modo, de acordo com a maioria dos autores, que encontraram cerca de 3% de fibras alimentares (base seca) nas castanhas, essa pode ser considerada um alimento fonte de fibras (BORGES et al., 2008; CORREIA et al., 2009). Porém, um estudo mais aprofundado do teor de fibra alimentar na farinha de castanha integral deve ser realizado a fim de validar as informações apresentadas.

4. Amido resistente

Os amidos, segundo a classificação vigente, são agrupados de acordo com o seu grau de digestibilidade. Num extremo, os amidos digeríveis pelas enzimas do organismo humano são chamados de amidos rapidamente digeríveis ou amidos lentamente digeríveis. Já os amidos resistentes são definidos como a porção do amido que não é digerido pelas enzimas no intestino delgado, podendo, no entanto, ser fermentado no intestino grosso pela microflora presente, apresentando comportamento similar ao da fibra alimentar (ENGLYST & MACFARLANE, 1986), subdividindo-se nos tipos: RS1, RS2, RS3, RS4 (SAJILATA et al., 2006) e RS5 (POLESI, 2011).

O RS1 é o amido fisicamente inacessível na matriz do alimento por parede celular ou proteínas. Ele é estável ao calor em condições normais de cozimento, o que permite o seu uso como um ingrediente numa ampla variedade de alimentos convencionais (SAJILATA et al., 2006; ORMENESE, 2010). O RS2 representa o amido em grânulos nativos protegidos da digestão pela conformação ou estrutura do grânulo (cristalinidade tipo B). O RS3 é a fração de amido retrogradado formado principalmente durante o aquecimento e gelatinização do amido e posterior resfriamento. O RS4 é o amido resistente formado a partir da modificação dos amidos por diferentes tratamentos, e que apresentam ligações químicas diferentes das α (1,4) e α (1,6) (SAJILATA et al., 2006). Por fim, o RS5 é a complexação da amilose com lipídeos formando uma estrutura rígida, que restringe a expansão dos grânulos de amido durante o processo de cocção. Esse complexo amilose-lipídeo é resistente à hidrólise enzimática (POLESI, 2011). A Tabela 1 apresenta essa classificação, com exemplos de onde são encontrados e mecanismos que reduzem a resistência.

Tabela 1. Classificação dos amidos resistentes.

Tipo	Descrição	Fontes alimentícias	Resistência minimizada por
RS1	Amido fisicamente inacessível na matriz do alimento por parede celular ou proteínas	Grãos de cereais inteiros ou parcialmente moídos, sementes e tuberosas	Moagem e mastigação
RS2	Grânulos nativos protegidos da digestão pela conformação ou estrutura do grânulo (cristalinidade tipo B)	Batata crua e banana verde	Processamento e cozimento
RS3	Amido retrogradado	Batata cozida e resfriada, pão e flocos de milho	Condições do processo
RS4	Amidos modificados quimicamente	Alimentos onde estes amidos são utilizados	Pouco suscetíveis à digestão <i>in vitro</i>
RS5	Complexo amilose-lipídeo	Aquelas com alto teor de amilose	-

Fontes: Sajilata; Singhal; Kulkarni, 2006; Ormenese, 2010; Polesi, 2011.

Fontinha & Correia (2010) atestaram que o amido resistente presente nas castanhas (*Castanea sativa*) é do tipo RS2. Estes autores observaram que o teor de amido resistente na castanha e na sua farinha é elevado quando comparado com outras fontes, tais como cereais e leguminosas. Sobre esse ponto, destaca-se que foram encontrados valores da ordem de 40% de AR em relação ao amido total, valor este que é maximizado a uma temperatura de 60°C no processo de secagem da farinha (CORREIA et al., 2009). Como mostra a Tabela 1, a resistência do RS2 é reduzida com o processamento e o cozimento; o que justifica uma análise mais completa do teor de amido resistente remanescente nos produtos elaborados, foco deste trabalho.

5. Produtos de panificação com fontes alternativas de farinhas

A utilização de farinhas alternativas à farinha de trigo para a produção de produtos de panificação vem crescendo nos últimos anos, principalmente no que diz respeito ao atendimento de grupos específicos da população, a exemplo dos celíacos, obesos, diabéticos e consumidores que buscam uma alimentação mais saudável, bem como no desenvolvimento de novos usos para matérias-primas já existentes.

Considerando esse potencial, diversos estudos vêm sendo realizados com o objetivo de tornar os alimentos nutricionalmente mais adequados, utilizando matérias-primas com melhores propriedades nutricionais que a farinha de trigo branca. Sob esse prisma, Marangoni (2007), ao examinar a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de yacon no tocante à produção de bolo e biscoito com elevado teor de fruto-oligossacarídeos, concluiu que a utilização dessa farinha como um ingrediente funcional em produtos panificados (bolo e biscoito) mostrou-se mais viável a um nível de 3,45% de substituição.

Já Santana et al. (2011), por sua vez, estudaram a substituição da farinha de trigo por fécula de mandioca e farinha de casca de maracujá com o objetivo de desenvolver um biscoito enriquecido com fibras; neste estudo, os autores concluíram que a formulação que obteve a melhor aceitabilidade pelos consumidores foi com a substituição da farinha de trigo por 17,5% de fécula de mandioca e 17,5% de farinha de casca de maracujá e acréscimo de 15% de açúcar sobre a quantidade padrão (esta formulação continha 4,27 g de fibra / 100 g de biscoito).

Igualmente, pode-se citar Montenegro (2011), que, ao utilizar farinha de tritcale em substituição parcial à farinha de trigo para a produção de pão e bolo inglês, com a finalidade de promover a utilização deste cereal e diminuir a demanda por importação de trigo, verificou altos índices de aceitação em ambos os produtos.

Singh et al. (2011) verificaram que quanto maior a adição de farinha de castanha de água (*Trapa natans*) em relação à farinha de trigo, menor o crescimento dos *cookies* durante o forneamento e, conseqüentemente, menor o diâmetro do produto final obtido (foram avaliados teores de substituição de 0, 60, 70, 80, 90 e 100% de farinha de castanha de água em relação à farinha de trigo).

A farinha de castanha (*Castanea* spp.), à semelhança dos exemplos anteriores, pode ser utilizada em diversos produtos, desde que de forma ponderada, já que a substituição total da farinha de trigo por farinha de castanha na formulação pode ocasionar alguns defeitos no produto desenvolvido, como a coloração escura devido à cor natural da matéria-prima e o baixo volume em pães (RAHAIE et al., 2012). Ainda, Demirkesen et al. (2010) utilizaram uma mistura de farinha de arroz e farinha de castanha (*Castanea sativa*) para formular pão sem glúten e obtiveram os melhores resultados com uma proporção de 30/70 de farinha de castanha e farinha de arroz. Nesse sentido, misturar a farinha de castanha com outros tipos de farinha, como a farinha de trigo e a farinha de arroz ou outros cereais apresenta-se com uma excelente solução, porém os níveis de substituição adequados a cada produto

devem ser amplamente estudados a fim de que suas características não sejam drasticamente alteradas (RAHAIE et al., 2012).

6. Bolo inglês

Por definição, o bolo inglês é uma emulsão complexa que possui bolhas de ar como fase descontínua e uma mistura, em sua fase contínua, de ingredientes como ovo, água, açúcar e gordura com as partículas de farinha de trigo em dispersão. A função principal da gordura na massa é aprisionar o ar incorporado durante a etapa de mistura (KOCER et al., 2007).

O volume de um bolo depende da expansão dos gases (ar e dióxido de carbono - quanto usado fermento químico) em conjunto com a pressão de vapor de água no interior das bolhas de ar. À medida que a temperatura aumenta durante o cozimento, a massa fica menos densa e ocorre coalescência das bolhas com alguma perda de ar. Quanto mais finamente distribuídas as bolhas, mais estável a mistura e melhor a textura dos bolos. Bolhas grandes resultam em mistura instável e textura grossa e mais desigual. Conforme a massa se espessa durante o cozimento, a coalescência é interrompida. A presença de bolhas de ar, por conseguinte, é essencial e pode ser considerada como um núcleo para a expansão do bolo, controlando-a e regulando-a (BENNION & BRAMFORD, 1997).

Devido à sua praticidade, o consumo de bolos prontos, principalmente em embalagens com porções reduzidas ou individuais, vem crescendo significativamente nos últimos anos, sendo que, se em 2011 eles estavam presentes em 41% dos lares brasileiros, em 2012 esse número saltou para 45%, o que representa um incremento de 2 milhões de famílias no tocante ao consumo de bolos prontos, sendo que o consumo per capita é de 0,18 kg/ano. (ABIMA, 2013).

Não obstante, por conta de sua formulação com elevado teor de açúcar e gordura, estudos vêm sendo conduzidos de modo a introduzir algum ingrediente funcional a esses produtos. Nesse assunto, destaca-se o trabalho de Marangoni (2007) que, ao substituir parcialmente farinha de trigo por farinha de *yacon*, conferiu à sua formulação de bolo maior teor de fruto-oligossacarídeos; bem como o de Lee et al. (2004), cujas análises avaliaram os efeitos da substituição parcial da margarina por farelo de aveia e linhaça sobre as propriedades físicas e reológicas de bolos. Ademais, vale lembrar que, no que diz respeito ao controle de qualidade dos bolos em geral, os parâmetros de textura, cor, teor de umidade, densidade e o pH, os quais podem ser mensurados, constituem-se como os mais relevantes. Estes parâmetros variam não apenas devido à variação da temperatura de forneamento, mas também devido à estrutura do forno e à umidade e velocidade do ar no interior do forno (BAIK et al., 2000). Outros fatores que podem influenciar na qualidade de bolos são: escolha do melhor método de mistura, preparação correta de todos os ingredientes, cuidado no manuseio da massa durante a enformagem e assamento correto (BENNION & BRAMFORD, 1997).

No presente trabalho, foi escolhido para aplicação o bolo inglês, em mono porção, aliando a facilidade de processamento com a conveniência e a tendência de mercado.

7. Cookies

Os biscoitos tipo *cookie* são definidos como produtos assados à base de cereais que possuem altos níveis de açúcar e de gordura e baixos níveis de água (1-5%). Apresentam elevado consumo, longo *shelf life* e boa aceitação por grande parte da população, principalmente no tocante ao público infantil, o que reforça a necessidade de se desenvolver alternativas com a finalidade de enriquecê-los ou

de torná-los fontes de fibras. Essa demanda “natural” é ainda maior quando considerado o apelo atual para a melhoria da qualidade de vida através de hábitos alimentares mais saudáveis (FASOLIN et al., 2007).

Cumprir enfatizar que, em termos numéricos, o Brasil ocupa a posição de 2º maior produtor mundial de biscoitos, com o registro de 1.250 milhões de toneladas produzidas em 2012, o que representou 2,5% de crescimento sobre 2011. Ainda, o consumo per capita desse produto é de 6,2 kg/ano. (M. DIAS BRANCO, 2014).

Tendo em vista essa demanda latente e o papel do país na produção mundial de biscoitos, diversos estudos vêm sendo realizados visando o enriquecimento de *cookies* bem como o aproveitamento de diferentes matérias-primas para essa finalidade. Ferreira et al. (2012) aplicaram farinha de casca de jabuticaba em biscoitos tipo *cookie* com a finalidade de aumentar o teor de fibras do mesmo e verificaram que a substituição é viável até o nível de 5% para não haver influência na aceitação. Já Ribeiro et al. (2010) utilizaram farinha de sabugo de milho e de casca de banana para enriquecimento de *cookies* e verificaram que os mesmos tiveram boa aceitabilidade diante dos provadores.

Devido à sua boa aceitabilidade diante de diversos públicos, sua praticidade e simplicidade de produção e por incorporar bem a adição de diferentes ingredientes em sua formulação, o biscoito tipo “*cookie*” foi escolhido para efeito de estudo neste trabalho.

8. Referências Bibliográficas

AACC – American Association of Cereal Chemists. **The definition of dietary fiber**. AACC Report, v. 46, n. 3, p. 112-126, 2001.

ANDERSON, J. W. et al. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, [s.l.], v. 67, n. 4, p. 188-205, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - ABIMA. Palavra do presidente. **e@bima – Edição 34**. Disponível em: <<http://www.abima.com.br>>. Acesso em: 07/07/2014

ATTANASIO, G. et al. Effects of drying temperatures on physico-chemical properties of dried and rehydrated chestnuts (*Castanea sativa*). **Food Chemistry**, [s.l.], v. 88, n. 4, p. 583-590, 2004.

BADENES, M. L.; BRYNE, D. H. (eds.) **Fruit Breeding – Handbook of plant breeding**. XV Ed. New York: Springer Science, p. 729-769, 2012.

BAIK, O. D. et al. Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens. Part II. Evaluation of quality parameters. **Food Research International**, v. 33, n. 7, p. 599-607, 2000.

BENNION, E. B.; BAMFORD, G. S. T. **The technology of cake making**. Springer, 1997.

BORGES, O. et al. Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 3, n. 162, p. 976-984, 2008.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS n. 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2012.

CORREIA, P.; BEIRÃO-DA-COSTA, M. L. Effect of drying temperatures on starch-related functional and thermal properties of chestnut flours. **Food and Bioproducts Processing**, [s.l.], v. 90, n. 2, p. 284-294, 2012.

CORREIA, P.; LEITÃO, A.; BEIRÃO-DA-COSTA, M. L. The effect of drying temperatures on morphological and chemical properties of dried chestnut flours. **Journal of Food Engineering**, [s.l.], v. 90, n. 3, p. 325-332, 2009.

DEMIATE, I. M.; OETTERER, M.; WOSIACKI, G. Characterization of chestnut (*Castanea sativa*, Mill) starch for industrial utilization. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s.l.], v. 44, n. 1, p. 69-78, 2001.

DEMIRKESEN, I. et al. Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations. **Journal of Food Engineering**, [s.l.], v. 101, n. 3, p. 329-336, 2010.

ENGLYST, H. N.; MACFARLANE, G. T. Breakdown of resistant and readily digestible starch by human gut bacteria. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s.l.], v. 37, n. 7, p. 699-706, 1986.

FASOLIN, L. H. et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, 2007.

FERREIRA, A. E. et al. Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jabuticaba em biscoito tipo *cookie*. **Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 4, 2012.

FONTINHA, C.; CORREIA, P. Amido resistente em diversas fontes não convencionais de amido. **Revista Milenium**, n. 38, 2010.

GONÇALVEZ, B. et al. Metabolite composition of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) upon cooking: proximate analysis, fibre, organic acids and phenolics. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 122, p. 151-160, 2010.

GUINÉ, R. P. F.; FERNANDES, R. M. C. Analysis of the drying kinetics of chestnuts. **Journal of Food Engineering**, [s.l.], v. 76, n. 3, p. 460-467, 2006.

GUTKOSKI, L. C. et al. Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo ingles. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 275 – 282, 2011.

KOCER, D. et al. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar and fat-replacer. **Journal Food Engineering**, v. 78, p. 953-964, 2007.

KOYUNCU, T.; SERDAR, U.; TOSUN, I. Drying characteristics and energy requirement for dehydration of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.). **Journal of Food Engineering**, [s.l.], v. 62, n. 2, p. 165 – 168, 2004.

LEE, S. et. al. Effect of Nutrim oat bran and flaxseed on rheological properties of cakes. **Cereal Chemistry**, v. 81, n.5, p. 637-642, 2004.

M. DIAS BRANCO. **Mercado de Biscoitos, Massas e Grãos**. Disponível em: <http://ri.mdiasbranco.com.br/mdiasbranco/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=3003> Acesso em: 20/08/2014.

MARANGONI, A. L. **Potencialidade de aplicação de farinha de yacon (*Polymnia sonchifolia*) em produtos à base de cereais**. 2007. 125 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MATOS, A. A fileira da castanha: situação actual dos mercados. **Congresso de Estudos Rurais**, Angra do Heroísmo, 2004.

MENDES, A. R. **Implementação e validação de uma metodologia para análise de fibra alimentar**. 2011. 81 p. Dissertação (Mestrado em Química Forense) - Departamento de Química, Universidade de Coimbra, Coimbra.

MONTENEGRO, F. M. **Avaliação do desempenho tecnológico de misturas de farinhas de tritcale e trigo em produtos de panificação**. 2011. 111 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NISHIO, S. et al. Genetic diversity of Japanese chestnut cultivars assessed by SSR markers. **Breeding Science**, [s.l.], v. 61, n. 2, p. 109-120, 2011.

ORMENESE, R. de C. S. C. **Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e aplicação em produtos alimentícios**. 2010. 182 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PIO, R. **Fruticultura de clima temperado – Castanheiro em plena produção**, 18/12/2011. Disponível em: <http://frutastemperadas.blogspot.com.br/2011/12/castanheiro-em-plena-producao.html>. Acesso em: set/2012.

POLESI, L. F. Amido Resistente: Aplicações e métodos de produção. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 211-222, 2011.

RAHAIE, S. et al. Recent developments on new formulations based on nutrient-dense ingredients for the production of healthy-functional bread: a review. **Jornal of Food Sciene & Technology**, Online First, 2012.

RIBEIRO, R. D.; FINZER, J. R. D. Desenvolvimento de biscoito tipo cookie com aproveitamento de farinha de sabugo de milho e casca de banana. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.7, p. 120-124, 2010.

SAJILATA, M.G.; SINGHAL, R.S.; KULKARNI, P.R. Resistance starch – A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 1-17, 2006.

SANTANA, F. C. et al. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 391-399, 2011.

SINGH, D. D. et al. Indian water chestnut flour - method optimization for preparation, its physicochemical, morphological, pasting properties and its potential in cookies preparation. **LWT - Food Science and Technology**, [s.l.], v. 44, p. 655 – 672, 2011.

YAMANISHI, O. K. et al. Chestnut in Brazil: Researches and Perspectives. **Acta Horticulturae**, [s.l.], n. 866, p. 539-542, 2010.

CAPÍTULO 2. OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA* SPP.) POR DIFERENTES PROCESSOS

CAPÍTULO 2. OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA SPP.*) POR DIFERENTES PROCESSOS

RESUMO

As castanhas são produtos bastante perecíveis, devido ao seu metabolismo e à sua alta umidade, ao redor de 50%. Vale atentar para o fato de que, por ser sazonal, a castanha não possui uma oferta regular ao longo do ano, e tampouco sua armazenagem é possível por longos períodos; logo, a obtenção da farinha pode ser uma alternativa para a utilização do excedente de produção da época de safra. Por conseguinte, estudou-se neste trabalho a obtenção da farinha de castanha (*Castanea spp.*) a partir de diferentes tratamentos da semente antes e após a secagem em estufa e a caracterização das farinhas obtidas. As castanhas foram obtidas em Pirassununga – SP e divididas em dois lotes: o primeiro lote, após o descascamento, teve uma parcela de sua amostra submetida a um processo de abrasão para a retirada da película que protege a semente, o que produziu uma amostra “Refinada” (sem película), e a outra parcela que não passou pela abrasão deu origem a uma amostra “Integral” (com película); ambas foram moídas e secas em estufa com circulação de ar forçada a 60°C até que a umidade final estivesse abaixo de 10%. O segundo lote foi seco com a casca até atividade de água menor que 0,7 para, em sequência, ser armazenado por 30 dias em temperatura ambiente e, finalmente, ser descascado e transformado em farinha sem película, resultando na amostra “Seca Inteira”. As 3 farinhas obtidas foram analisadas em sua composição centesimal, cor, fibra alimentar, amido resistente e análise reológica em *blends* com farinha de trigo. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Com relação à composição centesimal, as farinhas geraram os seguintes valores: a farinha Integral apresentou 7,6±0,3% de umidade, 1,49±0,07% de lipídeos, 4,61±0,17% de proteínas, 2,03±0,08% de cinzas e 16,75±0,45% de fibra alimentar. Já a farinha Refinada

possuiu $7,12 \pm 0,19\%$ de umidade, $1,39 \pm 0,39\%$ de lipídeos, $4,50 \pm 0,03\%$ de proteínas, $2,23 \pm 0,03\%$ de cinzas e $10,88 \pm 0,43\%$ de fibra alimentar. A farinha Seca Inteira possuiu $7,49 \pm 0,07\%$ de umidade, $1,25 \pm 0,13\%$ de lipídeos, $4,05 \pm 0,15\%$ de proteínas, $2,15 \pm 0,02\%$ de cinzas e $11,93 \pm 0,27\%$ de fibra alimentar. Com relação à cor, percebeu-se que a farinha Integral possuiu um menor valor do parâmetro L^* ($81,3 \pm 0,5$), o que indica que ela era mais escura que as demais. Em relação à fibra alimentar, percebeu-se que o valor foi bastante elevado, sendo maior na farinha processada com a película. Esses resultados indicam que a presença da película influencia mais no parâmetro fibra que nos demais, podendo ser de interesse nutricional que a farinha seja processada com esta a fim de enriquecer os produtos com ela produzidos. Os teores de amido resistente nas farinhas também se mostraram significativos, conforme denotam os resultados: $16,56 \pm 0,5\%$, $16,56 \pm 0,5\%$ e $12,94 \pm 0,4\%$, respectivamente, para as farinhas “Integral”, “Refinada” e “Seca Inteira”. Finalmente, convém destacar que as análises reológicas de farinografia e extensografia mostraram que a adição de porcentagens de farinha de castanha em substituição à farinha de trigo afetou os parâmetros analisados, porém, para a aplicação dessa farinha em produtos como bolos e biscoitos, essa influência não deve alterar a qualidade dos produtos finais, visto que nestes casos se trabalha com farinhas mais fracas.

Palavras-chave: farinha de castanha, fibra alimentar, amido resistente, análises reológicas.

ABSTRACT

Chestnuts are very perishable products, due to their metabolism and high moisture content, around 50%. Being seasonal, chestnuts do not have a regular supply throughout the year and their storage for long periods is not possible, therefore, their flour can be an alternative for the use of the surplus production from the harvest season. Thus, the aim of this study was to obtain chestnut (*Castanea* spp.) flour using different forms of preparation of the seeds before or after drying in an oven and the characterization of obtained flours. The chestnuts were obtained in Pirassununga - SP and were divided into two batches: the first, after peeling, had a portion of its sample submitted to an abrasion process to remove the skin that covers the seed, producing a “Refined” sample (without the skin), and the other portion that did not undergo abrasion originated a “Whole” sample (with the skin); both were ground and dried in a forced-air circulation oven at 60°C until final moisture content was below 10%. The second batch was dried with the shell until water activity was below 0.7, stored for 30 days at room temperature, and subsequently peeled and ground to flour, generating a “Dried Whole” sample (when peeling, apart from the shell, the skin – that became friable – was also removed). The 3 flours obtained were analyzed for their chemical composition, color, dietary fiber, resistant starch and rheological analyses in blends with wheat flour. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the Tukey test at 5% probability. Whole flour had 7.6±0.3% moisture, 1.49±0.07% fat, 4.61±0.17% protein, 2.03±0.08% ash and 16.75±0.45% dietary fiber. Refined flour had 7.12±0.19% moisture, 1.39 ±0.39% fat, 4.50±0.03% protein, 2.23±0.03% ash and 10.88±0.43% dietary fiber. Dried Whole flour had 7.49±0.07% moisture, 1.25±0.13% fat, 4.05±0.15% protein, 2.15±0.02% ash and 11.93±0.27% dietary fiber. The color analysis showed that Whole flour had a lower value for the parameter L* (81.3±0.5), indicating that it was darker than the others. The content of dietary fiber was quite high in all flours, and it was higher in the Whole flour. These results indicate that the presence of the skin influences the

fiber content more than the other parameters, and it can be nutritionally interesting for the enrichment of products processed with these flours. The contents of resistant starch in the flours were significant, with values found in this study of $16.56 \pm 0.5\%$ in Whole flour, $13.92 \pm 0.5\%$ in Refined flour and $12.94 \pm 0.4\%$ in Dried Whole flour. Finally, the rheological analyses of farinograph and extensograph showed that the addition of percentages of chestnut flour to replace wheat flour affected the parameters analyzed but, for the application of the flour in products such as cakes and cookies, this influence must not alter the quality of the final products.

Key words: chestnut flour, resistant starch, dietary fiber, rheological analysis.

1. INTRODUÇÃO

A castanha (*Castanea* spp.) é uma cultura espalhada por todo o mundo principalmente para a produção de madeira com considerável valor econômico. No Brasil, no entanto, não constitui fonte de grande interesse econômico: as árvores são cultivadas pelas suas qualidades paisagísticas, principalmente na Região Sul. Com efeito, poucos pomares são dedicados para fins econômicos no país (DEMIATE et al., 2001). No Brasil, há 11 cultivares de *Castanea crenata* e *Castanea sativa*, notadamente a 'Taishowase', 'Okuni', 'Isumo' e 'Tamatsukuri', as quais vêm apresentando bons resultados de produtividade em avaliações preliminares (PIO, 2011).

No que concerne ao seu consumo, observa-se que as castanhas frescas ou processadas são tradicionalmente apreciadas na região do Mediterrâneo europeu e na Península Ibérica. Ademais, vale lembrar que uma grande variedade de produtos derivados da farinha de castanha são relatados em diferentes regiões da Europa (CORREIA & BEIRÃO-DA-COSTA, 2012). Esse consumo demanda, em alguns casos, algumas técnicas de preservação, a exemplo da secagem ou desidratação, a fim de prolongar a vida de prateleira do produto.

Sobre o processo de secagem da castanha, ressalta-se que a temperatura de secagem aplicada na obtenção da farinha de castanha pode ter influência direta nas características obtidas no produto final. Alguns estudos verificaram que em temperatura de 60°C, além do processo ocorrer mais rapidamente, ocorrem algumas modificações físico-químicas, entre elas um maior teor de amido resistente (CORREIA & BEIRÃO-DA-COSTA, 2012; CORREIA et al., 2009).

Em referência à composição centesimal da castanha e de sua farinha, observou-se, em estudos recentes, valores elevados de carboidratos (~80%) em contraste com um baixo teor de lipídeos (~3%), bem como teores de proteínas e cinzas ao redor de 5% e 2%, respectivamente (ER et al., 2013). Com relação à fibra alimentar, foram relatados valores significativos, como apontam Gonçalves et al. (2010), que encontraram teores de fibra alimentar na castanha *in natura* descascada de 13,7% (base seca) e, em castanha descascada e tostada a 200°C por 40 minutos, de 20,1% (base seca). Segundo Fontinha & Correia (2010), o teor de amido resistente da castanha também é elevado, uma vez que a cultura apresenta, em relação ao amido total, 40% de amido resistente.

A utilização de farinhas alternativas à farinha de trigo para a produção de produtos de panificação vem crescendo nos últimos anos, principalmente no que diz respeito ao atendimento de grupos específicos da população, a exemplo dos celíacos, obesos, diabéticos e consumidores que buscam uma alimentação mais saudável. Assim, o estudo da obtenção e da caracterização da farinha de castanha, objetivo do presente trabalho, mostra-se relevante do ponto de vista econômico, bem como a caracterização reológica dessas farinhas, tendo em vista a necessidade de se validar as possíveis aplicações em produtos alimentícios.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

As amostras de castanha (*Castanea* spp. variedades dominantes: tamatsukure e okune) foram obtidas no Sítio do Morro Sagrado em Pirassununga – SP, enquanto que as farinhas foram processadas segundo os métodos descritos nos itens 2.2.1.1 e 2.2.1.2. Já a farinha de trigo utilizada neste trabalho foi adquirida no comércio da cidade de Campinas (marca Mirella, Lote 16A, Moinho Ocrim, Nova Odessa, São Paulo, Brasil).

Para as análises reológicas, parte da farinha de trigo foi substituída por diferentes quantidades de farinha de castanha. As substituições foram de 0% (Controle), 10%, 20% e 30% de farinha de castanha.

2.2 Métodos

2.2.1 Tratamentos pós-colheita e obtenção das farinhas de castanha

Para obtenção das amostras de farinha de castanha, essas passaram por diferentes tratamentos pós-colheita conforme descrito nos itens 2.2.1.1 e 2.2.1.2.

2.2.1.1 Moagem das castanhas *in natura* e posterior secagem

As castanhas recém-colhidas (15 kg) foram armazenadas em refrigeração (temperatura entre 5°C e 10°C) por 15 dias e, após esse período,

passaram por uma seleção visual para separação de sementes em condições inadequadas de processo, como murchas, chochas e danificadas por insetos ou fungos. Posteriormente, foram imersas em água para separação das amêndoas chochas por diferença de densidade. Foi feita então a sanificação das castanhas em água clorada (2 ppm), numa relação castanha:água de 1:2 (p:v) por 3 minutos, com posterior descascamento manual. As castanhas foram separadas em 2 lotes (de 7,5 kg cada): em um ocorreu a remoção da película por abrasão em descascador por abrasão Siemens modelo DP-06 (Santa Catarina, Brasil) e o outro foi mantido com película. Posteriormente, elas foram trituradas em multiprocessador Walita modelo Mega Master ainda úmidas e depois secas em estufa com circulação e renovação de ar Tecnal (São Paulo, Brasil) a 60°C até alcançarem umidade inferior a 10%. Após a secagem, a farinha obtida foi moída em Moinho Brabender Quadrimat Senior (Duirburg, Alemanha) até passar em peneira com abertura de 1 mm.

2.2.1.2 Secagem, armazenamento e posterior moagem e secagem

As castanhas pré-selecionadas e sanitizadas (10 kg) foram pré-desidratadas a 60°C até atingir atividade de água inferior a 0,70, em estufa com circulação e renovação de ar Tecnal. Após o tratamento, as castanhas foram armazenadas a 25°C por 30 dias. Passado o período de estocagem, foram descascadas manualmente e a película foi removida para, em seguida, serem trituradas em moinho Marconi modelo MA475 (São Paulo, Brasil). Posteriormente, o produto obtido foi seco em estufa com circulação e renovação de ar Tecnal a 60°C até atingir umidade final menor que 10%. Por fim, as castanhas foram moídas em Moinho Brabender Quadrimat Senior até passar em peneira com abertura de 1 mm.

Na Figura 1, apresenta-se o fluxograma do procedimento experimental proposto.

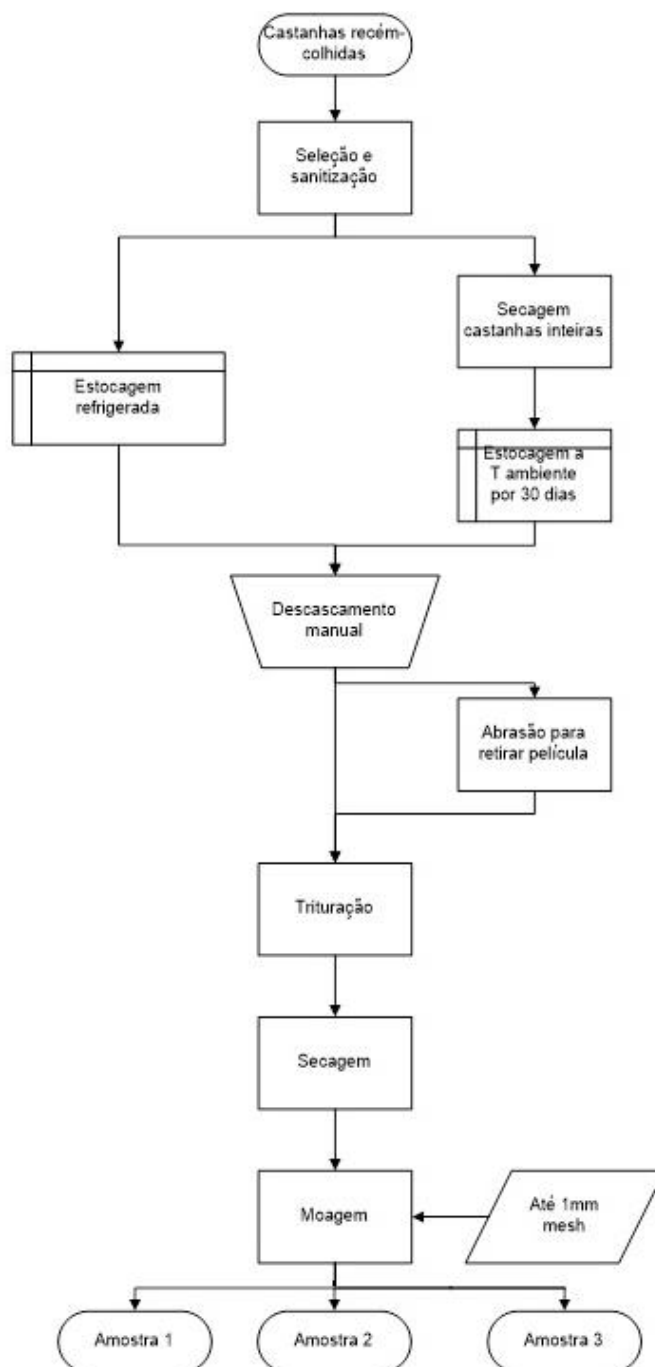


Figura 1. Fluxograma do procedimento experimental realizado

As amostras 1, 2 e 3 foram denominadas respectivamente como **FI** (Farinha integral – com película), **FR** (Farinha refinada – sem película) e **FS** (Farinha proveniente da castanha seca inteira com a casca – sem película).

2.2.2 Caracterização das farinhas de castanha e dos *blends* com farinha de trigo

As farinhas de castanha foram caracterizadas em sua composição centesimal, em teor de amido resistente, propriedades de pasta e cor instrumental conforme os itens 2.2.2.1, 2.2.2.2, 2.2.2.3 e 2.2.2.4.

2.2.2.1 Composição centesimal

Foram realizadas determinações dos teores de umidade (AACC nº 44-15A, 2012), proteínas (AOAC nº 46-12, 1995), lipídios (AOAC nº 2003.06, 1995), cinzas (AACC nº 08-01.01, 2012), fibra alimentar (AOAC nº 991.43, 1995) e carboidratos totais (calculados por diferença, excetuando a fração correspondente às fibras alimentares) nas farinhas obtidas pelos três tratamentos, castanha descascada com película (farinha integral – **FI**), castanha descascada sem película (farinha refinada – **FR**) e castanha seca inteira com casca (farinha seca inteira – **FS**), para verificar uma diferença de composição entre as três formas de processamento.

2.2.2.2 Amido resistente

Para as farinhas de castanha obtidas pelos diferentes processos foi realizada a análise de amido resistente seguindo o método AACC 32.40-01 (2012).

2.2.2.3 Propriedades de pasta em RVA (Rapid Visco Analyser)

As propriedades de pasta das farinhas de castanha, da farinha de trigo e dos *blends* de farinhas de castanha com farinha de trigo foram analisadas de acordo com o método descrito por Singh et al. (2011), em um Rapid Visco Analyser (marca Perten Instruments, modelo RVA 4500, Huddinge, Sweden). Em específico, foi programado um ciclo de aquecimento e resfriamento no qual as amostras foram mantidas a 50°C por 1 minuto; em seguida, aquecidas até 95°C a uma taxa de aquecimento de 12°C por minuto, sendo a temperatura preservada por um período de 2 minutos e 30 segundos. Logo após, a amostra foi resfriada a 50°C (taxa de resfriamento de 12°C por minuto) e mantida a esta temperatura por 2 minutos. Os parâmetros analisados foram: temperatura de pasta, viscosidade de pico, viscosidade mínima a 95°C, viscosidade final a 50°C, *breakdown* e *setback*.

2.2.2.4 Cor instrumental

A cor da farinha foi avaliada pelo método triestímulo do sistema CIELab. Foi utilizado um colorímetro (marca Hunter Lab, modelo Ultra Scan Pro D65, Reston, Virginia, USA). A análise foi realizada em triplicata e os parâmetros operacionais durante a análise foram: ângulo 10°, iluminante D65 e modo de calibração RSIN (MINOLTA, 1994).

2.2.3 Análises reológicas

A farinha de trigo e os *blends* formulados com farinha de trigo e farinhas de castanha nas proporções de 10%, 20% e 30% foram analisados com relação às características reológicas.

2.2.3.1 Farinografia

A capacidade de absorção de água e as propriedades de mistura das farinhas e dos *blends* foram determinadas no farinógrafo Brabender modelo 810114 (Duisburg, Alemanha), segundo o método nº 54-21 da AACC (2012). Os parâmetros interpretados em razão do gráfico gerado (farinograma) foram:

absorção de água, tempo de desenvolvimento da massa, estabilidade e índice de tolerância à mistura.

2.2.3.2 Extensografia

As propriedades extensográficas das farinhas e dos *blends* foram determinadas com base no método nº 54-10 da AACCC (2012), utilizando-se o extensógrafo Brabender modelo 860703 (Duisburg, Alemanha). Os parâmetros obtidos do gráfico (extensograma) foram: resistência à extensão ou elasticidade, resistência máxima, extensibilidade e número proporcional.

2.2.4 Análise dos resultados

Os resultados das médias das análises de caracterização das farinhas de castanhas obtidas pelos diferentes processos, da farinha de trigo e dos *blends* foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ($p < 0,05$) para a comparação das médias, utilizando-se o programa Statistica® 8.1 (Statsoft, EUA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Tratamentos pós-colheita e obtenção das farinhas de castanha

As castanhas foram submetidas aos tratamentos descritos nos itens 2.2.1.1 e 2.2.1.2 dando origem a 3 amostras distintas de farinha de castanha que foram submetidas a secagem em estufa com circulação de ar forçada a 60°C, resultando em teores de umidade inferiores a 10%, tornando-as assim menos susceptíveis à ação de microrganismos. Na Figura 2, podemos verificar a curva de secagem das amostras. Nota-se que a **FS** demorou um tempo maior para atingir a umidade de 10%, pois, neste caso, a castanha inteira foi submetida à secagem ainda com a casca, e somente após 30 dias armazenada é que foi moída a farinha para verificar a viabilidade de estocagem da mesma antes do processamento.

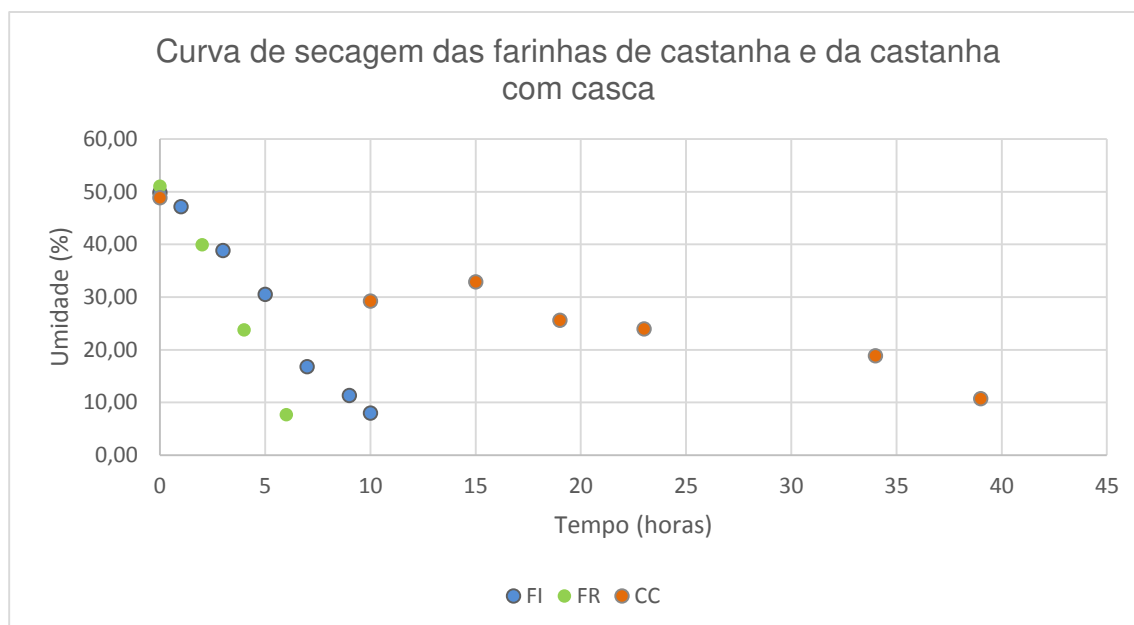


Figura 2. Curva de secagem das farinhas de castanha obtidas pelos diferentes processos e da castanha seca com casca que deu origem à farinha **FS** (Farinha proveniente da castanha seca inteira com a casca – sem película)

FI (Farinha integral – com película), **FR** (Farinha refinada – sem película) e **CC** (castanha inteira com casca)

A farinha de castanha **FS** passaria por uma etapa de secagem após a moagem, porém, após os 30 dias de armazenamento a 25°C, verificou-se que, após a moagem, a umidade da farinha obtida já estava menor que 10%, portanto não foi necessário que se procedesse essa secagem, assim a curva apresentada na Figura 2 diz respeito à secagem da castanha inteira com casca (**CC**).

A temperatura de secagem é um parâmetro relevante que afeta as características tecnológicas do amido da farinha de castanha. No presente trabalho foi escolhida a temperatura de 60°C para a secagem das amostras, considerando que Correia & Beirão da Costa (2012) verificaram que suspensões de amido de castanhas secas nessa temperatura apresentaram viscosidade de pasta mais elevada em comparação com as secas a 40°C, 50°

e 70°C e melhores propriedades funcionais como ingrediente alimentar, como a capacidade para a formação de um gel forte e estável, bem como maior teor de amido resistente. Esse efeito foi devido ao menor tempo de secagem e menor teor de amido danificado por ação enzimática nessa temperatura.

Importa ressaltar que as castanhas utilizadas nesta pesquisa apresentavam umidade inicial ao redor de 50%, fato que demonstra que a cultura possui alta umidade e, conseqüentemente, rápida perecibilidade. Tal fato também foi corroborado por Borges et al. (2008) que, ao avaliarem 8 cultivares de castanhas de origem portuguesa, verificaram teores de umidade igualmente elevados (~50%), semelhantes aos encontrados neste trabalho.

3.2 Caracterização das farinhas de castanha e dos *blends* com farinha de trigo

A Tabela 1 mostra os resultados das análises de caracterização das farinhas de castanha obtidas. Pode-se observar que ocorreu pouca variação entre as amostras analisadas no que diz respeito à composição centesimal.

Os valores obtidos para as análises de lipídeos, proteínas e cinzas estão de acordo com os valores relatados na literatura para a castanha e sua farinha. Borges et al. (2008) e Gonçalves et al. (2010) encontraram valores de proteínas (~5,5%), lipídeos (~3%) e cinzas (~2%), em base seca, semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Tabela 1. Composição centesimal, amido resistente e rendimento das farinhas de castanha.

Análises	FI	FR	FS
Umidade (%) [*]	7,55 ± 0,25 ^{n.s.*****}	7,12 ± 0,19 ^{n.s.}	7,49 ± 0,07 ^{n.s.}
Proteínas (%) [*]	4,61 ± 0,17 ^a	4,50 ± 0,03 ^a	4,05 ± 0,15 ^b
Lipídeos (%) [*]	1,49 ± 0,07 ^{n.s.}	1,39 ± 0,39 ^{n.s.}	1,25 ± 0,13 ^{n.s.}
Cinzas (%) [*]	2,03 ± 0,08 ^b	2,23 ± 0,03 ^a	2,15 ± 0,02 ^{ab}
Carboidratos por diferença (%) ^{**}	84,32	84,76	85,06
Fibra alimentar (%) [*]	16,75 ± 0,45 ^a	10,88 ± 0,43 ^c	11,93 ± 0,27 ^b
Amido resistente (%) ^{*,****}	39,78 ± 2,86 ^a	31,23 ± 1,93 ^b	25,74 ± 0,9 ^c
Rendimento (%) ^{***}	41	31	49

* Resultados apresentados como média ± desvio padrão; letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. ** Calculados por diferença excetuando a fração correspondente às fibras alimentares e ao amido resistente. *** Rendimento calculado com base na massa inicial (castanha com casca) e na massa final (farinha de castanha com <10% de umidade). **** Amido resistente expresso em relação ao total da amostra. **FI** (Farinha integral – com película), **FR** (Farinha refinada – sem película) e **FS** (Farinha proveniente da castanha seca inteira com a casca – sem película). ***** n.s. não apresentam diferença significativa.

Com relação à análise de fibra alimentar, a Tabela 1 mostra uma diferença significativa, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), entre as amostras, principalmente a de farinha integral **FI**, que obteve o maior valor (16,75%). O fato de **FI** ter sido processada com a película que cobre a semente pode ter influenciado no valor de fibra alimentar, visto que a amostra **FR**, que passou pelo mesmo tratamento, porém sem a película, registrou o menor valor para esse componente (10,88%).

A presença da película no processamento ou mesmo nas análises já realizadas de fibra bruta ou alimentar não foi amplamente estudada. A maioria dos autores ou não mencionam a presença da película ou realizam a análise da castanha sem essa. Gonçalves et al. (2010) trabalharam com diversas castanhas provenientes de diferentes regiões de Portugal e analisaram fibra

alimentar nas amostras sem película. Os valores obtidos por esses autores variaram de acordo com a variedade e local de origem (entre 10,6% e 17,3%, em base seca).

Inobstante à escassez de estudos, infere-se, pelos resultados obtidos, que a presença da película nos produtos derivados da castanha pode trazer um enriquecimento nutricional ao produto, haja visto que a castanha já possui um valor significativo de fibra alimentar que pode ser incrementado ainda mais no processamento com a película.

Outro parâmetro importante que vale ser ressaltado é o teor de amido resistente. O amido resistente apresenta comportamento similar ao da fibra alimentar (ENGLYST & MACFARLANE, 1986), o que justifica a relevância, do ponto de vista nutricional, de se avaliar o seu teor na farinha de castanha. Nesse sentido, obteve-se, em relação a esse nutriente, valores de 39,78% para a **FI**, 31,23% para a **FR** e 25,74% para a **FS**, os quais podem ser considerados elevados, principalmente quando se observa, à semelhança do valor obtido para a fibra alimentar, a amostra **FI** (farinha integral). Novamente, a presença da película pode ter relação com o valor obtido, já que esta pode ter influenciado no resultado da análise.

Ainda no que se relaciona ao teor de amido resistente, destaca-se o estudo de Correia & Beirão da Costa (2012), que encontraram valores de amido resistente em amostras de farinha de castanha sem película, provenientes de duas variedades diferentes de sementes, e secas a 60°C, de 36,5% e 46,8% (nesse caso, as farinhas foram produzidas a partir de um pré-tratamento, ainda com película, a 40°C, com posterior retirada da película e nova secagem a uma temperatura de 60°C). Já Fontinha & Correia (2010) relataram valores de amido resistente ao redor de 40% em relação ao amido total da amostra. Assim, percebe-se que os valores de amido resistente em farinhas de castanha são bastante significativos, podendo ser interessantes do ponto de vista nutricional

e até mesmo funcional. Ainda, cabe lembrar que é importante avaliar se o amido resistente mantém sua resistência após o processamento dos alimentos, visto que o amido resistente presente na castanha portuguesa é o tipo RS2, cuja resistência se minimiza com o processamento e cozimento (FONTINHA & CORREIA, 2010).

Outro parâmetro importante a ser levado em consideração na aplicação de farinhas em produtos, em especial os de panificação, são as propriedades de pasta. Vale frisar que, durante o processo de produção de produtos de panificação, dois processos ocorrem: o de aquecimento na presença de água, no qual os grânulos de amido presentes na farinha intumescem, gelatinizando-se parcialmente; e o de resfriamento, quando o amido gelifica ou retrograda. Deste modo, o conhecimento do que ocorre com o amido durante o processamento auxilia num melhor entendimento das propriedades tecnológicas e funcionais da farinha que se está estudando (COPELAND et al., 2009).

As propriedades de pasta das farinhas de castanha e dos *blends* com farinha de trigo estão indicadas na Tabela 2. Vale atentar que, nesse caso, registraram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) nos atributos analisados, notadamente entre a farinha de trigo e as farinhas de castanha isoladas; igualmente, percebe-se que, ao se adicionar porcentagens de farinha de castanha em substituição à farinha de trigo, as diferenças são normalmente maiores quanto maior a adição da farinha de castanha.

Tabela 2. Propriedades de pasta das amostras de farinhas de castanha e dos *blends* com farinha de trigo.

Amostra	Viscosidade máxima (cP)*	Viscosidade mínima (cP)*	Breakdown (cP)*	Viscosidade final (cP)*	Setback (cP)*	Temperatura de pasta (°C)*
Farinha de trigo**	2893,5 ± 99,7 ^A	1786,5 ± 130,8 ^{AB}	1107,3 ± 31,1 ^A	3802,5 ± 70,0 ^{AB}	2016,0 ± 60,8 ^A	67,8 ± 1,4 ^E
FI	1706,3 ± 27,1 ^J	1606,0 ± 11,5 ^{CD}	100,3 ± 15,6 ^{EF}	2429,0 ± 100,5 ^E	823,0 ± 89,0 ^D	75,5 ± 0,5 ^{AB}
FR	1978,7 ± 15,9 ^I	1947,7 ± 22,1 ^A	31,0 ± 10,4 ^F	3081,3 ± 156,8 ^D	1133,7 ± 171,2 ^{BC}	75,2 ± 0,8 ^{ABC}
FS	1385,0 ± 12,0 ^K	1240,7 ± 25,0 ^E	144,3 ± 21,9 ^E	2114,7 ± 56,0 ^F	874,0 ± 37,7 ^{CD}	77,3 ± 0,8 ^A
FI 10%***	2779,3 ± 35,1 ^{AB}	1679,3 ± 71,6 ^{BC}	1100,0 ± 42,2 ^A	3691,3 ± 29,9 ^{ABC}	2012,0 ± 94,2 ^A	72,2 ± 2,3 ^{CD}
FI 20%***	2649,7 ± 64,9 ^{CDE}	1681,0 ± 59,8 ^{BC}	968,7 ± 23,9 ^B	3654,7 ± 75,4 ^{ABC}	1873,7 ± 91,5 ^A	73,2 ± 0,6 ^{BCD}
FI 30%***	2497,3 ± 67,3 ^{DE}	1702,7 ± 27,4 ^{BC}	794,7 ± 50,6 ^D	3628,3 ± 90,0 ^{ABC}	1925,7 ± 86,0 ^A	74,8 ± 0,3 ^{ABC}
FR 10%***	2836,3 ± 17,6 ^{AF}	1733,7 ± 55,1 ^{BC}	1102,7 ± 54,3 ^A	3781,3 ± 85,5 ^{AB}	2047,7 ± 129,3 ^A	73,0 ± 1,0 ^{BCD}
FR 20%***	2739,3 ± 16,0 ^{BCFG}	1751,3 ± 31,4 ^{BC}	988,0 ± 32,1 ^B	3846,0 ± 22,6 ^{AB}	2094,7 ± 33,0 ^A	74,1 ± 0,2 ^{BCD}
FR 30%***	2542,3 ± 34,2 ^{EH}	1674,0 ± 23,1 ^{BC}	868,3 ± 24,7 ^{CD}	3871,0 ± 43,3 ^B	2197,0 ± 26,6 ^A	74,2 ± 0,6 ^{ABCD}
FS 10%***	2852,7 ± 11,6 ^{AG}	1680,3 ± 19,6 ^{BC}	1172,3 ± 26,3 ^A	3739,7 ± 130,5 ^{AB}	2059,3 ± 150,1 ^A	71,5 ± 0,5 ^D
FS 20%***	2593,0 ± 51,6 ^E	1630,0 ± 70,1 ^{BC}	963,0 ± 18,5 ^{BC}	3625,3 ± 33,3 ^{AC}	1995,3 ± 100,3 ^A	74,3 ± 2,0 ^{ABCD}
FS 30%***	2275,3 ± 50,5 ^H	1480,0 ± 26,8 ^D	795,3 ± 29,9 ^D	3451,7 ± 27,1 ^C	1971,7 ± 47,5 ^A	75,7 ± 0,3 ^{ABC}

* Resultados apresentados como média ± desvio padrão; médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. ** Farinha de trigo especial. *** *Blends* contendo a porcentagem em destaque da farinha de castanha e o restante para completar 100% de farinha de trigo.

FI (Farinha integral – com película), **FR** (Farinha refinada – sem película) e **FS** (Farinha proveniente da castanha seca inteira com a casca – sem película)

Sobre os resultados obtidos, importa destacar que a temperatura de pasta é, dentro do escopo da análise, um importante atributo, visto que aponta a temperatura mínima para que uma amostra seja cozida, além de indicar a temperatura na qual a viscosidade começa a aumentar durante o período de aquecimento (SINGH et al., 2011a). Neste trabalho, foi verificada uma temperatura de pasta para a farinha de trigo de 67,8°C, valor significativamente inferior ao apresentado pelas farinhas de castanha e pelos *blends*, principalmente quando considerada a amostra **FS**. Verificou-se também que os diferentes níveis de adição de farinha de castanha tiveram efeito pouco significativo sobre a temperatura de pasta dos *blends*, sendo que quanto maior a adição de farinha de castanha, maior a temperatura de pasta do *blend*.

Noutro giro, cumpre frisar que quando existem grandes quantidades de grânulos de amido com grande capacidade de intumescimento na farinha observa-se, durante o aquecimento, um elevado valor de viscosidade máxima na análise de RVA, pois esta é relacionada à capacidade de absorver água do amido (ORO et al., 2013). Tendo isso em vista, verificou-se que o maior valor de viscosidade máxima foi obtido pela farinha de trigo, em contraste com o apresentado pelas farinhas de castanha e *blends*, cujos valores se mostraram significativamente inferiores ($p < 0,05$), já que, quanto maior a adição de farinha de castanha, menor o valor da viscosidade máxima. Destaca-se, para fins de comparação, o trabalho de Cruz (2013) que encontrou valores de viscosidade máxima de 1127 cP para o amido isolado de castanha (*Castanea sativa* Mill.). Esse resultado, aliado aos obtidos neste trabalho (1706,3 cP para **FI**, 1978,7 cP para **FR** e 1385,0 cP para **FS**) mostram que o amido da farinha de castanha possui menor capacidade de intumescimento que o da farinha de trigo.

O parâmetro *breakdown* ou, simplesmente, “quebra” está relacionado à estabilidade dos grânulos de amido ao aquecimento (ORO et al., 2013). Segundo Singh et al. (2011a), baixos valores de quebra indicam melhor resistência ao cisalhamento. Observa-se, pelos resultados obtidos, que a

farinha de trigo, quando comparada com as farinhas de castanha, é aquela que possui maior quebra (1107,3 cP) e, portanto, menor resistência ao cisalhamento a quente. Dada essa característica, percebe-se, nos *blends*, que quanto menor a adição de farinha de castanha, maior o valor da quebra, ressalvando-se que em 10% de adição não existe diferença significativa ($p < 0,05$) da farinha de trigo. Vale lembrar que maiores valores de quebra também estão associados a um maior teor de amilopectina na amostra, visto ser ela a responsável pelas propriedades de intumescimento e gelatinização (ORO et al., 2013).

O *setback* ou tendência à retrogradação fornece uma ideia do comportamento do amido após o resfriamento. Baixos valores de tendência à retrogradação indicam baixa razão de retrogradação do amido e sinérese (RAGAE & ABDEL-AAL, 2006). Em relação a esse parâmetro, observou-se que as farinhas de castanha possuem menor tendência à retrogradação que a farinha de trigo e os *blends*, sendo que nos níveis de adição estudados neste trabalho, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) neste atributo com relação à farinha de trigo. Embora uma menor tendência à retrogradação seja interessante do ponto de vista de processamento de produtos de panificação com farinha de castanha, salienta-se que, até 30% de substituição em relação à farinha de trigo não afetou-se esse parâmetro significativamente. Assim, deve-se observar durante o processamento e o armazenamento o comportamento da viscosidade e as características de textura de forma conjunta.

Quanto à análise de cor, verificou-se que as amostras diferiram significativamente entre si, distinguindo-se, também, em todos os parâmetros, da farinha de trigo. A amostra **FI** possui menor valor do parâmetro L^* , mostrando ser ela a mais escura, devido à presença da película que possui coloração marrom. As amostras **FR** e **FS** são mais claras, porém mais amareladas que a farinha de trigo (maior valor de b^*). A Tabela 3 resume os resultados obtidos para a análise de cor, enquanto que a Figura 3 mostra, respectivamente, as características visuais das amostras **FI**, **FR** e **FS**.

Tabela 3. Resultados dos parâmetros L^* , a^* e b^* na análise de cor instrumental das farinhas de castanha pelo sistema Hunter Lab.

Amostra	Parâmetros		
	L^*	a^*	b^*
FI	$81,33 \pm 0,34^D$	$2,63 \pm 0,06^A$	$10,30 \pm 0,18^C$
FR	$84,47 \pm 1,16^C$	$1,82 \pm 0,21^B$	$11,00 \pm 0,31^B$
FS	$86,89 \pm 0,38^B$	$1,33 \pm 0,14^C$	$14,74 \pm 0,30^A$
Farinha de trigo**	$94,02 \pm 0,17^A$	$0,25 \pm 0,01^D$	$9,27 \pm 0,08^D$

* Resultados apresentados como média $\pm$ desvio padrão; médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. ** Farinha de trigo especial.



Figura 3. Amostras de farinha de trigo (**FT**) e de farinhas de castanha: **FI**, **FR** e **FS**.

FT (Farinha de trigo), **FI** (Farinha integral – com película), **FR** (Farinha refinada – sem película) e **FS** (Farinha proveniente da castanha seca inteira com a casca – sem película)

3.3 Análises reológicas

Com relação às características farinográficas, pode-se classificar as farinhas de trigo quanto à força do glúten (BIONDI, 2003) como mostra a Tabela 4.

Tabela 4. Classificação de farinhas de trigo quanto à força, de acordo com suas características farinográficas.

Farinha	Absorção de água (%)	Tempo de desenvolvimento (min)	Estabilidade (min)	ITM (UF)*
Fraca	<55	<2,5	<3	>100
Média	54 - 60	2,5 - 4,0	3 - 8	60 - 100
Forte	>58	4,0 - 8,0	8 - 15	15 - 50
Muito forte	>58	>10,0	>15	<10

Fonte: Biondi (2003). *UF = Unidades Farinográficas.

Os resultados obtidos na análise farinográfica estão expostos na Tabela 5. A farinha de trigo utilizada, como denotam os resultados, pode ser classificada como farinha forte, ao passo que, no caso dos *blends*, constata-se que a adição da farinha de castanha é responsável por afetar significativamente os parâmetros analisados.

No tocante ao parâmetro "absorção de água", nota-se que, quanto maior a adição de farinha de castanha aos *blends* estudados, maiores os valores obtidos nesse quesito, destacando-se a amostra **FI** com 30% de substituição, que apresentou uma absorção de água de 61,7%, dado o maior teor de fibra nesta farinha. Importa ressaltar que Hadnadev et al. (2011) também observaram um aumento significativo na absorção de água em farinhas integrais quando comparadas à farinha de trigo branca.

Nesse sentido, ressalta-se que, para a produção de bolos, uma alta absorção de água e um menor desenvolvimento de glúten são fatores desejáveis, uma vez que produzem um produto final com melhor textura de miolo (BORGES et al., 2013). Deste modo, depreende-se que a adição de farinha de castanha em maiores proporções em relação à farinha de trigo pode melhorar a característica de absorção de água na hipótese de essa mistura ser utilizada para produção de bolos.

Já o tempo de desenvolvimento está relacionado ao tempo necessário para o desenvolvimento da rede de glúten, de modo que, quanto mais forte a farinha, maior o tempo de desenvolvimento (BORGES et al., 2013). Adicionalmente, vale ressaltar que a adição de farinhas cujas proteínas não são formadoras de glúten, como é o caso da farinha de castanha, tendem a enfraquecer a mistura, e conseqüentemente, acarretam na diminuição do tempo de desenvolvimento.

O tempo de desenvolvimento encontrado neste trabalho foi de 10,55 minutos para a farinha de trigo, registrando-se que, no nível de substituição de 10% não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as farinhas e a farinha de trigo. Almeida (2006) encontrou valor de 9 minutos de tempo de desenvolvimento da massa para farinha de trigo e, assim como neste trabalho, verificou que a adição de diferentes fontes de fibra à farinha de trigo influenciou o tempo de desenvolvimento da massa, reduzindo-o.

Nos demais níveis de adição de farinha de castanha (20% e 30%), verificou-se uma redução no tempo de desenvolvimento da massa com relação à farinha de trigo, ainda que sem diferença significativa entre as farinhas de castanha. Essa diminuição em comparação com a farinha de trigo deve-se, principalmente, ao fato de que a adição de farinha de castanha acarreta na diminuição do teor de glúten na massa.

Observou-se também uma diminuição da estabilidade nas amostras com adição de farinha de castanha em relação à farinha de trigo, principalmente na amostra **FS**, de forma que, quanto maior a adição de farinha de castanha, menor a estabilidade da amostra. Novamente, este fato pode ser explicado pela diluição do glúten nos *blends*, já que existe uma correlação positiva entre a qualidade da proteína da farinha e a estabilidade da massa; uma estabilidade maior indica uma melhor qualidade das proteínas e, portanto, uma melhor qualidade da farinha (JARDINE, 1982). Ou seja, com a diminuição da farinha de trigo e, conseqüentemente, do glúten, a farinha se torna mais fraca e menos tolerante à mistura (BORGES et al., 2013).

O ITM ou índice de tolerância à mistura, a seu turno, indica a resistência do glúten ao dano mecânico (ALMEIDA, 2006). No presente trabalho, verificou-se que a adição da farinha de castanha ora aumentou, ora diminuiu o ITM da mistura com farinha de trigo: a adição da amostra **FS**, nos três níveis de substituição aumentou o ITM da mistura, mostrando seu enfraquecimento (ITM entre 52 e 70 UF); por outro lado, a adição da amostra **FR** não alterou o ITM em relação à farinha de trigo (não teve diferença significativa em $p < 0,05$); já a adição de 10% da amostra **FI** aumentou o valor do ITM da mistura (50,5 UF), enquanto que com 30% de adição o ITM foi de 28 UF contra 38 UF da farinha de trigo. Conforme lembra Almeida (2006), as fibras interagem com o glúten, diminuindo sua resistência ao dano mecânico; todavia, neste trabalho, verificou-se que somente a adição de um elevado teor de fibras é capaz de reduzir o valor do ITM, ainda que, nos níveis estudados, essa redução não possa ser considerada estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Borges et al. (2013) também que encontraram valores de ITM para farinha de trigo e em *blends* com farinha de quinoa com 10% e 20% de substituição, respectivamente, de 38,9 UF, 50 UF e 60 UF, e Almeida (2006), que encontrou valores de ITM para farinha de trigo isolada de 30 UF e com adição de diferentes fontes de fibras os valores variaram entre 40 e 80 UF.

Esses dois trabalhos mostram que a adição de diluentes de glúten à farinha de trigo tendem a enfraquecê-la em termos de resistência à mistura.

Tabela 5. Características farinográficas da farinha de trigo e dos *blends* com farinhas de castanha.

Amostra	Absorção de água (%)	Tempo de desenvolvimento (min)	Estabilidade (min)	ITM (UF)*
Farinha de trigo**,**	56,75 ± 0,35 ^G	10,55 ± 0,64 ^A	13,80 ± 0,85 ^A	38,00 ± 0,00 ^{BC}
FI 10%**	57,60 ± 0,00 ^{DFG}	10,05 ± 0,07 ^{AB}	12,65 ± 0,21 ^{AB}	50,50 ± 2,12 ^{ABC}
FI 20%**	60,00 ± 0,00 ^B	7,85 ± 0,92 ^{ABC}	11,65 ± 0,07 ^{BD}	35,00 ± 8,49 ^{BC}
FI 30%**	61,70 ± 0,00 ^A	7,05 ± 0,21 ^{BC}	11,80 ± 0,57 ^{BC}	28,00 ± 5,66 ^C
FR 10%**	58,50 ± 0,42 ^{CDEF}	8,30 ± 1,27 ^{ABC}	12,30 ± 0,42 ^{AB}	34,50 ± 4,95 ^{BC}
FR 20%**	57,90 ± 0,71 ^{CDF}	6,55 ± 1,48 ^C	11,05 ± 0,07 ^{BE}	29,00 ± 17,00 ^C
FR 30%**	58,75 ± 0,07 ^{CDE}	5,90 ± 0,57 ^C	10,10 ± 0,28 ^{DEF}	29,50 ± 2,12 ^C
FS 10%**	58,00 ± 0,00 ^{DF}	7,95 ± 0,21 ^{ABC}	10,35 ± 0,21 ^{CDE}	52,00 ± 10,00 ^{ABC}
FS 20%**	59,25 ± 0,07 ^{BCE}	6,85 ± 0,49 ^C	8,65 ± 0,49 ^{FG}	61,00 ± 4,24 ^{AB}
FS 30%**	60,35 ± 0,07 ^B	6,90 ± 0,14 ^C	7,90 ± 0,42 ^G	70,00 ± 0,00 ^A

*UF = Unidades farinográficas. ** Resultados apresentados como média ± desvio padrão; médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. *** Farinha de trigo especial.

FI (Farinha integral – com película), **FR** (Farinha refinada – sem película) e **FS** (Farinha proveniente da castanha seca inteira com a casca – sem película)

Tabela 6. Características extensográficas da farinha de trigo e dos *blends* com farinhas de castanha (tempo de 135 minutos).

Amostra	Energia (cm ²)**	Resistência à extensão (UE)*,**	Extensibilidade (mm)**	Resistência máxima (UE)*,**	Número proporcional (UE*/mm)**
Farinha de trigo***	94,0 ± 5,7 ^A	696,5 ± 29,0 ^A	113,0 ± 8,5 ^A	724,5 ± 3,5 ^A	6,2 ± 0,7 ^{BC}
FI 10%	66,3 ± 5,9 ^{BC}	712,3 ± 90,0 ^A	80,3 ± 9,3 ^{BC}	720,0 ± 86,5 ^A	9,0 ± 2,1 ^{AB}
FI 20%	54,7 ± 6,1 ^{CD}	611,3 ± 65,8 ^A	73,0 ± 5,6 ^{BCD}	631,3 ± 57,9 ^A	8,4 ± 1,2 ^{AB}
FI 30%	38,0 ± 4,6 ^E	411,7 ± 55,2 ^B	68,0 ± 2,6 ^{CDE}	430,0 ± 55,1 ^C	5,9 ± 0,8 ^C
FR 10%	69,0 ± 2,6 ^{BC}	672,0 ± 25,2 ^A	89,7 ± 3,5 ^B	674,0 ± 24,3 ^A	7,6 ± 0,7 ^{ABC}
FR 20%	54,7 ± 4,7 ^{CD}	590,0 ± 45,2 ^A	74,0 ± 3,6 ^{BD}	599,0 ± 40,1 ^{AB}	8,0 ± 0,6 ^{ABC}
FR 30%	37,3 ± 4,2 ^E	399,7 ± 29,9 ^B	61,3 ± 4,2 ^{DE}	441,3 ± 24,0 ^{BC}	6,5 ± 0,1 ^{BC}
FS 10%	72,7 ± 9 ^B	745,3 ± 18,5 ^A	87,7 ± 10,0 ^B	745,3 ± 18,5 ^A	8,6 ± 0,9 ^{AB}
FS 20%	54,3 ± 2,1 ^{CD}	642,7 ± 38,7 ^A	64,7 ± 4,2 ^{CDE}	715,7 ± 29,7 ^A	9,9 ± 0,2 ^A
FS 30%	42,7 ± 5 ^{DE}	367,7 ± 104,4 ^B	56,3 ± 3,2 ^E	625,3 ± 100,3 ^A	6,5 ± 1,8 ^{BC}

*UE = Unidades extensográficas. ** Resultados apresentados como média ± desvio padrão; letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente (p<0,05) pelo teste de Tukey. *** Farinha de trigo especial.

FI (Farinha integral – com película), **FR** (Farinha refinada – sem película) e **FS** (Farinha proveniente da castanha seca inteira com a casca – sem película)

A Tabela 6 mostra os resultados obtidos na análise de extensografia da farinha de trigo e dos *blends* no tempo de 135 minutos de análise. De acordo com Biondi (2003), de modo geral, farinhas fortes apresentam valores de número proporcional maiores que 2,5, enquanto que farinhas fracas apresentam número proporcional inferior a 1,0. Já os valores característicos de resistência à extensão para farinhas fortes e fracas, respectivamente, são 560 e 130 UE, de resistência máxima são 840 e 130 UE e de extensibilidade são 155 e 180 mm. Deste modo, constata-se, considerando os resultados apresentados, que todas as amostras analisadas possuem número proporcional maior que 2,5, característico de farinha forte.

A resistência à extensão ou elasticidade das amostras somente apresentou diferença significativa com relação à farinha de trigo quando a substituição foi de 30%, sendo neste caso, os menores valores encontrados, porém não houve diferença significativa entre as farinhas analisadas. Já no parâmetro de extensibilidade, a diminuição foi mais acentuada, sendo que todas as amostras diferiram significativamente da farinha de trigo que possuiu o maior valor de extensibilidade (113 UE). Ademais, no tocante à resistência máxima, também verificou-se uma maior redução em função da maior adição de farinha de castanha; porém essa redução somente foi significativa ($p < 0,05$) em 30% de substituição e para as amostras **FI** e **FR**.

É importante destacar, nesse sentido, o trabalho de Cardoso (2007), que, ao substituir farinha de trigo por farinha de quinoa, também observou uma redução nos valores de resistência máxima das misturas. Segundo a autora, a incorporação de quinoa reduziu a força das farinhas e o mesmo efeito pode ser observado na extensibilidade, com reduções da ordem de 40%. Isso confirma que a quinoa atuou como diluente do glúten, reduzindo a força da massa. O mesmo pode ter ocorrido na adição de farinha de castanha, ainda que esse efeito diluente não tenha sido muito acentuado no presente trabalho.

4. CONCLUSÕES

A obtenção da farinha de castanha é viável e é uma ótima alternativa ao excedente de produção das sementes pois, além de viabilizar a disponibilidade do produto ao longo do ano, contribui nutricionalmente com o enriquecimento de alimentos, já que conforme mostrou este estudo, a farinha de castanha possui baixo teor de lipídeos (~1,5%) e elevados teores de fibra alimentar (10,88% a 16,75%) e de amido resistente (25,74% a 39,78%).

Os diferentes métodos utilizados para a secagem da castanha e para a obtenção da farinha resultaram em três amostras que se diferiram principalmente na cor e nos teores de amido resistente e fibra alimentar (em especial a amostra **FI** – com película). O processamento da farinha com película elimina uma etapa do processo, o que é interessante para o produtor enquanto que a farinha produzida através da castanha seca com a casca pode ser útil quando se deseja armazenar uma grande quantidade de castanha antes de proceder a trituração para obtenção de farinha.

Sobre as características de pasta das diferentes farinhas, podemos concluir que a adição da farinha de castanha influenciou os valores obtidos, porém nos níveis de adição estudados, essa alteração foi pouco perceptível, sendo que para a produção de bolos e biscoitos com esse ingrediente, essa variação não acarretaria em problemas no produto final.

Por fim, as propriedades reológicas estudadas neste trabalho mostraram que a farinha de castanha, quando adicionada à farinha de trigo, tende a enfraquecê-la, pois atua como diluente do glúten. Ainda assim, as alterações ocorridas nesses parâmetros não inviabilizam a introdução desse ingrediente em formulações, principalmente em bolos e biscoitos. Todavia, para o aproveitamento desse ingrediente na produção de pães, esses parâmetros

devem ser estudados com mais atenção, tendo a mistura que se manter dentro de limites de farinha média/forte e com análise de aplicação em produtos pois, nesse caso, o enfraquecimento da rede de glúten pode acarretar em problemas de volume.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC – American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of Analysis**. 11a ed. Disponível em: <http://methods.aaccnet.org/toc.aspx>. Acesso em: out/2012.

ALMEIDA, E. L. **Efeito da adição de fibra alimentar sobre a qualidade de pão pré-assado congelado**. 2006. 370 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16^a ed., Arlington, 1995.

BIONDI, S. H. S. **Qualidade da Farinha de Trigo: Conceito, Fatores determinantes e Parâmetros de Avaliação e Controle**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos; 2003.

BORGES, O. et al. Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 3, n. 162, p. 976-984, 2008.

BORGES, J. T. S. et al. Utilização de farinha mista de trigo e quinoa na elaboração de bolos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 7, n. 2, p. 1034-1048, 2013.

CARDOSO, I. B. **Tratamento térmico de misturas de farinha de trigo e de quinoa e sua aplicação em bolo tipo pão de ló**. 2007. 136 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

COPELAND, L. et al. Form and functionality of starch. **Food Hydrocolloids**, v.23, p.1527-1534, 2009.

CORREIA, P.; BEIRÃO-DA-COSTA, M. L. Effect of drying temperatures on starch-related functional and thermal properties of chestnut flours. **Food and Bioproducts Processing**, [s.l.], v. 90, n. 2, p. 284-294, 2012.

CORREIA, P.; LEITÃO, A.; BEIRÃO-DA-COSTA, M. L. The effect of drying temperatures on morphological and chemical properties of dried chestnuts flours. **Journal of Food Engineering**, [s.l.], v. 90, n. 3, p. 325-332, 2009.

CRUZ, B. T. R. **Isolamento e caracterização do amido de castanha**. 2013. 119 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Qualidade Alimentar), UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO, Vila Real.

DEMIATE, I. M.; OETTERER, M.; WOSIACKI, G. Characterization of chestnut (*Castanea sativa*, Mill) starch for industrial utilization. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s.l.], v. 44, n. 1, p. 69-78, 2001.

ENGLYST, H. N.; MACFARLANE, G. T. Breakdown of resistant and readily digestible starch by human gut bacteria. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s.l.], v. 37, n. 7, p. 699-706, 1986.

ER, F. et al. Some chemical properties of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.) fruit collected from different locations in Turkey. **Scientific Science**, v. 1, n. 1, p. 9-12, 2013.

FONTINHA, C.; CORREIA, P. Amido resistente em diversas fontes não convencionais de amido. **Revista Milenium**, n. 38, 2010.

GONÇALVEZ, B. et al. Metabolite composition of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) upon cooking: Proximate analysis, fibre, organic acids and phenolics. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 122, p. 151-160, 2010.

HADNADEV, T. et. al. Rheological properties of wheat flour substitutes/alternative crops assessed by Mixolab. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 328-334, 2011.

JARDINE, J. G. **Farinha mista de tritcale e trigo para produção de pães**. EMBRAPA – CTAA, Rio de Janeiro, 1982.

MINOLTA, K. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Osaka, Japão, 1994.

ORO, T. et al. Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, 2013.

PIO, R. **Fruticultura de clima temperado – Castanheiro em plena produção**, 18/12/2011. Disponível em:
<http://frutastemperadas.blogspot.com.br/2011/12/castanheiro-em-plena-producao.html>. Acesso em: set/2012.

RAGAE, S.; ABDEL-AAL, EL-S. Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products. **Food Chemistry**, v.95, p.9-18, 2006.

SINGH, S. et al. Relationship of polymeric proteins with pasting, gel dynamic- and dough empirical-rheology in different Indian wheat varieties. **Food Hydrocolloids**, v.25, p.19-24, 2011a.

SINGH, D. D. et al. Indian water chestnut flour - method optimization for preparation, its physicochemical, morphological, pasting properties and its potential in cookies preparation. **LWT - Food Science and Technology**, [s.l.], v. 44, p. 655 – 672, 2011b.

**CAPÍTULO 3. APLICAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA
(*CASTANEA* SPP.) OBTIDA POR DIFERENTES PROCESSOS EM
BOLO INGLÊS**

CAPÍTULO 3. APLICAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA SPP.*) OBTIDA POR DIFERENTES PROCESSOS EM BOLO INGLÊS

RESUMO

A farinha de castanha (*Castanea spp.*) apresenta-se, atualmente, como ingrediente alternativo à farinha de trigo na elaboração de produtos de panificação com formulações enriquecidas, principalmente com fibra alimentar. Por conseguinte, uma vez que o consumo de bolos prontos, em especial em embalagens com porções reduzidas, vem crescendo significativamente nos últimos anos, o estudo de formulações enriquecidas para esses produtos adquiriu, igualmente, tanto do ponto de vista econômico quanto nutricional, grande valor no cenário recente. À vista disso, o presente trabalho teve por objetivo elaborar bolo inglês com o uso de farinha de castanha, obtida por três diferentes processos, em substituição a uma parcela da farinha de trigo normalmente utilizada nessa formulação, a fim de avaliar a qualidade dos produtos elaborados. Para tanto, utilizou-se um *blend* com 70% de farinha de trigo e 30% de farinha de castanha, resultando nas formulações de bolo inglês **BFI**, **BFR** e **BFS**, derivadas, respectivamente, de porções de **FI** (farinha de castanha integral, com película), **FR** (farinha de castanha refinada, sem película) e **FS** (farinha de castanha seca inteira com casca e depois moída, sem película); adicionalmente, elaborou-se também uma formulação controle com 100% de farinha de trigo (**BFC**) para fins comparativos. Em termos de análise, avaliou-se o peso específico da massa durante o processamento e, nos bolos, os índices de simetria, uniformidade e volume, cor, fibra alimentar e amido resistente; já durante a estocagem (em estufa BOD a 25°C), os bolos foram avaliados quanto à textura, umidade e atividade de água (*aw*) nos dias 1, 5, 10 e 15 após a elaboração; por fim, realizou-se ainda análise sensorial de aceitação e intenção de compra. No tocante aos resultados observados, ressalta-se, inicialmente, que os teores de fibra

alimentar e amido resistente nos bolos elaborados com farinha de castanha foram significativamente maiores que os constatados na formulação controle. Durante a estocagem, houve pouca alteração nos teores de umidade e atividade de água dos bolos, enquanto que, no que diz respeito ao parâmetro “textura”, observou-se um aumento significativo da firmeza entre os dias 5 e 10 de estocagem, tanto para o controle quanto para as amostras com farinha de castanha. Ademais, em relação à análise sensorial, registre-se que as amostras, em geral, obtiveram boa aceitação, com notas entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente), o que denota grande potencial de aplicação da farinha de castanha na elaboração de bolo inglês. Tendo em vista essas considerações, pode-se concluir que a farinha de castanha, em especial a processada com película (**BFI**), tem potencial para enriquecer os produtos com ela formulados, obtendo melhor aspecto nutricional com características de qualidade satisfatórias.

Palavras chave: Farinha de castanha, bolo inglês, fibra alimentar, amido resistente.

ABSTRACT

Chestnut (*Castanea* spp.) flour emerges as an alternative ingredient to wheat flour in the preparation of bakery products with enriched formulations, especially with dietary fiber. As consumption of ready-to-eat cakes, especially in packaging with reduced-size portions, has grown significantly in recent years, the study of enriched formulations for these products is important both from an economic as nutritional standpoint. Thus, the present study aimed to develop pound cakes with the application of chestnut flour obtained by three different processes to replace part of the wheat flour in the formulation and evaluate the quality of the manufactured products. In this case, a blend with 70% wheat flour and 30% chestnut flour was used, and the chestnut flour samples were **FI** (whole chestnut flour, with skin), **FR** (refined chestnut flour, without skin) and **FS** (chestnut flour dried in its shell and later milled, without skin) resulting in cake formulations **BFI**, **BFR** and **BFS**. A control formulation with 100% wheat flour (**BFC**) was prepared for comparison. Batter density was determined during processing, and for cakes, symmetry, uniformity and volume indices, color, dietary fiber and resistant starch were evaluated. During storage, the cakes were also evaluated for texture, moisture content and water activity (aw) on days 1, 5, 10 and 15 after elaboration. Sensory analysis of acceptance and purchase intent were conducted as well. The levels of dietary fiber and resistant starch in the cakes elaborated with chestnut flour were significantly higher than in the control. During storage, there was little change in moisture content and water activity of the cakes, but firmness showed a significant increase between the 5th and the 10th day of storage, both for control and for chestnut flour samples. The samples had good sensory acceptance, with grades between 6 (like slightly) and 7 (like moderately), which shows an interesting potential for application of chestnut flour in pound cakes. Finally, we can conclude that chestnut flour, mainly

the one processed with the skin (whole), can enrich the products formulated with it, improving nutritional aspects with satisfactory quality features.

Keywords: English-type cake, chestnut flour, dietary fiber, resistant starch.

1. INTRODUÇÃO

Bolos são produtos de confeitaria muito apreciados tanto em sobremesas como em lanches. Apresentam-se em diferentes formatos, sabores e texturas, de acordo com a formulação e/ou o método empregado na fabricação (GUTKOSKI et al., 2011). Dentre os tipos de bolos produzidos, sobressai-se, pela sua popularidade, o bolo inglês que, por definição, é uma emulsão complexa que possui bolhas de ar como fase descontínua e uma mistura, em sua fase contínua, de ingredientes como ovo, água, açúcar e gordura, com as partículas de farinha de trigo em dispersão (KOCER et al., 2007).

O volume de um bolo depende da expansão dos gases (ar e dióxido de carbono - quanto usado fermento químico) em conjunto com a pressão de vapor de água no interior das bolhas de ar. À medida que a temperatura aumenta durante o cozimento, a massa fica menos densa e ocorre coalescência das bolhas com alguma perda de ar. Quanto mais finamente distribuídas as bolhas, mais estável a mistura e melhor a textura dos bolos. A presença de bolhas de ar, por conseguinte, é essencial e pode ser considerada como um núcleo para a expansão do bolo, controlando-a e regulando-a (BENNION & BRAMFORD, 1997).

Cumprе atentar que, devido à sua praticidade, o consumo de bolos prontos, principalmente em embalagens com porções reduzidas ou individuais, vem crescendo significativamente nos últimos anos. Números revelam que, entre 2011 e 2012, o consumo de bolos prontos atingiu 45% dos lares brasileiros, resultado do incremento de 2 milhões de famílias que passaram a consumir esse produto durante o período (ABIMA, 2013).

Sobre a elaboração dos bolos, ressalte-se que a adequada seleção de matérias-primas e o emprego de uma formulação balanceada, bem como de procedimentos de mistura e cozimento de acordo com o tipo de produto a ser desenvolvido são fundamentais para o sucesso do bolo (GUTKOSKI et al., 2011). Frise-se que, para ser considerado de boa qualidade, o bolo deve apresentar características adequadas ao produto, tais como textura macia e inalterada ao longo da vida de prateleira, homogeneidade do miolo, volume adequado, sabor agradável e superfície uniforme, sem rugosidades, saliências ou depressões que prejudiquem a aparência (HOSENEY et al., 1988).

Por conta de sua formulação com elevado teor de açúcar e gordura, estudos vêm sendo conduzidos de modo a introduzir algum ingrediente funcional na produção de bolos. Assim, voltam-se as atenções às fibras alimentares, que do ponto de vista clínico, são responsáveis por uma série de benefícios à saúde: em primeiro lugar, destaca-se que os indivíduos com consumo elevado de fibra alimentar têm risco significativamente menor em desenvolver doença coronariana, hipertensão, AVC, diabetes, obesidade e algumas doenças gastrointestinais; além disso, estudos apontam que o aumento na ingestão de fibras é responsável por diminuir a pressão sanguínea e os níveis de colesterol sérico; igualmente, associa-se, frequentemente, a ingestão de fibras solúveis à melhora na sensibilidade à insulina e glicemia em indivíduos não diabéticos e diabéticos (ANDERSON et al., 2009).

Em vista desses benefícios, ressalte-se a presença, em grande quantidade, de amido resistente na farinha de castanha. Fontinha & Correia (2010), nesse sentido, observaram que o teor de amido resistente na castanha e na sua farinha é elevado quando comparado com outras fontes, tais como cereais e leguminosas. Vale destacar que, por definição, o amido resistente é tido como a porção de amido que não é digerido no intestino delgado pelas enzimas, podendo, no entanto, ser fermentado no intestino grosso pela

microflora presente, apresentando comportamento similar ao da fibra alimentar (ENGLYST & MACFARLANE, 1986).

Seja em razão de novos hábitos de consumo, a exemplos de consumidores que buscam uma alimentação mais saudável, ou decorrência das necessidades de grupos específicos da população, como os celíacos, obesos e diabéticos, observa-se que a utilização de farinhas alternativas à farinha de trigo no tocante à produção de produtos de panificação vem crescendo nos últimos anos, ainda mais quando considerado o desenvolvimento de novos usos para as matérias-primas já existentes. Considerando esse potencial, diversos estudos vêm sendo realizados com o objetivo de tornar os alimentos nutricionalmente mais adequados, utilizando matérias-primas com melhores propriedades nutricionais que a farinha de trigo branca. Nesse ensejo, justifica-se a condução de uma análise mais aprofundada a fim de verificar a influência da farinha de castanha nas características dos bolos produzidos com esse ingrediente, e comprovar o enriquecimento nutricional proveniente dessa adição, objetivos do presente trabalho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

A farinha de castanha utilizada neste trabalho, derivada de castanhas obtidas no Sítio do Morro Sagrado em Pirassununga – SP, foi processada com o intuito de gerar as amostras **FI** (farinha de castanha integral, com película), **FR** (farinha de castanha refinada, sem película) e **FS** (farinha de castanha seca inteira com a casca e depois moída, sem película).

A farinha de trigo utilizada neste trabalho (marca Mirella Lote 16A, Moinho Ocrim, Nova Odessa, São Paulo, Brasil), bem como os demais ingredientes necessários à formulação (açúcar, amido de milho, gordura vegetal, ovos, leite em pó integral e fermento químico), foram adquiridos em comércio varejista da cidade de Campinas – SP.

O bolo inglês foi elaborado a partir de um *blend* com 30% de farinha de castanha em substituição à farinha de trigo, resultando em três amostras: bolo inglês com farinha de castanha integral (**BFI**), bolo inglês com farinha de castanha refinada (**BFR**) e bolo inglês com farinha de castanha seca inteira (**BFS**). Um controle (**BFC**) com 100% de farinha de trigo foi produzido para efeito de comparação.

2.2 Métodos

2.2.1 Produção de bolo inglês

A Tabela 1 apresenta a formulação-base utilizada para a produção do bolo inglês, segundo o método prescrito por Schmiele *et al.* (2011). A quantidade de água adicionada foi a necessária para a reconstituição do leite em pó integral. Para efeitos do presente estudo, conforme já destacado, em substituição à farinha de trigo, adicionou-se à formulação um percentual de 30% das farinhas de castanha **FI**, **FR** e **FS**.

Tabela 1. Formulação-base de bolo inglês.

Ingredientes	% em relação às farinhas	
	BFC	BFI, BFR e BFS
Farinha de trigo refinada	100	70
Farinha de castanha	0	30
Açúcar	83	83
Gordura vegetal	25	25
Ovos	40	40
Água	52	52
Leite em pó integral	11	11
Amido de milho	5	5
Fermento químico	3,5	3,5

BFI - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca. **BFC** - Bolo controle com 100% de farinha de trigo.

Em relação à produção dos bolos, utilizou-se uma batedeira planetária (marca Kitchen Aid, modelo 5KSM150, EUA) para, inicialmente, misturar a gordura, o açúcar e os ovos durante 2 minutos em velocidade 10¹. Em sequência, acrescentou-se à mistura as farinhas, bem como metade da quantidade de leite indicada, batendo-se por mais 3 minutos em velocidade 10, findo os quais se adicionaram os demais ingredientes, todos submetidos a mais 1 minuto de batimento em velocidade 5 na batedeira.

Após o processo de mistura dos ingredientes, distribuiu-se a massa, em porções de 70 g, sobre formas de alumínio com dimensões de 9,3 x 5,1 x 2,9 cm e capacidade de 138 mL de massa. Os bolos foram assados em forno de convecção modelo HPE80 (Prática Technipan, São Paulo, Brasil), a 180°C por 12 minutos, e resfriados e armazenados em embalagem de polietileno a temperatura ambiente para análise ulterior.

2.2.2 Avaliação do peso específico da massa durante o processo e da perda no assamento

O peso específico da massa de bolo foi determinado em triplicata de acordo com o procedimento nº 10-15.01 da AACC (2012), ao final da etapa de batimento.

A perda no assamento foi determinada através da diferença de peso de 5 amostras antes e após o assamento.

¹ A batedeira planetária marca Kitchen Aid, modelo 5KSM150 trabalha com escala de velocidade variando de Stir a 10, onde Stir equivale à velocidade mínima e 10 equivale à velocidade máxima.

2.2.3 Avaliação do produto final (bolo inglês)

Com a finalidade de verificar as características do produto “bolo inglês”, foram realizadas análises de índice de simetria, uniformidade, volume, cor instrumental, fibra alimentar e amido resistente, tanto no bolo controle (sem adição da farinha de castanha), quanto nos bolos formulados com a mistura de farinha de castanha (30%) e farinha de trigo (70%).

Os bolos também foram avaliados quanto à textura, umidade e atividade de água (aw) durante a estocagem, nos dias 1, 5, 10 e 15 após a elaboração.

2.2.3.1 Índices de simetria, uniformidade e volume do bolo

Os índices de simetria, uniformidade e volume dos bolos foram determinados em triplicata segundo o método AACC nº 10-91.01 (2012).

2.2.3.2 Textura

A textura dos bolos foi medida de acordo com a sua firmeza em um texturômetro (marca Stable Micro Systems, modelo TA XT plus Texture Analyser, Godalming, Surrey, Inglaterra) seguindo-se o método AACC nº 74-09.01 (2012). O aparelho foi programado com os seguintes parâmetros de operação: velocidade pré-teste de 1,0 m/s, velocidade de teste de 1,7 m/s, velocidade pós-teste de 10,0 m/s, força de 5 g, ciclo de contagem de 5 segundos

e medida de força em compressão. Foi utilizado *probe* cilíndrico P/25. A análise realizou-se em triplicata utilizando duas fatias centrais sobrepostas de 10 mm.

2.2.3.3 Cor instrumental

A cor do miolo dos bolos foi avaliada pelo método triestímulo do sistema CIELab. Foi utilizado um colorímetro (Marca Hunter Lab, modelo Ultra Scan Pro D65, Reston, Virginia, USA). A análise foi em triplicata e os parâmetros operacionais durante a análise foram: ângulo 10°, iluminante D65 e modo de calibração RSIN (MINOLTA, 1994).

2.2.3.4 Umidade

Foi determinada a umidade dos bolos formulados em triplicata seguindo o método AACC nº 44-15.02 (2012).

2.2.3.5 Atividade de água

A atividade de água, medida em triplicata, foi determinada no equipamento Acqua Lab, modelo 4TE (Decagon, Pullman, Washington, EUA), triturando-se as fatias de bolo, como proposto por Gutkoski et al. (2011).

2.2.3.6 Fibra alimentar

A análise do teor de fibra alimentar nos bolos formulados seguiu o método AOAC nº 991.43 (AOAC, 1995).

2.2.3.7 Amido resistente

Com a finalidade de observar a permanência do amido resistente, presente na farinha de castanha, no produto processado, realizou-se esta análise nos bolos formulados de acordo com o método AACC nº 32-40.01 (2012).

2.2.4 Análise sensorial

A análise sensorial dos bolos produzidos foi promovida entre sessenta provadores não-treinados, os quais avaliaram, nas quatro formulações apresentadas, os parâmetros de aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, registrando-se as impressões com base em uma escala hedônica estruturada de nove pontos (1 = “desgostei muitíssimo” a 9 = “gostei muitíssimo”). Adicionalmente, avaliou-se também, com o uso de escala de 5 pontos, a intenção de compra dos bolos degustados (1 = “certamente não compraria” a 5 = “certamente compraria”).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Unicamp para aplicação de teste sensorial sob o protocolo nº 11655112.8.0000.5404.

2.2.5 Análise dos resultados

Os resultados das análises foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ($p < 0,05$) para a comparação das médias, utilizando-se o programa Statistica® 8.1 (Statsoft, EUA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação da massa e perda no assamento

Os valores de peso específico da massa dos bolos e de perda de peso no assamento podem ser verificados na Tabela 2. Quanto ao peso específico da massa, ou densidade, que está relacionado à incorporação de bolhas de ar na massa durante o batimento (MAJZOOBI et al., 2014), observa-se, pelos resultados obtidos, que não houve alteração significativa entre os tratamentos. Tal constatação permite inferir que a adição de farinha de castanha ao nível de substituição de 30% não é capaz de afetar a incorporação de ar da massa. Os valores de peso específico obtidos foram de 0,972 g/mL para a amostra controle (**BFC**), 0,985 g/mL para **BFI**, 0,969 g/mL para **BFR** e 0,993 g/mL para **BFS**. Ressalte-se que Borges et al. (2006), ao substituir farinha de trigo por farinha de aveia na produção de bolos, verificaram densidades semelhantes às encontradas neste trabalho: 0,95 g/mL, no que diz respeito ao controle, e 0,97 g/mL, 0,99 g/mL e 1,02 g/mL para as amostras com 15%, 30% e 45% de farinha de aveia, respectivamente. Com relação à perda de peso no assamento, causada principalmente pela evaporação de água, também não se constatou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações, visto que todas registraram valores entre 5 e 6%.

Tabela 2. Resultados das análises de peso específico da massa e perda de peso no assamento.

Amostra	Peso específico (g/mL)*	Perda no assamento (%)**
BFC	$0,972 \pm 0,020^{n.s.***}$	$4,94 \pm 1,52^{n.s.}$
BFI	$0,985 \pm 0,02^{n.s.}$	$5,62 \pm 0,85^{n.s.}$
BFR	$0,969 \pm 0,050^{n.s.}$	$5,00 \pm 1,61^{n.s.}$
BFS	$0,993 \pm 0,017^{n.s.}$	$5,60 \pm 1,07^{n.s.}$

*Média de três amostras. ** Média de cinco amostras. *** N.S. resultados na mesma coluna não apresentam diferença significativa.

BFI - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca. **BFC** - Bolo controle com 100% de farinha de trigo.

3.2 Avaliação das características dos bolos formulados

A Tabela 3 reúne os valores de índice de simetria (IS), índice de volume (IV) e índice de uniformidade (IU) dos bolos formulados com farinha de castanha e controle.

O índice de simetria, por definição, indica a diferença na altura entre o centro e a borda do bolo: um elevado índice de simetria denota um maior crescimento na área central, enquanto que um índice de simetria negativo indica que o bolo sofreu afundamento no final do assamento ou durante o resfriamento (LA HERA et al., 2013). Vale destacar que, para alguns tipos de bolos, a simetria ideal assume valor zero, o que significa crescimento uniforme da massa e manutenção estrutural durante a cocção (BORGES et al., 2006), mas para o bolo inglês, onde é característico ter um pico no meio do bolo, este índice deve

ser maior que zero. No que diz respeito às formulações propostas, nota-se, pela Tabela 3, valores de simetria positivos (entre 3,53 e 6,32 mm), ainda que reduzidos, para todas as amostras. Tal condição assinala que os bolos produzidos possuem uma área central um pouco mais elevada que as laterais. Ressalte-se, por oportuno, que a diferença na simetria não se revela significativa ($p < 0,05$) entre todas as amostras avaliadas, fato que, por sua vez, nos permite concluir que os distintos tratamentos não interferiram na simetria dos bolos.

O índice de volume é calculado por meio da soma de três medidas do bolo, uma no centro e duas em laterais equidistantes, e, de modo geral, é um indicativo do crescimento da massa, ainda que não considere diferenças de altura nas laterais (CLOKE et al., 1984). Mais uma vez, verificou-se que a adição dos diferentes tipos de farinhas de castanha não afetaram o índice de volume dos bolos, haja vista a ausência de diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras.

Por fim, com relação ao índice de uniformidade, que mede a diferença entre os valores das medidas das duas laterais equidistantes do bolo, constata-se que os valores obtidos não diferiram entre si ($p < 0,05$), o que mostra que a adição da farinha de castanha não prejudicou a uniformidade dos bolos. Importa destacar que, para um bolo ideal, o índice de uniformidade deve ser próximo de zero, uma vez que um número positivo ou negativo revela que um lado do bolo é mais alto que o outro (CLOKE et al., 1984). No presente trabalho, observou-se que os índices de uniformidade para as formulações propostas alcançaram valores próximos a zero, o que sugere uma uniformidade de crescimento dos bolos.

Tabela 3. Índices de simetria, volume e uniformidade dos bolos inglês formulados.

Amostra	IS (mm)*	IV (mm)**	IU (mm)***
BFC	6,32 ± 1,51 ^{n.s.***}	136,70 ± 1,25 ^{n.s.}	3,70 ± 2,46 ^{n.s.}
BFI	5,18 ± 1,54 ^{n.s.}	135,23 ± 4,92 ^{n.s.}	1,23 ± 1,32 ^{n.s.}
BFR	6,05 ± 0,78 ^{n.s.}	129,40 ± 4,28 ^{n.s.}	0,43 ± 1,93 ^{n.s.}
BFS	3,53 ± 5,20 ^{n.s.}	139,13 ± 5,05 ^{n.s.}	1,73 ± 2,80 ^{n.s.}

*IS – Índice de simetria; ** IV - Índice de volume; ***IU - Índice de uniformidade. Média de três amostras. ****N.S. resultados na mesma coluna não apresentam diferença significativa.

BFI - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca. **BFC** - Bolo controle com 100% de farinha de trigo.

A Figura 1 retrata as características visuais (vista lateral e superior) dos bolos formulados. Por meio deste referencial, pode-se analisar também as semelhanças de tamanho e formato, bem como as diferenças de cor dos bolos.



Figura 1. Vistas superior e lateral das amostras de bolo **BFC**, **BFI**, **BFR** e **BFS**. **BFC** - Bolo controle com 100% de farinha de trigo. **BFI** - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca.

A respeito da análise de cor, anotada na Tabela 4, consigna-se que a amostra controle (**BFC**) apresentou diferença significativa, nos três parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*), quando comparada às amostras derivadas de farinha de castanha. Isso mostra que a coloração da farinha de castanha influenciou na cor do produto final, mesmo a nível de 30% de substituição. Destaca-se, nesse caso, que a amostra controle assinalou um parâmetro L^* de 79, contra 60,53, 63,67 e 69,16 das amostras **BFI**, **BFR** e **BFS**, respectivamente, ressaltando a sua tonalidade mais clara, em contraste com as amostras **BFI** e **BFR**, as mais escuras. Nesse ínterim, Schmiele et al. (2011) constaram, em seu estudo, que a adição de farinha integral de aveia, flocos de aveia e isolado proteico de soja na formulação de bolos provocou um decréscimo, de 77,23 para 68,94, no valor do parâmetro L^* dos bolos produzidos. Segundo os autores, a diminuição da luminosidade é resultado da incorporação de produtos integrais, pois devido às suas especificidades, proporcionam tonalidade mais escura nos produtos em que estão presentes.

Em relação ao parâmetro a^* , verificou-se uma maior tendência ao vermelho nas amostras com adição de farinha de castanha, sobretudo nas amostras **BFI** e **BFR**, cujos valores para esse parâmetro se sobressaíram em relação às demais amostras. Já sobre o parâmetro b^* , que indica uma tendência ao amarelo, observou-se que a amostra **BFS** anotou o maior valor nesse quesito (21,83), superior, inclusive, ao registrado pelo controle (21,07); noutro extremo, registre-se que a amostra **BFI**, cuja farinha é a mais escura, obteve o menor valor nesse parâmetro (14,56), indicando menor tendência ao amarelo, ou o encobrimento deste tom pela menor luminosidade.

Tabela 4. Resultados dos parâmetros “L”, “a” e “b” para análise de cor pelo sistema Hunter Lab dos bolos formulados.

Amostra	Parâmetro		
	L*	a*	b*
BFC	79,00 ± 1,31 ^A	2,48 ± 0,39 ^C	21,07 ± 0,42 ^B
BFI	60,52 ± 1,11 ^C	6,88 ± 0,19 ^A	14,56 ± 0,29 ^D
BFR	63,67 ± 1,35 ^C	6,36 ± 0,48 ^A	17,65 ± 0,05 ^C
BFS	69,16 ± 1,30 ^B	5,28 ± 0,35 ^B	21,83 ± 0,12 ^A

* Resultados apresentados como média ± desvio padrão; letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

BFC - Bolo controle com 100% de farinha de trigo. **BFI** - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca.

3.3 Análise de fibra alimentar e amido resistente

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos para as análises de fibra alimentar e amido resistente nas amostras formuladas com farinha de castanha, bem como na amostra controle. Como era esperado, houve aumento no teor de fibra alimentar nas amostras produzidas com farinha de castanha, considerando o seu maior teor de fibra quando comparado à farinha de trigo. Ressalte-se, dentre os bolos produzidos com farinha de castanha, a amostra derivada da castanha com película (**BFI**), que possui teor acentuado de fibra; todavia, cumpre frisar que mesmo as amostras **BFR** e **BFS** assinalaram valores significativamente maiores que o controle.

Conforme a Legislação Brasileira, para ser considerado “fonte de fibras”, o alimento sólido deve ter no mínimo 3 g por 100 g de fibra alimentar ou 2,5 g de fibra alimentar por porção (BRASIL, 2012); logo, nenhuma das amostras

podem ser consideradas “fontes de fibra”, pois, nenhuma atinge o valor de 2,5 g por porção, que no caso de bolos é de 60 g. Contudo, atente-se que as amostras, apesar de não atenderem à legislação para esse quesito, apresentaram, com relação ao controle, um incremento de mais de 50% no valor desse componente da dieta. Outrossim, vale destacar que, do ponto de vista econômico, ao se utilizar matérias-primas com maior teor de fibras, especialmente quando comparadas à farinha de trigo, na composição de produtos de panificação, logra-se uma melhoria na qualidade nutricional dos produtos, o que lhes confere forte apelo comercial.

Em termos comparativos, importa destacar o trabalho de Souza et al. (2013), que substituíram a farinha de trigo por farinha de arroz e farinha de casca de mandioca, esta última com teor de 38,7% de fibra alimentar total, na elaboração de bolo sem glúten e verificaram um incremento significativo no teor de fibra alimentar nos produtos formulados, além de resultar numa diminuição no teor de carboidratos digeríveis e conteúdo energético. Também, Miranda et al. (2013), ao substituírem parte da farinha de trigo por farinha de casca de maracujá na formulação de bolos, observaram um aumento no teor de fibra alimentar, bem como uma redução nos teores de carboidratos, concluindo que o enriquecimento com fibras pode melhorar a qualidade nutricional de dietas, inclusive, reduzindo a quantidade de calorias pelo uso de farinhas de menor densidade energética que, mais uma vez, revelam grande potencial para servirem como ingredientes alimentícios.

No tocante à análise de amido resistente, observou-se que as amostras produzidas com farinha de castanha registraram um teor de amido resistente superior ao constatado no controle; novamente, à semelhança da análise de fibra alimentar, constatou-se também que o maior teor desse nutriente se fez presente na amostra **BFI**, seguida pelas amostras **BFR** e **BFS**, cujos teores de amido resistente foram significativamente maiores que o do controle. Contudo,

cumpre frisar que os valores obtidos para amido resistente foram menores do que os obtidos para fibra alimentar.

Majzoob et al. (2014), ao adicionarem amido resistente de milho do tipo RS1 como fonte de fibra em bolos formulados, concluíram que o nutriente pode ser usado como fibra dietética no enriquecimento de bolos, com efeitos fisiológicos positivos para a saúde humana, considerando o baixo impacto, em comparação com outras fontes de fibra, do amido resistente nas características finais dos bolos. Saliente-se, entretanto, que o referido trabalho, que se baseou em níveis de adição de 10%, 20% e 30% de amido resistente aos bolos, não avaliou os teores que restaram após o assamento.

Por fim, vale ressaltar que, segundo Fontinha & Correia (2010), o amido resistente presente nas castanhas (*Castanea sativa*) é do tipo RS2, cuja resistência é minimizada quando submetida a processos de cozimento. Nesse sentido, apesar de se constatar que o bolo processado possui um teor de amido resistente inferior à farinha de castanha *in natura*, destaca-se que o incremento desse nutriente nos bolos com castanha foi 100% superior ao observado no bolo controle, o que comprova os benefícios do uso dessa farinha na elaboração de produtos de panificação.

Tabela 5. Resultados das análises de fibra alimentar e amido resistente nas amostras de bolo inglês.

Amostra	Fibra alimentar (%)	Amido resistente (%)
BFC	1,91 ± 0,07 ^C	0,21 ± 0,09 ^C
BFI	3,78 ± 0,02 ^A	1,38 ± 0,07 ^A
BFR	3,01 ± 0,04 ^B	0,90 ± 0,05 ^B
BFS	2,90 ± 0,07 ^B	0,77 ± 0,10 ^B

* Resultados apresentados como média ± desvio padrão; letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

BFC - Bolo controle com 100% de farinha de trigo. **BFI** - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca.

3.4 Avaliação dos bolos durante a estocagem

Os bolos formulados foram avaliados durante o período de estocagem com relação à atividade de água (a_w), umidade e textura (firmeza) nos dias 1, 5, 10 e 15 após a elaboração. Os resultados dessas análises estão expostos nas Tabelas 6, 7 e 8.

Com relação à análise de atividade de água (a_w), verifica-se, pela Tabela 6, pouca variação entre os tratamentos; ademais, mesmo a pequena diminuição observada na atividade de água ao longo do tempo não ocasiona problemas sensoriais no produto. Deve-se atentar que, como foram usadas as mesmas quantidades de água nas formulações, inexistiu diferença significativa na atividade de água das amostras no dia 1, o que comprova que o tipo de farinha empregada não influenciou no parâmetro “atividade de água” ao longo da estocagem também.

Tabela 6. Efeito da estocagem na atividade de água (aw) das amostras de bolo inglês.

Amostra	Atividade de água (aw)*			
	Dia 1	Dia 5	Dia 10	Dia 15
BFC	0,865 ± 0,005 ^{n.s.,a**}	0,857 ± 0,001 ^{B,b}	0,856 ± 0,001 ^{A,b}	0,862 ± 0,000 ^{A,ab}
BFI	0,863 ± 0,004 ^{n.s.,a}	0,859 ± 0,000 ^{A,a}	0,853 ± 0,001 ^{B,b}	0,857 ± 0,001 ^{B,ab}
BFR	0,862 ± 0,002 ^{n.s.,a}	0,856 ± 0,001 ^{B,bc}	0,858 ± 0,001 ^{A,b}	0,853 ± 0,001 ^{C,c}
BFS	0,859 ± 0,005 ^{n.s.,a}	0,851 ± 0,001 ^{C,b}	0,856 ± 0,000 ^{A,ab}	0,858 ± 0,000 ^{B,a}

*Média de três amostras. Letras maiúsculas iguais na mesma coluna significam resultados sem diferença significativa ($P < 0,05$). Letras minúsculas iguais na mesma linha significam resultados sem diferença significativa ($P < 0,05$). ** N.S. resultados na mesma coluna não apresentam diferença significativa. **BFC** - Bolo controle com 100% de farinha de trigo. **BFI** - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca.

Sobre a análise de umidade, nota-se, igualmente, que os diferentes tratamentos não influenciaram substancialmente no teor de umidade das amostras. A umidade dos bolos no dia 1 foi ao redor de 24% e sofreu pouca alteração ao longo do período de estocagem, ressaltando a passagem do dia 1 para o dia 5, que registrou uma variação superior em comparação aos demais tempos. Vale enfatizar que a estocagem foi realizada em embalagem plástica de polietileno de baixa densidade, que possui baixa permeabilidade ao vapor de água, o que pode ter favorecido a retenção da umidade do produto.

No que diz respeito aos diferentes tratamentos, importa ressaltar que a absorção de água nos produtos é tanto maior quanto maior a quantidade de fibras neles presentes, em especial aquelas insolúveis, que possuem maior poder de retenção de água (SOUZA et al., 2013). Logo, mesmo tendo-se utilizado a mesma quantidade de água para formular os bolos dos diferentes tratamentos, percebe-se que no dia 1, as amostras **BFI** e **BFR** apresentaram maior umidade em comparação à amostra controle **BFC**, fato que pode ser explicado pelo fato de a farinha de castanha possuir maior teor de fibra que a farinha de trigo.

Tabela 7. Efeito da estocagem na umidade das amostras de bolo inglês.

Amostra	Umidade (%)*			
	Dia 1	Dia 5	Dia 10	Dia 15
BFC	23,74 ± 0,07 ^{C,a}	22,89 ± 0,04 ^{B,b}	22,79 ± 0,05 ^{B,b}	23,40 ± 0,05 ^{B,c}
BFI	24,32 ± 0,17 ^{A,a}	23,47 ± 0,07 ^{A,b}	22,92 ± 0,09 ^{B,c}	23,37 ± 0,08 ^{B,b}
BFR	24,11 ± 0,04 ^{AB,a}	23,43 ± 0,06 ^{A,b}	23,34 ± 0,11 ^{A,b}	23,01 ± 0,05 ^{C,c}
BFS	23,93 ± 0,05 ^{BC,a}	23,00 ± 0,09 ^{B,d}	23,27 ± 0,11 ^{A,c}	23,56 ± 0,04 ^{A,b}

*Média de três amostras. Letras maiúsculas iguais na mesma coluna significam resultados sem diferença significativa (P<0,05). Letras minúsculas iguais na mesma linha significam resultados sem diferença significativa (P<0,05). **BFC** - Bolo controle com 100% de farinha de trigo. **BFI** - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca.

Com relação ao efeito da estocagem sobre o atributo textura, verificou-se, inicialmente, através dos resultados apontados pela Tabela 8, uma tendência ao aumento da firmeza dos bolos, principalmente entre os dias 5 e 10 de armazenamento; destaque-se, nesse sentido, que o controle **BFC** se mostrou, no dia 1, significativamente mais firme que as amostras formuladas com farinha de castanha, exceção feita à amostra **BFI**. Outrossim, observa-se que a firmeza das amostras formuladas com farinha de castanha, em oposição ao ocorrido com o controle, decresceu significativamente no último dia de avaliação, apresentando textura esfarelada. Baixauli et al. (2008), ao avaliarem os efeitos da adição de amido resistente em bolos, notaram que quanto maior a adição, mais macio o bolo permanece ao longo da estocagem; porém, naquele caso, não observaram redução da firmeza ao final da análise, feita ao dia 16. Uma explicação para o ocorrido no último dia de análise pode estar relacionada a uma estrutura mais frágil provocada pela fraca rede de glúten proveniente da adição da farinha de castanha que, ao se combinar com a pequena redução na umidade, acarretou na textura esfarelada e consequente diminuição da firmeza do produto. Este fato contribui para uma menor vida de prateleira do bolo,

devendo então atentar-se para a embalagem utilizada, que deve evitar que se tenha uma perda significativa de umidade, para assim manter a firmeza adequada ao produto.

Sobre esse ponto, corroboram com o presente trabalho o estudo de Schmiele et al. (2011), que adicionaram mistura de farinha integral de aveia e farelo de aveia em bolos e verificaram, de maneira análoga, uma diminuição da firmeza nas amostras; segundo os autores, esta redução é em virtude da adição de fibras na formulação, as quais proporcionam uma estrutura mais leve ao produto. Majzoobi et al. (2014) também verificaram efeito similar sobre a firmeza de bolos adicionados de amido resistente: quanto maior a adição de amido resistente, menor a firmeza. Nesse caso, os autores atribuíram o efeito à diluição do glúten e a uma falta de formação de gel pelo amido resistente durante o processo de cozimento. Tais constatações avalizam os resultados obtidos de textura e permitem-nos concluir que o efeito observado resulta diretamente da adição da farinha de castanha, já que ela incrementa os teores de fibra e amido resistente no produto, além de acarretar em uma diluição do glúten, o que proporciona estrutura de massa mais leve, refletindo na menor firmeza dos bolos.

Tabela 8. Efeito da estocagem na textura (Firmeza – g) das amostras de bolo inglês.

Amostra	Textura (g)*			
	Dia 1	Dia 5	Dia 10	Dia 15
BFC	10970 ± 371 ^{A,b}	10059 ± 1344 ^{n.s.,b**}	16750 ± 290 ^{A,a}	17348 ± 514 ^{A,a}
BFI	9099 ± 791 ^{AB,b}	9959 ± 919 ^{n.s.,ab}	12324 ± 708 ^{B,a}	8862 ± 68 ^{B,b}
BFR	7938 ± 425 ^{B,b}	7711 ± 695 ^{n.s.,b}	11192 ± 6 ^{B,a}	6418 ± 724 ^{C,b}
BFS	8278 ± 589 ^{B,b}	9191 ± 169 ^{n.s.,b}	11602 ± 452 ^{B,a}	4481 ± 153 ^{D,c}

*Média de três amostras. Letras maiúsculas iguais na mesma coluna significam resultados sem diferença significativa ($p < 0,05$). Letras minúsculas iguais na mesma linha significam resultados sem diferença significativa ($p < 0,05$). **N.S. resultados na mesma coluna não apresentam diferença significativa. **BFC** - Bolo controle com 100% de farinha de trigo. **BFI** - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca.

3.5 Análise sensorial

Na Tabela 9, estão demonstrados os resultados da análise sensorial de aceitação e intenção de compra para os bolos controle (**BFC**) e para aqueles com adição de farinha de castanha **BFI**, **BFR** e **BFS**.

Em relação ao atributo “aceitação”, analisaram-se os seguintes parâmetros: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Nota-se, pelos resultados obtidos, que a amostra controle obteve as maiores notas em todos os atributos, porém, essa diferença nem sempre se mostrou estatisticamente significativa. Prova dessa condição pode ser vista nos valores obtidos pela amostra **BFS** no atributo “aparência”, visto que a farinha proveniente desse tratamento é mais clara em comparação com as demais e se assemelha mais à farinha de trigo. Noutro giro, a amostra **BFI**, cuja farinha é mais escura, obteve a menor nota de aparência, mostrando que o acréscimo de um ingrediente mais escuro impactou negativamente na reação dos provadores.

Outrossim, registrem-se algumas considerações acerca das notas obtidas para os demais atributos: em relação ao “aroma”, novamente a amostra **BFI** obteve a menor nota (6,5) e a **BFC** a maior (7,6); com relação ao “sabor”, somente a amostra **BFI** foi estatisticamente diferente do controle, com nota 6,5; na “textura”, outra vez atribuiu-se a menor nota para a amostra **BFI** (6,3), que foi estatisticamente diferente do controle, porém igual os demais tratamentos; finalmente, no tocante à impressão global, verificou-se a mesma tendência, posto que a amostra **BFI** de novo obteve a menor nota e foi estatisticamente diferente do controle.

Esses resultados ressaltam que, ao se adicionar farinha de castanha com película, cuja coloração é mais escura e remete a produtos integrais, o consumidor de bolos, não habituado a esse tipo de produto, percebe a diferença sensorialmente e isso acarreta em menores notas de aceitação dos atributos. Borges et al. (2006) observaram resultado similar ao adicionar farinha integral de aveia em formulações de bolo, sendo que os atributos de sabor, textura e impressão global do bolos adicionados de 15% e 45% de farinha integral de aveia tiveram notas menores que o controle (0% de aveia), que, segundo os autores, foi em razão dos provadores estarem mais familiarizados com o emprego de farinha de trigo refinada no preparo de bolos.

Tabela 9. Resultado da análise sensorial de aceitabilidade e intenção de compra dos bolos formulados.

Amostra	Aparência ^{*,**}	Aroma ^{*,**}	Sabor ^{*,**}	Textura ^{*,**}	Impressão global ^{*,**}	Intenção de compra ^{***}
BFC	7,8 ± 1,4 ^A	7,6 ± 1,3 ^A	7,2 ± 1,3 ^A	7,1 ± 1,9 ^A	7,3 ± 1,3 ^A	3,93 ± 1,06 ^A
BFI	6,1 ± 1,8 ^C	6,5 ± 1,7 ^C	6,5 ± 1,7 ^B	6,3 ± 1,7 ^B	6,3 ± 1,5 ^B	3,12 ± 1,33 ^B
BFR	6,6 ± 1,5 ^{BC}	6,9 ± 1,4 ^{AB}	6,9 ± 1,5 ^{AB}	6,6 ± 1,9 ^{AB}	6,7 ± 1,4 ^{AB}	3,47 ± 1,06 ^{AB}
BFS	7,2 ± 1,4 ^{AB}	6,8 ± 1,4 ^{BC}	6,8 ± 1,5 ^{AB}	6,9 ± 1,7 ^{AB}	6,7 ± 1,5 ^{AB}	3,73 ± 0,86 ^A

*Resultados expressos como médias das notas de 66 julgadores. Médias com letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, pelo teste de Tukey.

**Notas: 1=desgostei extremamente; 2=desgostei muito; 3=desgostei moderadamente; 4=desgostei ligeiramente; 5=nem gostei, nem desgostei; 6=gostei ligeiramente; 7=gostei moderadamente; 8=gostei muito e 9=gostei extremamente.

*** Notas: 5: certamente compraria; 4: provavelmente compraria; 3: talvez comprasse, talvez não comprasse; 2: provavelmente não compraria; 1: certamente não compraria.

BFI - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca. **BFC** - Bolo controle com 100% de farinha de trigo.

Em que pese essa preferência, todos os bolos avaliados obtiveram notas entre 6 (gostei ligeiramente) e 8 (gostei muito), o que sugere uma boa aceitação dos produtos, inclusive o proveniente de farinha de castanha com película. Esse fato também pode ser atestado pelo desempenho do quesito “intenção de compra” dos bolos, haja vista que todas as amostras receberam nota acima de 3 (intenção de compra positiva), anotando-se que somente a amostra **BFI** diferiu estatisticamente do controle. Ademais, observando-se a Figura 2, nota-se que a maior frequência de respostas para as amostras de bolos com farinha de castanha (tanto **BFI**, quanto **BFR** e **BFS**) encontra-se na nota 4 (provavelmente compraria).

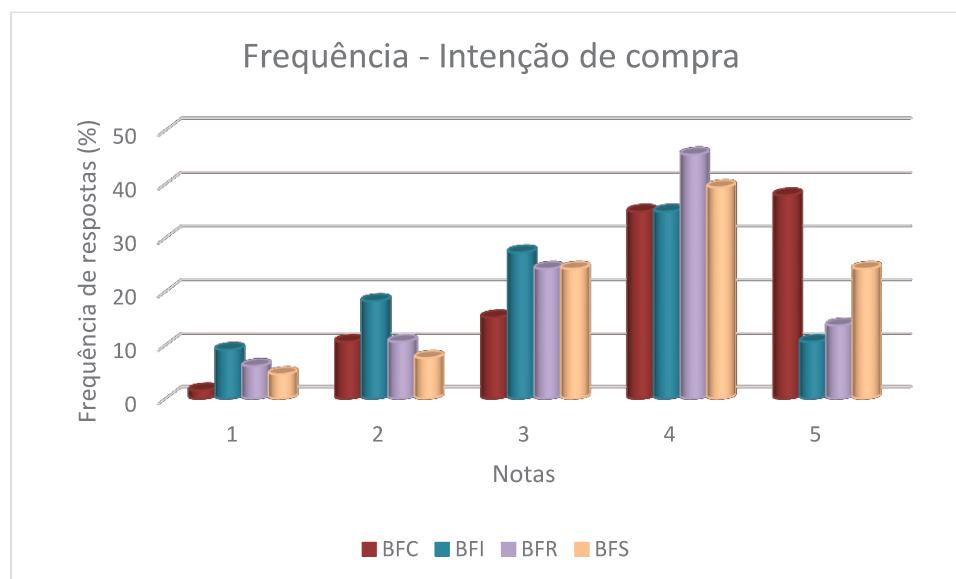


Figura 2. Resultados para a intenção de compra com aplicação da escala de atitude.

Notas: 5: certamente compraria; 4: provavelmente compraria; 3: talvez comprasse, talvez não comprasse; 2: provavelmente não compraria; 1: certamente não compraria.

BFI - Bolo inglês com farinha integral. **BFR** - Bolo inglês com farinha refinada. **BFS** - Bolo inglês com farinha seca. **BFC** - Bolo controle com 100% de farinha de trigo.

4. CONCLUSÕES

A adição de farinha de castanha à massa para produção de bolos não afetou o peso específico nem a incorporação de ar da mistura, e tampouco influenciou, de forma relevante, a uniformidade e a simetria dos bolos produzidos. Já o parâmetro “cor” foi significativamente afetado por essa adição, que tornou as amostras formuladas com farinha de castanha mais escuras que o controle.

Frise-se que, por outro lado, a adição da farinha de castanha promoveu um aumento de mais de 50% no teor de fibra alimentar e amido resistente nos bolos formulados, conferindo-lhes melhor qualidade nutricional mesmo que, pela legislação vigente, não possa ser declarada a condição de alimento “fonte de fibras”.

Durante a estocagem, o atributo textura foi o mais afetado, sofrendo um aumento significativo entre os dias 5 e 10 de armazenamento. Ainda assim, os bolos formulados com farinha de castanha mostraram menor firmeza que o controle, indicando estrutura mais leve ou mais esfarelada.

Por fim, em relação ao teste sensorial de aceitação e intenção de compra, destaca-se que a amostra **BFI** recebeu as menores notas, provavelmente devido à coloração mais escura, típica de produtos integrais. Apesar dessa impressão, registre-se que o bolo produzido com farinha de castanha integral assinalou uma preferência acima de 6 (gostei ligeiramente), bem como uma intenção de compra, em média, de nível 4 (provavelmente compraria), o que demonstra a viabilidade, do ponto de vista econômico, do uso do excedente da castanha no processamento de bolos, especialmente quando se traz à tona o seu apelo nutricional, evidenciado pelo movimento por uma vida mais saudável no pós século XX.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC – American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of Analysis**. 11a ed. Disponível em: <http://methods.aaccnet.org/toc.aspx>. Acesso em: out/2012.

ANDERSON, J. W. et al. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, [s.l.], v. 67, n. 4, p. 188-205, 2009.g

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16^a ed., Arlington, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS - ABIMA. Palavra do presidente. **e@bima – Edição 34**. Disponível em: <<http://www.abima.com.br>>. Acesso em: 07/07/2014

BAIXAULI, R. et al. Textural and colour changes during storage and sensory shelf life of muffins containing resistant starch. **European Food Research and Technology**, v. 226, n. 3, p. 523-530, 2008.

BENNION, E. B.; BAMFORD, G. S. T. **The technology of cake making**. Springer, 1997.

BORGES, J. T. S., et al. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 1, 2006.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS n. 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2012.

CLOKE, J. D. et al. Volume measurements calculated by several methods using cross-sectional tracings of cake. **Cereal Chemistry**, v. 61, n. 4, p. 375-377, 1984.

ENGLYST, H. N.; MACFARLANE, G. T. Breakdown of resistant and readily digestible starch by human gut bacteria. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s.l.], v. 37, n. 7, p. 699-706, 1986.

FONTINHA, C.; CORREIA, P. Amido resistente em diversas fontes não convencionais de amido. **Revista Milenium**, n. 38, 2010.

GUTKOSKI, L. C. et al. Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 275 – 282, 2011.

HOSENEY, R. C. et al. **Soft wheat products**. In: POMERANZ, Y. Wheat: Chemistry and Technology. 3. ed. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, p. 407-456, 1988.

KOCER, D. et al. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar and fat-replacer. **Journal Food Engineering**, v. 78, p. 953-964, 2007.

LA HERA, E. et al. Batter characteristics and quality of cakes made with wheat-oats flour blends. **Journal of Food Quality**, v. 36, n. 2, p. 146-153, 2013.

MAJZOBI, M. et al. Effects of corn resistant starch on the physicochemical properties of cake. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 16, n. 3, p. 569-576, 2014.

MINOLTA, K. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Osaka, Japão, 1994.

MIRANDA, A. A. et al. Development and analysis of cakes enriched with passion fruit peel (*Passiflora edulis*) flour as a fiber source. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 24, n. 2, p. 225-232, 2013.

SCHMIELE, M. et al. Influência da adição de farinha integral de aveia, flocos de aveia e isolado proteico de soja na qualidade tecnológica de bolo inglês. **Boletim**

do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 71-82, 2011.

SOUZA, T. A. C. et al. Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 717-128, 2013.

**CAPÍTULO 4. APLICAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA
(*CASTANEA* SPP.) OBTIDA POR DIFERENTES PROCESSOS EM
*COOKIES***

CAPÍTULO 4. APLICAÇÃO DA FARINHA DE CASTANHA (*CASTANEA SPP.*) OBTIDA POR DIFERENTES PROCESSOS EM COOKIES

RESUMO

Biscoitos são produtos amplamente consumidos no Brasil, em especial os tipo *cookie*, que, apesar de possuírem, em sua formulação, um elevado teor de açúcar e gordura, permitem a adição de farinhas alternativas ao trigo, a exemplo da farinha de castanha (*Castanea spp.*), promovendo uma melhoria nutricional no produto em decorrência de seu elevado teor de fibra alimentar. Desta forma, o presente trabalho objetivou elaborar *cookies* com aplicação de farinha de castanha, obtida por três diferentes processos, em substituição a parte da farinha de trigo da formulação, bem como avaliar a qualidade dos produtos elaborados. Para tanto, foi utilizado um *blend* com 70% de farinha de trigo e 30% de farinha de castanha, resultando nas formulações de *cookies* **CFI**, **CFR** e **CFS**, derivadas, respectivamente, de porções de **FI** (farinha de castanha integral, com película), **FR** (farinha de castanha refinada, sem película) e **FS** (farinha de castanha seca inteira com casca e depois moída, sem película); adicionalmente, elaborou-se também uma formulação controle com 100% de farinha de trigo (**CFC**) para fins comparativos. Em termos de análise, avaliou-se nos produtos elaborados o diâmetro, a espessura, a espalhabilidade, as perdas por assamento, a cor, os teores de fibra alimentar e de amido resistente; já durante a estocagem, os *cookies* foram avaliados quanto à textura, umidade e atividade de água (*aw*) nos dias 1, 15, 30, 45 e 60 após a elaboração; por fim, realizou-se ainda análise sensorial de aceitação e intenção de compra. A seu favor, destaque-se que os *cookies* elaborados com farinha de castanha obtiveram maiores teores de fibra alimentar e de amido resistente que o controle, além de maior espalhabilidade. Pela análise de cor, verificou-se que o controle apresentou um maior valor do parâmetro L^* , o que demonstra ser ele mais claro que os demais

tratamentos. Entrementes, durante a estocagem, observou-se um aumento na atividade de água, principalmente entre os dias 1 e 15, também cumulada com um ligeiro aumento da umidade ao longo da estocagem, ao passo que, no tocante à textura, medida como resistência à fratura, pouca variação se notou durante a estocagem. Cumpre frisar que as amostras obtiveram boa aceitação sensorial, com notas entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente), ressaltando-se a aparência dos biscoitos, cuja avaliação anotou notas médias entre 5 (nem gostei, nem desgostei) e 7 (gostei moderadamente). Registre-se que, em geral, tais notas de aceitação superaram, inclusive, as apresentadas pelo biscoito controle, o que comprova o grande potencial de aplicação da farinha de castanha nos biscoitos tipo *cookie*.

Palavras chave: Farinha de castanha, *cookies*, fibra alimentar, amido resistente.

ABSTRACT

Biscuits are widely consumed products in Brazil and, in this scenario, cookies stand out, possessing formulations with high sugar and fat contents, but allowing the addition of alternative flours to wheat flour, which promote nutritional improvements to the product, such as chestnut flour (*Castanea* spp.), with high dietary fiber content. Therefore, this study aimed to prepare cookies with the application of chestnut flour obtained by three different processes to replace part of the wheat flour in the formulation and evaluate the quality of the manufactured products. Thus, a blend with 70% wheat flour and 30% chestnut flour was used, and the chestnut flours were named **FI** (whole chestnut flour, with skin), **FR** (refined chestnut flour, without skin) and **FS** (whole chestnut dried in the shell and then milled without skin) resulting in three cookie formulations, namely **CFI**, **CFR** and **CFS**. A control formulation with 100% wheat flour was conducted for comparisons (**CFC**). Cookies produced were analyzed in the diameter, thickness, spreadability, loss on baking, color, dietary fiber and resistant starch contents; and, during storage, texture, moisture and water activity (*aw*) on days 1, 15, 30, 45 and 60 after preparation were also evaluated. Sensory analysis of acceptance and purchase intent was held. Cookies made with chestnut flour showed higher spreadability and higher dietary fiber and resistant starch contents than the control. From the color analysis, it was found that the control had a higher value for parameter L^* , indicating that it was lighter than the treatments. During storage, there was an increase in water activity from day 1 to day 15 and a slight increase in moisture over the storage days. With respect to texture, measured as resistance to fracture, there was little variation during storage. The samples showed good sensory acceptance, with scores between 6 (liked slightly) and 7 (liked moderately), except for the appearance attribute whose scores were between 5 (neither liked, nor disliked) and 7 (liked moderately). Nevertheless, cookies with chestnut flour obtained higher acceptance scores than the control (except for

appearance), which shows a great potential for application of chestnut flour in products such as cookies.

Keywords: Cookies, chestnut flour, dietary fiber, resistant starch.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, biscoitos são produtos obtidos pela mistura de farinhas, amidos e/ou féculas com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não (BRASIL, 2005). A seu turno, biscoitos tipo *cookie* podem ser definidos como produtos assados à base de cereais que possuem altos níveis de açúcar e de gordura e baixos níveis de água (1-5%) (FASOLIN et al., 2007).

Em termos de mercado, o Brasil ocupava, em 2013, a 2ª posição no ranking mundial de produtores de biscoitos, com o registro de 1.271 milhões de toneladas produzidas, o que representou um incremento 2% em relação ao ano anterior, quando se produziram 1.250 milhões de toneladas (ANIB, 2014). Devido ao grande consumo, principalmente pelo público infantil, uma preocupação recorrente da sociedade diz respeito ao enriquecimento das formulações de biscoitos, haja visto o seu elevado teor de gordura. Essa situação vem induzindo o desenvolvimento de algumas alternativas, que tentam reverter esse quadro, como, por exemplo, com o aproveitamento de fontes alternativas de fibras alimentares provenientes do uso integral de matérias-primas. Tais iniciativas se mostram ainda mais louváveis quando se analisa a experiência brasileira, marcada por um consumo deficiente de fibras, vitaminas e minerais, em razão da baixa ingestão de frutas e vegetais (GONDIM et al., 2005).

Neste cenário, os *cookies* tornam-se ainda mais interessantes, uma vez que sua formulação permite a incorporação de ingredientes distintos sem perda de qualidade do produto final. Deste modo, diversos estudos vêm sendo conduzidos com o intuito de aplicar ingredientes alternativos na formulação de *cookies*. Ferreira et al. (2012) adicionaram casca de jabuticaba, rica em fibras, em *cookies*, e obtiveram aceitação de 79% ao nível de substituição de 5%. Já Ribeiro & Finzer (2011) também constataram boa aceitação perante os provadores ao utilizarem

farinhas de sabugo de milho e de casca de banana para enriquecimento de *cookies*, assim como Singh et al. (2011), que formularam *cookies* com farinha de castanha de água (*Trapa natans*).

Com relação aos ingredientes, destaque-se que alguns dos componentes da formulação são de suma importância para a qualidade dos biscoitos, entre eles o açúcar, que contribui para a textura, o sabor, a doçura e a cor do biscoito; a farinha de trigo, que constitui o principal ingrediente das formulações de biscoitos, pois fornece a matriz em torno da qual os demais ingredientes serão misturados a fim de formar a massa; e a gordura, que, por ser a responsável pela maciez, se manifesta em níveis relativamente altos nos produtos, sendo que algumas formulações apresentam conteúdo entre 30 e 60% de lipídios (DE MORAES et al., 2010).

Diante do exposto, a farinha de castanha (*Castanea spp.*) desponta como uma alternativa interessante na formulação de *cookies*, uma vez que possui elevados teores de fibras alimentares e de amido resistente, que, por sua vez, podem enriquecer nutricionalmente o produto formulado. Conforme assinalam estudos recentes, a ingestão de uma dose suficiente de fibras alimentares é frequentemente associada ao menor risco de desenvolvimento de doenças, tais como hipertensão, diabetes, obesidade, doenças coronarianas e gastrointestinais (ANDERSON et al., 2009). Estes benefícios também são suportados pelo amido resistente, que, por não ser digerido pelas enzimas do trato gastrointestinal humano, mas ser fermentado no intestino grosso pela microflora presente, apresenta comportamento similar ao da fibra alimentar (ENGLYST & MACFARLANE, 1986).

Portanto, à vista desse exame, torna-se importante o desenvolvimento de um estudo mais aprofundado a respeito da influência da adição da farinha de castanha (*Castanea spp.*) nas características físico-químicas e sensoriais de *cookies*, com especial atenção para as possíveis alterações na qualidade do produto final, a permanência de altos teores de fibra alimentar e de amido resistente, bem como a sua aceitação sensorial, objetivos do presente trabalho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

As farinhas de castanha utilizadas neste trabalho foram processadas a partir das castanhas obtidas no Sítio do Morro Sagrado em Pirassununga – SP, sendo classificadas de acordo com o respectivo método de obtenção: **FI** (farinha integral de castanha, com película), **FR** (farinha refinada de castanha, sem película) e **FS** (farinha de castanha seca inteira com a casca e depois moída, sem película).

A farinha de trigo (marca Mirella Lote 16A, Moinho Ocrim, Nova Odessa, São Paulo, Brasil) utilizada neste trabalho foi comprada em comércio da cidade de Campinas - SP, assim como a gordura vegetal, o açúcar, os ovos, as gotas de chocolate, o fermento químico e a essência de baunilha utilizados na formulação.

Os *cookies* foram elaborados a partir de um *blend* com farinha de castanha, com 30% de substituição da farinha de trigo (exceto o controle, constituído somente de farinha de trigo), o que gerou a produção de quatro amostras: *cookie* com farinha integral (**CFI**), *cookie* com farinha refinada (**CFR**) e *cookie* com farinha seca inteira (**CFS**), além do *cookie* controle, somente com farinha de trigo (**CFC**).

2.2 Métodos

2.2.1 Produção de *cookies*

A Tabela 1 relaciona a formulação-base de *cookies*, de acordo com a proposta por Singh *et al.* (2011), ressaltando-se algumas modificações concernentes à adição de ovos e gotas de chocolate utilizadas neste trabalho.

Tabela 1. Formulação-base de *cookies*.

Ingredientes	% em relação às farinhas	
	CFC	CFI, CFR e CFS
Farinha de trigo refinada	100	70
Farinha de castanha	0	30
Gordura vegetal	54	54
Açúcar	49	49
Gotas de chocolate	69	69
Fermento químico	2	2
Ovos	10	10
Água	11	11
Essência de baunilha	3	3

CFI - *Cookies* com farinha integral. **CFR** - *Cookies* com farinha refinada. **CFS** - *Cookies* com farinha seca inteira. **CFC** - *Cookies* com 100% de farinha de trigo.

A princípio, misturou-se, em batedeira planetária (marca Kitchen Aid, modelo 5KSM150, EUA), durante 30 segundos, à velocidade 2², o açúcar, a

² A batedeira planetária marca Kitchen Aid, modelo 5KSM150, trabalha com escala de velocidade variando de Stir a 10, onde Stir equivale à velocidade mínima e 10 equivale à velocidade máxima.

gordura vegetal, os ovos e a essência de baunilha. Em seguida, alterou-se a velocidade para 4, misturando-se a massa por mais 30 segundos. Transcorrido esse prazo, a velocidade foi alterada para Stir, momento em que se somaram, gradualmente, as farinhas e o fermento químico, os quais foram misturados por 2 minutos. Posteriormente, a velocidade da batedeira foi novamente alterada, desta vez para 2, a fim de misturar a massa por mais 30 segundos. Após, acrescentaram-se as gotas de chocolate à mistura, submetida, por fim, à velocidade Stir da batedeira por mais 15 segundos.

Os *cookies* foram pesados em 30g e então foram moldados em formato circular sendo então colocados em assadeira forrada com papel manteiga e assados em forno de convecção modelo HPE80 (Prática Technipan, São Paulo, Brasil), à temperatura de 190°C, por 10 minutos. Em sequência, os biscoitos foram resfriados à temperatura ambiente e embalados em filmes plásticos para posterior análise.

2.2.2 Avaliação do produto final (*cookies*)

As características do produto final (*cookies*) foram avaliadas por meio de testes dimensionais (diâmetro e espessura), de espalhabilidade, perdas por assamento, cor e teores de fibra alimentar e de amido resistente, efetuados tanto no biscoito controle (sem adição de farinha de castanha) como nos biscoitos formulados com farinhas de castanha.

Os *cookies* também foram avaliados quanto à textura, umidade e atividade de água (aw) durante a estocagem, nos dias 1, 15, 30, 45 e 60 após a elaboração.

2.2.2.1 Diâmetro

A análise de diâmetro foi realizada em 6 *cookies*, de acordo com o método AACC nº 10-50.05 (2012), no qual se emprega uma régua para medir a largura de borda a borda do produto (uma segunda medição é necessária para confirmação da leitura, bastando-se um giro de 90º do biscoito).

2.2.2.2 Espessura

A espessura dos biscoitos foi auferida de acordo com o método AACC nº 10-50.05 (2012): empilhou-se 6 *cookies* e mediu-se a altura do conjunto; após, dividiu-se o valor alcançado por 6, com o intuito de obter a espessura média aproximada de cada produto.

2.2.2.3 Espalhabilidade

A partir da razão entre as medidas de diâmetro e espessura dos *cookies*, determinou-se o *spread ratio* dos biscoitos, que representa o parâmetro de qualidade “espalhabilidade” da farinha e demais ingredientes utilizados, segundo o método AACC nº 10-50.05 (2012).

2.2.2.4 Perda por assamento

A perda no assamento foi determinada através da média da diferença de peso de 3 amostras antes e após o assamento.

2.2.2.5 Cor instrumental

A cor dos biscoitos foi avaliada pelo método triestímulo do sistema CIELab. Foi utilizado um colorímetro (Marca Hunter Lab, modelo Ultra Scan Pro D65, Reston, Virginia, USA). Os biscoitos foram integralmente triturados e a análise foi em triplicata sendo que os parâmetros operacionais durante a análise foram: ângulo 10°, iluminante D65 e modo de calibração RSIN (MINOLTA, 1994).

2.2.2.6 Umidade

A umidade dos *cookies* foi determinada em triplicata, seguindo o método AACC nº 44-15.02 (2012).

2.2.2.7 Atividade de água

A atividade de água, medida em triplicata, foi determinada no equipamento Acqua Lab, modelo 4TE (Decagon, Pullman, Washington, EUA), triturando-se os *cookies*, como proposto por Gutkoski et al. (2011).

2.2.2.8 Fibra alimentar

A análise de fibra alimentar no biscoito foi realizada conforme o prescrito pelo método AOAC nº 991.43 (AOAC, 1995).

2.2.2.9 Amido resistente

Com a finalidade de observar a permanência do amido resistente, presente na farinha de castanha, no produto processado, realizou-se esta análise no biscoito de acordo com o método AACC nº 32.40-01 (2012).

2.2.2.10 Resistência à fratura (snap test)

A resistência à fratura, realizada de acordo com o método descrito por Singh et al. (2011), utilizou um probe *3-point bending rig*, com a seguinte calibração do texturômetro (marca Stable Micro Systems, modelo TA XT Plus Texture Analyser, Godalming, Surrey, Inglaterra): velocidade pré-teste de 2,0

mm/s; velocidade de análise de 0,5 mm/s; velocidade pós-teste de 10,0 mm/s; distância de contato com o *cookie* de 5 mm. Nesta análise, mantém-se o movimento de descida até a quebra do *cookie*, de modo que a força máxima obtida equivale à resistência à fratura do biscoito, conforme mostrado na Figura 1.

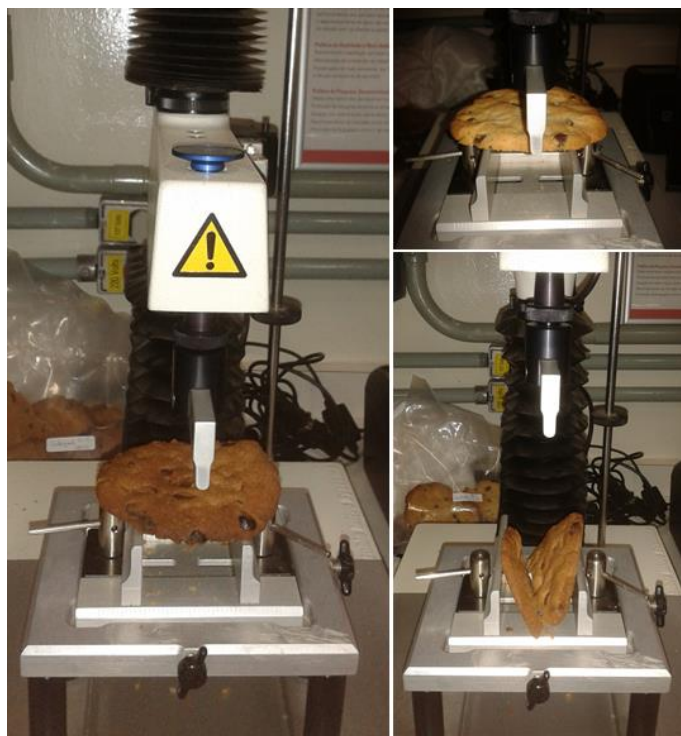


Figura 1. Esquema da análise de resistência à fratura realizada utilizando texturômetro TA XT Plus e probe *3-point bending rig*.

2.2.3 Análise Sensorial

A análise sensorial foi promovida entre sessenta provadores não-treinados, que tinham a tarefa de avaliar, nas quatro formulações propostas, os seguintes atributos: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Tendo

em vista os atributos selecionados, os *cookies* deveriam ser avaliados com base em uma escala hedônica estruturada de nove pontos (1 = “desgostei muitíssimo” a 9 = “gostei muitíssimo”). Avaliou-se, igualmente, com o uso de uma escala de 5 pontos, a intenção de compra dos *cookies* (1 = “certamente não compraria” a 5 = “certamente compraria”).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Unicamp para aplicação de teste sensorial sob o protocolo nº 11655112.8.0000.5404.

2.2.4 Análise dos resultados

Os resultados das análises foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ($p < 0,05$) para a comparação das médias, utilizando-se o programa Statistica® 8.1 (Statsoft, EUA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Avaliação do diâmetro, espessura, espalhabilidade, perda no assamento e cor

Com a finalidade de se avaliar a qualidade dos *cookies* produzidos com as diferentes amostras de farinha de castanha, avaliou-se os parâmetros de diâmetro, espessura, espalhabilidade e perda de água por assamento, os quais estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados das análises de diâmetro, espessura, espalhabilidade e perda por assamento de cookies.

Amostra	Diâmetro (mm)**	Espessura (mm)*	Espalhabilidade*	Perda por assamento (%)*
CFC	85,9 ± 2,3 ^{n.s.***}	11,2 ± 0,6 ^{AB}	7,61 ± 0,14 ^B	6,56 ± 1,34 ^{n.s.}
CFI	84,5 ± 2,6 ^{n.s.}	10,7 ± 0,6 ^{BC}	7,93 ± 0,22 ^B	7,07 ± 0,67 ^{n.s.}
CFR	87,8 ± 1,7 ^{n.s.}	10,2 ± 0,4 ^{BC}	8,66 ± 0,14 ^A	7,55 ± 0,31 ^{n.s.}
CFS	86,9 ± 2,9 ^{n.s.}	9,8 ± 0,3 ^C	9,00 ± 0,22 ^A	8,24 ± 0,20 ^{n.s.}

*Média de três amostras. ** Média de seis amostras. Resultados apresentados como média ± desvio padrão. Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). ***N.S. resultados na mesma coluna não apresentam diferença significativa. **CFC** - *Cookies* com 100% de farinha de trigo. **CFI** - *Cookies* com farinha integral. **CFR** - *Cookies* com farinha refinada. **CFS** - *Cookies* com farinha seca inteira.

Em relação ao diâmetro dos *cookies*, destaca-se que nenhum tratamento apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre seus valores, próximos, em geral, a 86 mm. Logo, depreende-se que a adição de 30% de farinha de

castanha parece não ter influência sobre o diâmetro das amostras, que, mesmo após o assamento, não variaram com relação ao controle. Durante o forneamento, ocorre um aumento no diâmetro em decorrência da expansão do produto, e neste caso, esse aumento foi similar em todos os tratamentos.

No tocante à espessura, nota-se, pela Tabela 2, que somente a amostra **CFS** diferiu do controle, não exibindo diferença significativa em relação às demais amostras com farinha de castanha. Outrossim, ressalte-se que mesmo esse efeito na espessura não foi muito acentuado, visto que a amostra **CFS** obteve valor de espessura de 9,8 mm e o controle 11,2 mm (menor e maior valor, respectivamente). A espessura, assim como o parâmetro diâmetro, também está relacionada à expansão do produto durante o forneamento; contudo, nesse caso, a adição de farinha de castanha pode ter influência sobre o parâmetro em questão, já que, ao promover uma diluição do glúten da farinha de trigo, pode não haver retenção suficiente do gás formado pelo fermento químico durante o forneamento, com reflexos sobre o crescimento de biscoitos cuja rede de glúten seja mais fraca.

Ainda em relação à espessura, vale lembrar que resultado similar foi obtido por Fasolin et al. (2007), que adicionaram farinha de banana verde em biscoitos tipo *cookies*. Eles observaram que, apesar de não haver diferença significativa na análise, a espessura dos biscoitos tendeu a diminuir, enquanto que o diâmetro tendeu a aumentar, de maneira proporcional à maior porcentagem de farinha de banana verde adicionada. Essa situação, segundo os autores, ocorre devido à ausência de glúten na farinha de banana verde e sua interferência na formação da rede de glúten da farinha de trigo.

O parâmetro espalhabilidade ou fator de expansão expressa a medida da razão entre o diâmetro e a espessura dos biscoitos. Conforme se observa na Tabela 2, a espalhabilidade dos *cookies* **CFR** e **CFS** foi significativamente maior que as apresentadas pelos *cookies* **CFC** e **CFI**. Tal fato é explicado em

virtude do maior diâmetro, cumulado com uma menor espessura, das amostras **CFR** e **CFS**, resultando em um fator de expansão maior.

Singh et al. (2011) também notaram semelhante efeito ao produzir *cookies* com farinha de castanha de água (*Trapa natans*): enquanto estes registraram um valor de espalhabilidade ao redor de 7,80, aqueles produzidos exclusivamente com farinha de trigo apresentaram uma espalhabilidade de 7,96, de modo que, quanto maior a adição de farinha desse tipo de castanha, menor os valores de espalhabilidade. De acordo com o estudo dos autores, a diminuição na espalhabilidade é explicada em razão da concorrência, pela água, das fibras da farinha dessa castanha com os demais ingredientes da formulação. Portanto, visto que a farinha **FI** possui maior teor de fibra, era esperado que a amostra dela derivada (**CFI**) assinalasse menor espalhabilidade que os *cookies* produzidos a partir dos demais tratamentos com farinha de castanha. No tocante ao *cookie* controle, observa-se que, por este possuir uma rede de glúten mais forte, formada pela presença restrita de farinha de trigo (farinha de trigo especial), é próprio que seu valor de espalhabilidade seja menor que as demais amostras estudadas; vale lembrar que, em decorrência dessas características, a amostra **CFC** obteve a maior espessura e o menor diâmetro entre todos os *cookies* produzidos.

Com relação à perda de peso durante o forneamento, observa-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sendo que o valor obtido ficou entre 7% e 8%, indicando que a adição da farinha de castanha não afetou este parâmetro e que o forneamento foi uniforme entre todas as amostras.

A Tabela 3 mostra os resultados da análise de cor pelo sistema Hunter Lab para os *cookies* formulados. Preliminarmente, cumpre frisar que todas as amostras com adição de farinha de castanha distinguiram-se do controle ($p < 0,05$), ainda que, entre si, não diferissem em nenhum parâmetro. A respeito

do parâmetro L^* , nota-se que a amostra controle apresentou uma coloração um pouco mais clara que as demais, consequência de sua farinha, que é mais branca que as farinhas de castanha obtidas pelos três tratamentos. Segundo Schmiele et al. (2011), a diminuição da luminosidade é resultado da incorporação de produtos integrais pois, devido às suas características, estes proporcionam tonalidade escura de maior intensidade nos produtos em que estão presentes. Entrementes, com relação ao parâmetro a^* , verificou-se uma maior tendência à tonalidade vermelha nos *cookies* formulados com farinha de castanha, enquanto que, para o parâmetro b^* , esses *cookies* registraram uma menor tendência ao amarelo que o controle.

Tabela 3. Resultados dos parâmetros “L”, “a” e “b” para análise de cor pelo sistema Hunter Lab dos *cookies* formulados.

Amostra	Parâmetros		
	L^*	a^*	b^*
CFC	$53,55 \pm 0,94^A$	$7,28 \pm 0,25^B$	$16,49 \pm 0,70^A$
CFI	$47,98 \pm 0,51^B$	$8,22 \pm 0,24^A$	$14,63 \pm 0,45^B$
CFR	$47,04 \pm 0,42^B$	$8,13 \pm 0,33^A$	$14,16 \pm 0,49^B$
CFS	$48,16 \pm 0,78^B$	$8,75 \pm 0,28^A$	$15,60 \pm 0,68^{AB}$

* Resultados apresentados como média $\pm$ desvio padrão; Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). **CFC** - *Cookies* com 100% de farinha de trigo. **CFI** - *Cookies* com farinha integral. **CFR** - *Cookies* com farinha refinada. **CFS** - *Cookies* com farinha seca inteira.

Na Figura 2, pode-se observar a coloração, bem como a aparência dos *cookies* formulados **CFC**, **CFI**, **CFR** e **CFS**.



Figura 2. Aparência e coloração das amostras de cookies **CFC**, **CFI**, **CFR** e **CFS**.

CFC - *Cookies* com 100% de farinha de trigo. **CFI** - *Cookies* com farinha integral. **CFR** - *Cookies* com farinha refinada. **CFS** - *Cookies* com farinha seca inteira.

3.2 Análises de fibra alimentar e amido resistente

A Tabela 4 sintetiza os resultados obtidos para as análises de fibra alimentar e amido resistente nas amostras de *cookies* formulados com farinha de castanha e controle. Em primeiro lugar, vale ressaltar o percentual significativo de fibra alimentar observado nas amostras **CFI**, **CFR** e **CFS**,

consequência da maior presença desse componente da dieta na farinha de castanha, em comparação à farinha de trigo. Tal resultado se revela ainda mais preeminente quando se analisa a amostra **CFI**, produzida com a farinha de castanha com película.

Conforme a Legislação Brasileira, para ser considerado “fonte de fibras”, o alimento sólido deve ter no mínimo 3 g por 100 g de fibra alimentar ou 2,5 g de fibra alimentar por porção (BRASIL, 2012); logo, nenhuma das amostras podem ser consideradas “fontes de fibra”, pois, nenhuma atinge o valor de 2,5 g por porção, que no caso de biscoitos é de 30 g. Contudo, atente-se que as amostras, apesar de não atenderem à legislação para esse quesito, apresentaram, com relação ao controle, um incremento de mais de 35% no valor desse componente da dieta. Ainda, a amostra produzida com farinha integral (**CFI**) apresentou incremento de 74% no teor de fibra alimentar em comparação com a amostra controle, obtendo valor de 1,30 g de fibra alimentar na porção de 30g.

Com efeito, diversos estudos vêm sendo conduzidos com o intuito de enriquecer as formulações de *cookies* com fibra alimentar, de modo a promover, tendo em vista o apelo comercial de saudabilidade que as fibras possuem, a utilização de subprodutos agroalimentares. Nesse contexto, Silva et al. (2009), ao formularem *cookies* com adição de diferentes quantidades de farinha de jatobá, constataram incrementos significativos no teor de fibra alimentar nos biscoitos, que em *blends* com percentuais de farinha de jatobá acima de 10% já poderiam ser considerados, segundo a Legislação Brasileira, alimentos com alto teor de fibras. Já Santana et al. (2012) adicionaram 17,5% de farinha de casca de maracujá e 17,5% de fécula de mandioca em substituição a 35% de farinha de trigo na elaboração de *cookies* e obtiveram valores de fibra de 4,27%, resultando em produtos não só fontes de fibras, mas também sensorialmente aceitáveis. Tais conclusões podem ser estendidas ao presente trabalho que, à semelhança dos demais estudos, confirmou a viabilidade da utilização de uma

fonte alternativa (farinha de castanha) para fins de incremento do teor de fibra alimentar em produtos, considerando que a farinha de castanha gerou um ganho de mais de 35% no teor desse componente em relação ao biscoito controle.

Tabela 4. Resultados das análises de fibra alimentar e amido resistente dos *cookies* formulados.

Amostra	Fibra alimentar (%)[*]	Amido resistente (%)[*]
CFC	2,50 ± 0,06 ^C	0,38 ± 0,10 ^C
CFI	4,35 ± 0,26 ^A	1,88 ± 0,13 ^A
CFR	3,42 ± 0,07 ^B	1,12 ± 0,11 ^B
CFS	3,47 ± 0,12 ^B	1,21 ± 0,04 ^B

* Resultados apresentados como média ± desvio padrão; Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). **CFC** - *Cookies* com 100% de farinha de trigo. **CFI** - *Cookies* com farinha integral. **CFR** - *Cookies* com farinha refinada. **CFS** - *Cookies* com farinha seca inteira.

No que diz respeito à análise de amido resistente, observa-se, pela Tabela 4, um aumento significativo no teor desse componente em razão da utilização da farinha de castanha, em especial na amostra **CFI**, cuja formulação utiliza farinha de castanha com película. Não obstante, cumpre frisar que o incremento dos teores de amido resistente nas amostras derivadas das farinhas de castanha se mostrou, ainda que em menores termos absolutos, semelhante ao verificado na análise de fibra alimentar dos biscoitos; considerando o teor de amido resistente presente nas diferentes farinhas de castanha usadas, verificou-se que, em relação ao teor de amido resistente presente na formulação e o remanescente após o assamento, 47% do amido resistente permaneceu na

amostra **CFI**, 35% do amido resistente permaneceu na amostra **CFR** e 46% do amido resistente permaneceu na amostra **CFS**. Conforme salientam Fontinha & Correia (2010), decorre da presença, nas castanhas (*Castanea sativa*), de amido do tipo RS2, cuja resistência é minimizada por processos de cozimento. Por conseguinte, é natural que as amostras apresentem valor reduzido de amido resistente, já que como o produto é assado, o amido nele presente é parcialmente gelatinizado durante o processo. Porém, a despeito dessa especificidade, cumpre frisar que a utilização, no presente estudo, de farinha de castanha em substituição à parcela de farinha de trigo resultou num incremento, com relação ao controle, de mais de 200% no teor de amido resistente. Considerando que no produto *cookies* o teor de água na formulação é reduzido, o efeito da gelatinização do amido resistente é minimizado, tornando sua aplicação bastante interessante neste tipo de produto.

Alguns autores estudaram a adição de amido resistente na formulação de *cookies* visando os benefícios da ingestão deste componente. Aparicio-Saguilán et al. (2007) adicionaram 15% amido de banana tratado em autoclave com alto teor de amido resistente em formulação de *cookies* e verificaram um valor de 8,42% deste componente no produto final. Os autores afirmaram que a adição de ingredientes nutracêuticos pode ser útil no desenvolvimento de novos produtos com redução calórica e menor requerimento glicêmico para segmentos específicos da população.

Ainda nessa linha, Assis et al. (2009) avaliaram a substituição parcial de farinha de trigo por farinha de aveia e farinha de arroz parbolizado em formulações de *cookies*: enquanto a adição de aveia não alterou o teor de amido resistente presente nos biscoitos, a farinha de arroz parbolizado, num nível de 75% de substituição, ocasionou um incremento deste componente, obtendo-se valores da ordem de 1,75%. Registre-se, por oportuno, que o presente trabalho obteve valor semelhante de amido resistente com apenas 30% de substituição da farinha de trigo por farinha de castanha. Cumpre destacar que o amido

resistente, juntamente com o índice glicêmico dos alimentos, é considerado um indicador da digestibilidade do amido, o que do ponto de vista nutricional, é importante, pois uma baixa resposta glicêmica é benéfica, especialmente para indivíduos com baixa tolerância à glicose (ASSIS et al., 2009).

3.3 Avaliação dos *cookies* durante a estocagem

Ao longo do período de estocagem, os *cookies* foram avaliados com relação à atividade de água (a_w), umidade e textura (resistência à fratura), nos dias 1, 15, 30, 45 e 60 após a elaboração. Os resultados das análises estão expressos nas Tabelas 5, 6 e 7.

Observando a Tabela 5, percebe-se que a atividade de água (a_w) dos *cookies* pouco variou entre os tratamentos. No primeiro dia de análise, constatou-se uma atividade de água nos biscoitos situada entre 0,2 e 0,3, sobressaindo-se as amostras **CFC** e **CFI**, que apresentaram os maiores valores. Granato & Ellendersen (2009) que, em seu trabalho, encontraram valores de atividade de água (a_w) para *cookies* produzidos com amêndoas e amendoim de 0,42 e 0,46, respectivamente, consignam que, ainda que não haja valores estabelecidos para esse parâmetro, níveis de atividade água inferiores a 0,4 são interessantes, dado que, abaixo desse valor, não existe água livre para alterações, principalmente as microbiológicas.

Não obstante, a atividade de água dos *cookies* sofreu um ligeiro acréscimo ao longo do período, principalmente entre os dias 1 e 15 de estocagem. Esse incremento, que pode ser creditado ao efeito da embalagem de polietileno de baixa densidade que, apesar de ter baixa permeabilidade ao vapor de água, permite, ainda assim, uma pequena absorção por parte do

biscoito, não culminou numa alteração substancial das características desejadas do produto, já que, mesmo após 60 dias de estocagem, todos os tratamentos registraram atividade de água abaixo de 0,4.

No tocante à análise de umidade, expressa, em números, pela Tabela 6, destaca-se que os valores obtidos para todos os *cookies* formulados variaram significativamente ao longo do tempo, ainda que tal variação não se revele muito pronunciada: os valores registrados, inclusive no último dia de análise, em geral, foram iguais ou inferiores 3%, o que situa os *cookies* produzidos dentro da faixa esperada, para o tipo de produto em questão, de 1 a 5%, conforme relatam Fasolin et al. (2007).

Em termos numéricos, no dia 1, a amostra **CFR** apresentou, entre os tratamentos, o menor valor de umidade (1,74%); porém, ressalte-se que esse fato não parece ter ligação com o tipo de farinha utilizada, visto que nos demais dias de estocagem seu teor de umidade assemelhou-se aos demais. Calha atentar que, devido ao efeito da embalagem, a qual permite uma pequena entrada de umidade no produto, os valores desse parâmetro foram gradativamente aumentando ao longo dos dias de armazenagem. Mesmo assim, anote-se que, em termos absolutos, esse aumento se mostrou pequeno (menor que 1%), exceção feita à amostra **CFR**, com incremento de 1,28%.

Outrossim, cumpre frisar que teores de umidade semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por Fasolin et al. (2007), que, ao substituírem teores de farinha de trigo por farinha de banana na produção de *cookies*, obtiveram umidades ao redor de 2,8%, sem diferença significativa entre os tratamentos com adição de 10%, 20% e 30% de farinha de banana verde. Já De Moraes et al. (2010) registraram teores de umidade ao redor de 5% em *cookies* formulados com variações de lipídeos e açúcares.

Tabela 5. Efeito da estocagem na atividade de água (aw) das amostras de *cookies*.

Amostra	Atividade de água (aw)*				
	Dia 1	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60
CFC	0,241 ± 0,003 ^{A,c}	0,349 ± 0,016 ^{A,a}	0,318 ± 0,004 ^{A,b}	0,355 ± 0,006 ^{A,a}	0,350 ± 0,004 ^{A,a}
CFI	0,247 ± 0,002 ^{A,b}	0,337 ± 0,018 ^{A,a}	0,325 ± 0,004 ^{A,a}	0,340 ± 0,004 ^{B,a}	0,341 ± 0,002 ^{B,a}
CFR	0,214 ± 0,003 ^{B,d}	0,312 ± 0,009 ^{AB,b}	0,296 ± 0,007 ^{B,c}	0,325 ± 0,006 ^{C,b}	0,343 ± 0,003 ^{AB,a}
CFS	0,214 ± 0,010 ^{B,d}	0,284 ± 0,012 ^{B,c}	0,289 ± 0,004 ^{B,c}	0,341 ± 0,003 ^{B,a}	0,321 ± 0,001 ^{C,b}

*Média de três amostras. Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). **CFC** - *Cookies* com 100% de farinha de trigo. **CFI** - *Cookies* com farinha integral. **CFR** - *Cookies* com farinha refinada. **CFS** - *Cookies* com farinha seca inteira.

Tabela 6. Efeito da estocagem na umidade das amostras de *cookies*.

Amostra	Umidade (%)*				
	Dia 1	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60
CFC	2,14 ± 0,06 ^{A,c}	2,64 ± 0,12 ^{AB,b}	2,65 ± 0,05 ^{A,b}	2,91 ± 0,08 ^{A,a}	2,94 ± 0,03 ^{AB,a}
CFI	2,24 ± 0,08 ^{A,b}	2,42 ± 0,11 ^{B,b}	2,67 ± 0,08 ^{A,a}	2,75 ± 0,04 ^{A,a}	2,85 ± 0,07 ^{B,a}
CFR	1,74 ± 0,03 ^{B,d}	2,70 ± 0,08 ^{A,b}	2,61 ± 0,03 ^{AB,b}	2,43 ± 0,07 ^{B,c}	3,02 ± 0,05 ^{A,a}
CFS	2,14 ± 0,09 ^{A,c}	2,16 ± 0,05 ^{C,c}	2,49 ± 0,06 ^{B,b}	2,83 ± 0,06 ^{A,a}	2,57 ± 0,06 ^{C,b}

*Média de três amostras. Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). **CFC** - *Cookies* com 100% de farinha de trigo. **CFI** - *Cookies* com farinha integral. **CFR** - *Cookies* com farinha refinada. **CFS** - *Cookies* com farinha seca inteira.

Tabela 7. Efeito da estocagem na resistência à fratura (g) das amostras de *cookies*.

Amostra	Resistência à fratura (g)*				
	Dia 1	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60
CFC	1299 ± 121 ^{n.s.,a**}	1352 ± 159 ^{n.s.,a}	1232 ± 169 ^{B,a}	1284 ± 152 ^{A,a}	1217 ± 135 ^{n.s.,a}
CFI	1180 ± 90 ^{n.s.,b}	1251 ± 155 ^{n.s.,b}	1590 ± 132 ^{A,a}	1312 ± 121 ^{A,b}	1210 ± 127 ^{n.s.,b}
CFR	1146 ± 109 ^{n.s.,ab}	1181 ± 166 ^{n.s.,ab}	1104 ± 196 ^{B,ab}	963 ± 127 ^{B,b}	1385 ± 153 ^{n.s.,a}
CFS	1290 ± 85 ^{n.s.,a}	1322 ± 157 ^{n.s.,a}	1171 ± 154 ^{B,a}	1303 ± 128 ^{A,a}	1188 ± 117 ^{n.s.,a}

*Média de seis amostras. Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). **N.S. resultados na mesma coluna não apresentam diferença significativa. **CFC** - *Cookies* com 100% de farinha de trigo. **CFI** - *Cookies* com farinha integral. **CFR** - *Cookies* com farinha refinada. **CFS** - *Cookies* com farinha seca inteira.

Na análise de textura, relacionada à resistência à fratura, verifica-se, pela Tabela 7, que os *cookies* apresentaram pouca variação desse atributo ao longo do tempo, assim como entre os diferentes tratamentos. Vale destacar que, enquanto que no presente trabalho observaram-se valores de resistência à fratura entre 963 g a 1590 g, Singh et al. (2011) obtiveram valores na ordem de 2500 g a 3500 g em *cookies* formulados com farinha de castanha de água (*Trapa natans*). Segundo os autores, quanto maior a adição de farinha dessa castanha na formulação, maior a resistência à fratura, devido ao fato de a farinha de castanha utilizada ter menos gordura que a farinha de trigo. Nesse ínterim, variações no teor de gordura podem influenciar a resistência à fratura dos biscoitos, já que ela auxilia em sua maciez, reduzindo a sua resistência à fratura, deixando-os mais friáveis (ZOULAS et al., 2002). Entrementes, como todas as formulações propostas no presente estudo (**CFC**, **CFI**, **CFR** e **CFS**) utilizaram a mesma quantidade de gordura e, considerando que a farinha de castanha (*Castanea* spp.) possui teor de gordura similar à farinha de trigo, não se observaram alterações relevantes entre os tratamentos, o que ratifica a neutralidade da farinha de castanha em relação à textura dos *cookies*.

3.4 Análise sensorial

A Tabela 8 expressa os resultados da análise sensorial de aceitação dos atributos de aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, e intenção de compra, dos *cookies* **CFC**, **CFI**, **CFR** e **CFS**.

No que diz respeito à análise de aceitação dos *cookies*, destaque-se, inicialmente, que o atributo aparência foi aquele que registrou as menores notas entre os provadores, notadamente para as amostras **CFI** e **CFS**, que obtiveram

notas 5,7 e 5,9, respectivamente, abaixo de 6 (gostei ligeiramente). O fato de a moldagem dos biscoitos ter sido feita manualmente pode ter contribuído para as notas menores nesse atributo.

Com relação ao atributo aroma, verifica-se que não houve diferença significativa entre as amostras, que anotaram notas próximas de 7 (gostei moderadamente). Vale atentar que todos os *cookies* utilizaram, em suas formulações, aroma de baunilha, o qual pode disfarçar qualquer aroma proveniente da farinha de castanha. Já no que diz respeito ao sabor, reluz, para este trabalho, que a menor nota obtida nesse parâmetro (6,3) foi auferida pela amostra **CFC** (em contraste com a amostra **CFR**, que obteve nota 7,1), o que sugere uma possível preferência dos consumidores ao sabor dos *cookies* com adição da farinha de castanha.

Noutro giro, cumpre frisar que, no tocante à textura, não se observou diferença relevante nas notas atribuídas às diferentes amostras, as quais colheram valores entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente). Entrementes, registre-se que, no que diz respeito à impressão global, a amostra **CFR** obteve a maior nota (7,1), sendo a amostra **CFC** responsável, novamente, pela pior avaliação (6,2), situação que corrobora a preferência, entre os provadores, do produto à base de farinha de castanha.

Entre as amostras derivadas da adição das diferentes farinhas de castanha, infere-se, pelas notas auferidas, que os provadores não notaram muita diferença, para fins de aceitação sensorial, entre os distintos tratamentos, embora se perceba uma tendência a menores notas pela amostra **CFI**, cuja farinha foi processada com a película. Frise-se, outra vez, que mesmo essa amostra obteve notas maiores ou iguais ao controle.

Por fim, importa ressaltar que diversos estudos focados no uso de farinhas alternativas à farinha de trigo na formulação de *cookies* confirmaram boa aceitação, pelos consumidores, desses produtos. Silva et al. (2009),

verificaram boa aceitação em *cookies* com adição de 10% e 15% de farinha de jatobá, os quais alcançaram notas em torno de 7 (gostei moderadamente). Já Santana et al. (2012) conseguiram otimizar um biscoito com adição de 17,5% de farinha de casca de maracujá e 17,5% de fécula de mandioca, obtendo aceitação global de 6,95. Resultado equivalente foi atingido por Fasolin et al. (2007), que ao adicionar teores de 10%, 20% e 30% de farinha de banana em *cookies*, registraram notas médias de aceitação acima de 7.

Tabela 8. Resultado da análise sensorial de aceitabilidade e intenção de compra dos *cookies* formulados.

Amostra	Aparência ^{*,**}	Aroma ^{*,**}	Sabor ^{*,**}	Textura ^{*,**}	Impressão global ^{*,**}	Intenção de compra ^{*,***}
CFC	6,7 ± 1,7 ^{AB}	6,9 ± 1,7 ^A	6,3 ± 2,0 ^B	6,3 ± 2,2 ^{AB}	6,2 ± 2,0 ^B	3,31 ± 1,19 ^B
CFI	5,7 ± 1,9 ^C	7,2 ± 1,3 ^A	6,6 ± 1,6 ^{AB}	6,3 ± 1,8 ^B	6,5 ± 1,7 ^{AB}	3,36 ± 1,16 ^B
CFR	6,7 ± 1,6 ^A	7,3 ± 1,4 ^A	7,1 ± 1,4 ^A	6,9 ± 1,7 ^{AB}	7,1 ± 1,3 ^A	3,89 ± 0,88 ^A
CFS	5,9 ± 1,9 ^{BC}	7,0 ± 1,5 ^A	6,9 ± 1,8 ^{AB}	7,2 ± 1,6 ^A	6,8 ± 1,7 ^{AB}	3,63 ± 1,14 ^{AB}

*Resultados expressos como médias das notas de 61 julgadores. Médias com letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, pelo teste de Tukey.

Notas: 1=desgostei extremamente; 2=desgostei muito; 3=desgostei moderadamente; 4=desgostei ligeiramente; 5=nem gostei, nem desgostei; 6=gostei ligeiramente; 7=gostei moderadamente; 8=gostei muito e 9=gostei extremamente. * Notas: 5: certamente compraria; 4: provavelmente compraria; 3: talvez comprasse, talvez não comprasse; 2: provavelmente não compraria; 1: certamente não compraria. **CFC** - *Cookies* com 100% de farinha de trigo. **CFI** - *Cookies* com farinha integral. **CFR** - *Cookies* com farinha refinada. **CFS** - *Cookies* com farinha seca inteira.

A respeito da intenção de compra, pelos provadores, dos biscoitos, verifica-se, pelas notas assinaladas na Tabela 8, que a adição de farinha de castanha em *cookies* é, comercialmente, viável. Tal fato também é atestado pela Figura 3, que apresenta as frequências das notas de intenção de compra dos biscoitos. Conforme se observa, a maior frequência de compra dos *cookies* formulados com farinhas de castanha situou-se na intenção de compra

“provavelmente compraria” (nota 4), com destaque especial às amostras **CFR** e **CFS**, que receberam número considerável de notas 5 (certamente compraria).

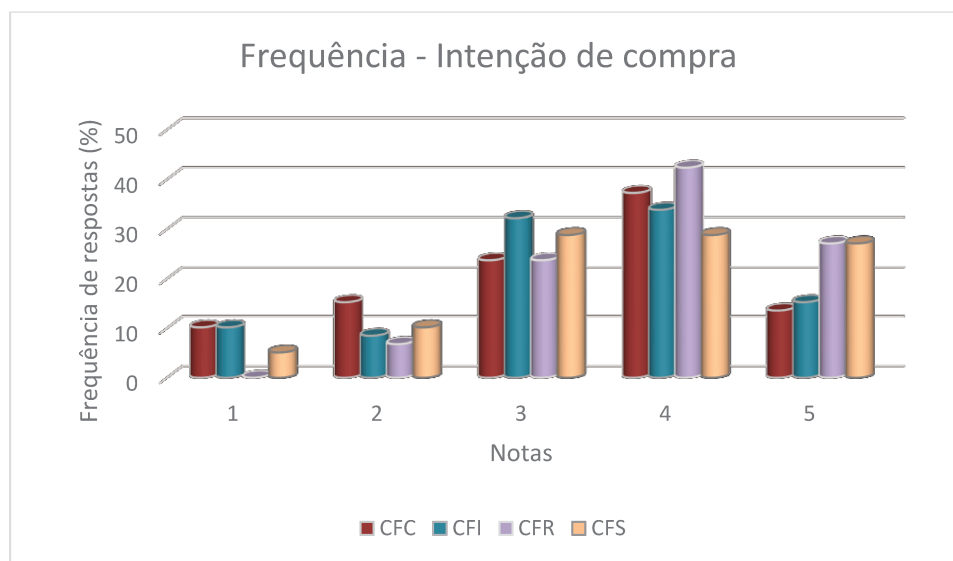


Figura 3. Distribuição de frequência das notas de intenção de compra dos *cookies* formulados.

Notas: 5: certamente compraria; 4: provavelmente compraria; 3: talvez comprasse, talvez não comprasse; 2: provavelmente não compraria; 1: certamente não compraria.

CFC - *Cookies* com 100% de farinha de trigo. **CFI** - *Cookies* com farinha integral. **CFR** - *Cookies* com farinha refinada. **CFS** - *Cookies* com farinha seca inteira.

4. CONCLUSÕES

Tendo em vista o exposto, constatou-se que a adição de farinhas de castanha, em nível de substituição de 30% da farinha de trigo, provocou um aumento no fator de expansão (ou espalhabilidade) das amostras, com impactos no diâmetro (aumentado) e espessura (reduzida) dos *cookies* produzidos com essas formulações. Ademais, a cor dos *cookies* também foi significativamente afetada, uma vez que as amostras formuladas com farinhas de castanha se mostraram um pouco mais escuras que o controle.

Cumprе salientar que, nas análises de amido resistente e fibra alimentar, verificou-se um aumento significativo no teor desses componentes da dieta nas amostras acrescidas de farinhas de castanha. Por outro lado, durante a estocagem, não se notaram, nas amostras avaliadas, alterações expressivas nos valores de umidade, atividade de água (*aw*) e textura, demonstrando que os produtos formulados mantiveram suas características ao longo dos 60 dias de armazenamento.

No teste sensorial de aceitação, as amostras derivadas da farinha de castanha obtiveram notas iguais ou maiores que o controle, o que revela uma certa preferência dos consumidores pelos *cookies* formulados com farinhas de castanha. Vale ressaltar que as notas de intenção de compra também ficaram sempre acima de 3 (aceitação positiva), com maior frequência da nota 4 (provavelmente compraria).

Assim, pode-se concluir que a adição de 30% de farinhas de castanha, obtidas pelos diferentes tratamentos, mostra-se viável para a produção de biscoitos tipo *cookie*, haja vista a boa aceitação dos produtos conjugada com suas características tecnológicas adequadas e melhorias do ponto de vista nutricional.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC – American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of Analysis**. 11a ed. Disponível em: <http://methods.aaccnet.org/toc.aspx>. Acesso em: out/2012.

ANDERSON, J. W. et al. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, [s.l.], v. 67, n. 4, p. 188-205, 2009.

ANIB. Associação Nacional das Indústrias de Biscoito. Mercado nacional. 2014. Disponível em: <http://www.anib.com.br/mercado.php?id=3#dt>. Acesso em: 20/10/14.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16^a ed., Arlington, 1995.

APARICIO-SAGUILAN, A. et al. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 3, p. 175-181, 2007.

ASSIS, L. M. et al. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 15-24, 2009.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS n. 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2012.

BRASIL, Resolução RDC n. 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005.

BRASIL, Resolução RDC n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2003.

DE MORAES, K. S. et al. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo *cookie* com variações nos teores de lipídio e de açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30 (Supl. 1), p. 233-242, 2010.

ENGLYST, H. N.; MACFARLANE, G. T. Breakdown of resistant and readily digestible starch by human gut bacteria. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s.l.], v. 37, n. 7, p. 699-706, 1986.

FASOLIN, L. H. et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, 2007.

FERREIRA, A. E. et. al. Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jabuticaba em biscoito tipo *cookie*. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 4, 2012.

FONTINHA, C.; CORREIA, P. Amido resistente em diversas fontes não convencionais de amido. **Revista Milenium**, n. 38, 2010.

GONDIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GRANATO, D.; ELLENDERSEN, L. S. N. Almond and peanut flours supplemented with iron as potential ingredients to develop gluten-free cookies. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 395-400, 2009.

GUTKOSKI, L. C. et al. Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 275 – 282, 2011.

MINOLTA, K. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Osaka, Japão, 1994.

RIBEIRO, R. D.; FINZER, J. R. D. Desenvolvimento de biscoito tipo cookie com aproveitamento de farinha de sabugo de milho e casca de banana. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.7, p. 120-124, 2010.

SANTANA, F. C. et al. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 391-399, 2011.

SCHMIELE, M. et al. Influência da adição de farinha integral de aveia, flocos de aveia e isolado proteico de soja na qualidade tecnológica de bolo inglês. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 71-82, 2011.

SIMABESP. Sindicato das indústrias de massas alimentícias e biscoitos do estado de São Paulo. **Mercado**. 2009. Disponível em: <http://www.simabesp.org.br/site/mercado_biscoitos_simabesp.asp> Acesso em: 08/07/2014.

SILVA, M. R. et al. Uso de farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) em biscoitos tipo “cookie”. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 10, n. 1, 2009.

SINGH, D. D. et al. Indian water chestnut flour - method optimization for preparation, its physicochemical, morphological, pasting properties and its potential in cookies preparation. **LWT - Food Science and Technology**, [s.l.], v. 44, p. 655 – 672, 2011.

ZOULIAS, E. I. et al. Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. **Journal of Food Engineering**, v. 55, n. 4, p. 337-342, 2002.

CONCLUSÕES GERAIS

A obtenção da farinha de castanha é factível e representa uma ótima alternativa ao excedente de produção das sementes pois, além de viabilizar a disponibilidade do produto ao longo do ano, contribui nutricionalmente com o enriquecimento de alimentos, já que, conforme mostrou este estudo, a farinha de castanha possui baixo teor de lipídeos (~1,5%) e elevados teores de fibra alimentar (10,88% a 16,75%) e de amido resistente (25,74% a 39,78%).

Os diferentes métodos utilizados para a secagem da castanha e para a obtenção da farinha resultaram em três amostras que se diferiram principalmente na cor e nos teores de amido resistente e fibra alimentar (em especial a amostra **FI** – com película). O processamento da farinha com película elimina uma etapa do processo, o que é interessante para o produtor enquanto que a farinha produzida através da castanha seca com a casca pode ser útil quando se deseja armazenar uma grande quantidade de castanha antes de proceder a trituração para obtenção de farinha.

Sobre as características de pasta e as propriedades reológicas, depreende-se que a adição das farinhas de castanha influenciou os respectivos parâmetros, com a tendência a enfraquecer a mistura, uma vez que atua como diluente do glúten. Ainda assim, as alterações ocorridas não inviabilizam a introdução desse ingrediente em produtos de panificação, principalmente bolos e biscoitos.

Com relação à produção de bolo inglês, a adição de 30% de farinha de castanha em substituição à farinha de trigo não alterou significativamente a uniformidade e a simetria dos produtos; e acarretou em um aumento de mais de 50% nos teores de fibra alimentar e de amido resistente. Deve-se atentar, contudo, que a cor dos produtos foi significativamente afetada, sendo que as

amostras formuladas com farinhas de castanha se mostraram mais escuras que o controle.

Já no que diz respeito à produção de *cookies*, a adição de farinha de castanha, em nível de substituição de 30% da farinha de trigo, resultou em alteração no fator de expansão (ou espalhabilidade) das amostras, com aumento do diâmetro e diminuição da espessura dos *cookies* formulados com os diferentes tipos de farinhas de castanha. Vale lembrar que, pelos resultados obtidos, os *cookies*, assim como o bolo inglês, tiveram um incremento significativo nos teores de fibra alimentar e amido resistente em relação ao controle. Igualmente, a coloração dos biscoitos foi significativamente afetada, tornando-se um pouco mais escura que o controle.

O amido resistente presente na castanha sofreu gelatinização parcial nos produtos após forneamento, sendo que a quantidade de amido resistente remanescente nos produtos foi menor nos bolos (cerca de 30%) que nos *cookies* (cerca de 40%). A menor quantidade de água presente na formulação dos *cookies* favoreceu a menor gelatinização do amido resistente, demonstrando que nesse tipo de biscoito é interessante do ponto de vista nutricional a utilização desse amido.

No que diz respeito aos testes sensoriais dos bolos e dos *cookies* formulados com as farinhas de castanha, todas as amostras receberam notas de aceitação entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente), bem como notas de intenção de compra com maior frequência em 4 (provavelmente compraria). Assim, pode-se concluir que a adição de 30% de farinhas de castanha, obtida pelos diferentes tratamentos, mostra-se viável para a produção de bolo inglês e biscoitos tipo *cookie*, com boa aceitação pelos consumidores e características tecnológicas adequadas, além de melhor qualidade nutricional.

Para estudos futuros, poderia ser verificada a possibilidade de aplicação da farinha de castanha em pães e até mesmo em substituição total à farinha de

trigo em bolos e biscoitos voltados ao público celíaco. Ademais, outra análise que se mostraria interessante diz respeito ao estudo da película da castanha, que poderia ser retirada para fins de observação de sua composição centesimal, presença de fibras, vitaminas e minerais, além de compostos antioxidantes, de modo a justificar o processamento da castanha sem a retirada desta camada.

ANEXOS

Anexo A – Termo de consentimento livre e esclarecido – bolo inglês

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PESQUISA COM SERES HUMANOS

PROJETO DE MESTRADO: **Obtenção e caracterização da farinha de castanha (*Castanea spp.*) e seu potencial de aplicação em produtos de panificação.**

RESPONSÁVEL PELA PESQUISA: **Ana Cláudia Varanda Moreira**

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: As castanhas portuguesas são matérias-primas com grande potencial de aplicação em produtos de panificação, visto que, possui elevado teor de amido, baixo teor de gordura e conteúdo significativo de fibras e proteínas. Atualmente, as castanhas são comercializadas *in natura* como produto típico do período natalino, coincidindo sua colheita no Brasil com essa época do ano. Vale atentar para o fato de que, por ser sazonal, a castanha não possui uma oferta regular ao longo do ano e ainda por ter um elevado teor de umidade (ao redor de 50%) o produto é bastante perecível, não sendo possível sua armazenagem por longos períodos; logo, a obtenção da farinha pode ser uma alternativa para a utilização do excedente de produção da época de safra. Neste trabalho serão utilizadas ferramentas sensoriais como o teste de aceitação e intenção de compra para avaliar dois produtos produzidos com a farinha de castanha: o bolo inglês e o biscoito tipo *cookies*.

PROCEDIMENTO: As amostras de bolo inglês destinadas ao teste de aceitação sensorial serão servidos em pratinhos plásticos, codificados com números de três dígitos, e avaliados pelo provador com relação à aparência, aroma, sabor e textura e impressão global. O provador deverá experimentar as amostras e responder ao questionário que será entregue no início do teste.

É muito improvável a ocorrência de qualquer desconforto ou risco para você que irá participar da pesquisa. A equipe deixa claro ao provador que não há risco previsível com a sua participação na pesquisa, a menos que o provador tenha alergia aos derivados de castanha ou seja portador da doença celíaca, devendo o mesmo informar previamente à equipe responsável pela pesquisa. Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para se recusar a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. Sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou constrangimento. Os pesquisadores asseguram que seus dados de identidade serão tratados de forma confidencial e sigilosa. A participação no estudo não acarretará custos e não será disponível nenhuma compensação financeira. Qualquer dúvida poderá ser direcionada ao pesquisador responsável pela pesquisa. Dúvidas, denúncias ou reclamações poderão ser encaminhadas ao Comitê de ética em Pesquisa.

Eu,....., declaro que li as informações contidas neste documento e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do provador: _____
RG: _____ Data ____/____/____

Assinatura do responsável pela pesquisa: _____

Responsável pela pesquisa:

Ana Cláudia Varanda Moreira Fone: (19) 8809-9889 e-mail: anac04n@fea.unicamp.br

Comitê de Ética em Pesquisa:

Fone: (19) 3521-8936 / Fax (019) 3521-7187

e-mail: cep@fcm.unicamp.br

Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126, Cx. Postal: 6111, CEP:13083-887, Campinas – SP

Anexo B – Termo de consentimento livre e esclarecido – *cookies*

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PESQUISA COM SERES HUMANOS

PROJETO DE MESTRADO: **Obtenção e caracterização da farinha de castanha (*Castanea spp.*) e seu potencial de aplicação em produtos de panificação.**

RESPONSÁVEL PELA PESQUISA: **Ana Cláudia Varanda Moreira**

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: As castanhas portuguesas são matérias-primas com grande potencial de aplicação em produtos de panificação, visto que, possui elevado teor de amido, baixo teor de gordura e conteúdo significativo de fibras e proteínas. Atualmente, as castanhas são comercializadas *in natura* como produto típico do período natalino, coincidindo sua colheita no Brasil com essa época do ano. Vale atentar para o fato de que, por ser sazonal, a castanha não possui uma oferta regular ao longo do ano e ainda por ter um elevado teor de umidade (ao redor de 50%) o produto é bastante perecível, não sendo possível sua armazenagem por longos períodos; logo, a obtenção da farinha pode ser uma alternativa para a utilização do excedente de produção da época de safra. Neste trabalho serão utilizadas ferramentas sensoriais como o teste de aceitação e intenção de compra para avaliar dois produtos produzidos com a farinha de castanha: o bolo inglês e o biscoito tipo *cookies*.

PROCEDIMENTO: As amostras de biscoito tipo *cookies* destinadas ao teste de aceitação sensorial serão servidos em pratinhos plásticos, codificados com números de três dígitos, e avaliados pelo provador com relação à aparência, aroma, sabor e textura e impressão global. O provador deverá experimentar as amostras e responder ao questionário que será entregue no início do teste.

É muito improvável a ocorrência de qualquer desconforto ou risco para você que irá participar da pesquisa. A equipe deixa claro ao provador que não há risco previsível com a sua participação na pesquisa, a menos que o provador tenha alergia aos derivados de castanha ou seja portador da doença celíaca, devendo o mesmo informar previamente à equipe responsável pela pesquisa. Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para se recusar a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. Sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou constrangimento. Os pesquisadores asseguram que seus dados de identidade serão tratados de forma confidencial e sigilosa. A participação no estudo não acarretará custos e não será disponível nenhuma compensação financeira. Qualquer dúvida poderá ser direcionada ao pesquisador responsável pela pesquisa. Dúvidas, denúncias ou reclamações poderão ser encaminhadas ao Comitê de ética em Pesquisa.

Eu,....., declaro que li as informações contidas neste documento e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do provador: _____ RG: _____
Data ____/____/____

Assinatura do responsável pela pesquisa: _____

Responsável pela pesquisa:

Ana Cláudia Varanda Moreira Fone: (19) 8809-9889 e-mail: anac04n@fea.unicamp.br

Comitê de Ética em Pesquisa:

Fone: (19) 3521-8936 / Fax (019) 3521-7187

e-mail: cep@fcm.unicamp.br

Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126, Cx. Postal: 6111, CEP:13083-887, Campinas – SP

Anexo C – Ficha de avaliação sensorial – bolo inglês

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BOLO INGLÊS

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo 4 amostras codificadas de **Bolo Inglês**. Por favor, prove-as da esquerda pra direita e avalie o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra, utilizando a escala abaixo:

9. Gostei extremamente

8. Gostei muito

7. Gostei moderadamente

6. Gostei ligeiramente

5. Não gostei nem desgostei

4. Desgostei ligeiramente

3. Desgostei moderadamente

2. Desgostei muito

1. Desgostei extremamente

AMOSTRA	APARÊNCIA	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL

Por favor, indique qual sua intenção de compra em relação ao produto:

5 - Certamente compraria este produto

4 - Provavelmente compraria este produto

3 - Tenho dúvidas se compraria ou não compraria este produto

2 - Provavelmente não compraria este produto

1 - Certamente não compraria este produto

Amostra n°: _____ Nota: _____

Amostra n°: _____ Nota: _____

Amostra n°: _____ Nota: _____

Amostra n°: _____ Nota: _____

Comentários _____

Anexo D – Ficha de avaliação sensorial – *cookies***AVALIAÇÃO SENSORIAL DE *COOKIES***

Nome: _____

Data: _____

Você está recebendo 4 amostras codificadas de *Cookies*. Por favor, prove-as da esquerda pra direita e avalie o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra, utilizando a escala abaixo:

9. Gostei extremamente

8. Gostei muito

7. Gostei moderadamente

6. Gostei ligeiramente

5. Não gostei nem desgostei

4. Desgostei ligeiramente

3. Desgostei moderadamente

2. Desgostei muito

1. Desgostei extremamente

AMOSTRA	APARÊNCIA	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL

Por favor, indique qual sua intenção de compra em relação ao produto:

5 - Certamente compraria este produto

Amostra n°: _____ Nota: _____

4 - Provavelmente compraria este produto

Amostra n°: _____ Nota: _____

3 - Tenho dúvidas se compraria ou não compraria este produto

Amostra n°: _____ Nota: _____

2 - Provavelmente não compraria este produto

Amostra n°: _____ Nota: _____

1 - Certamente não compraria este produto

Comentários _____

Anexo E – Farinogramas*

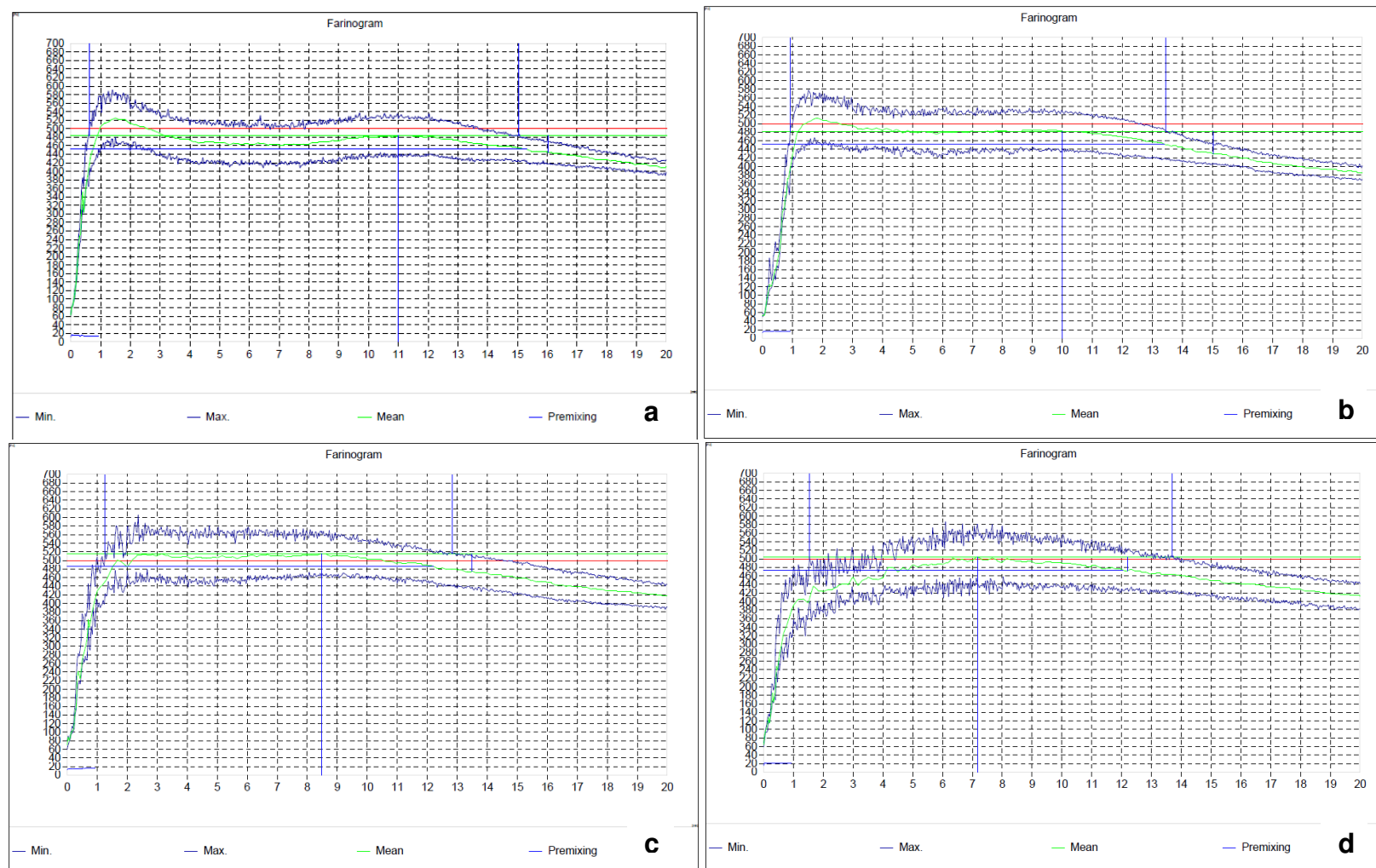


Figura 1. Farinogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha integral: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.

*Foi escolhido o farinograma de uma das replicatas para ilustrar a análise.

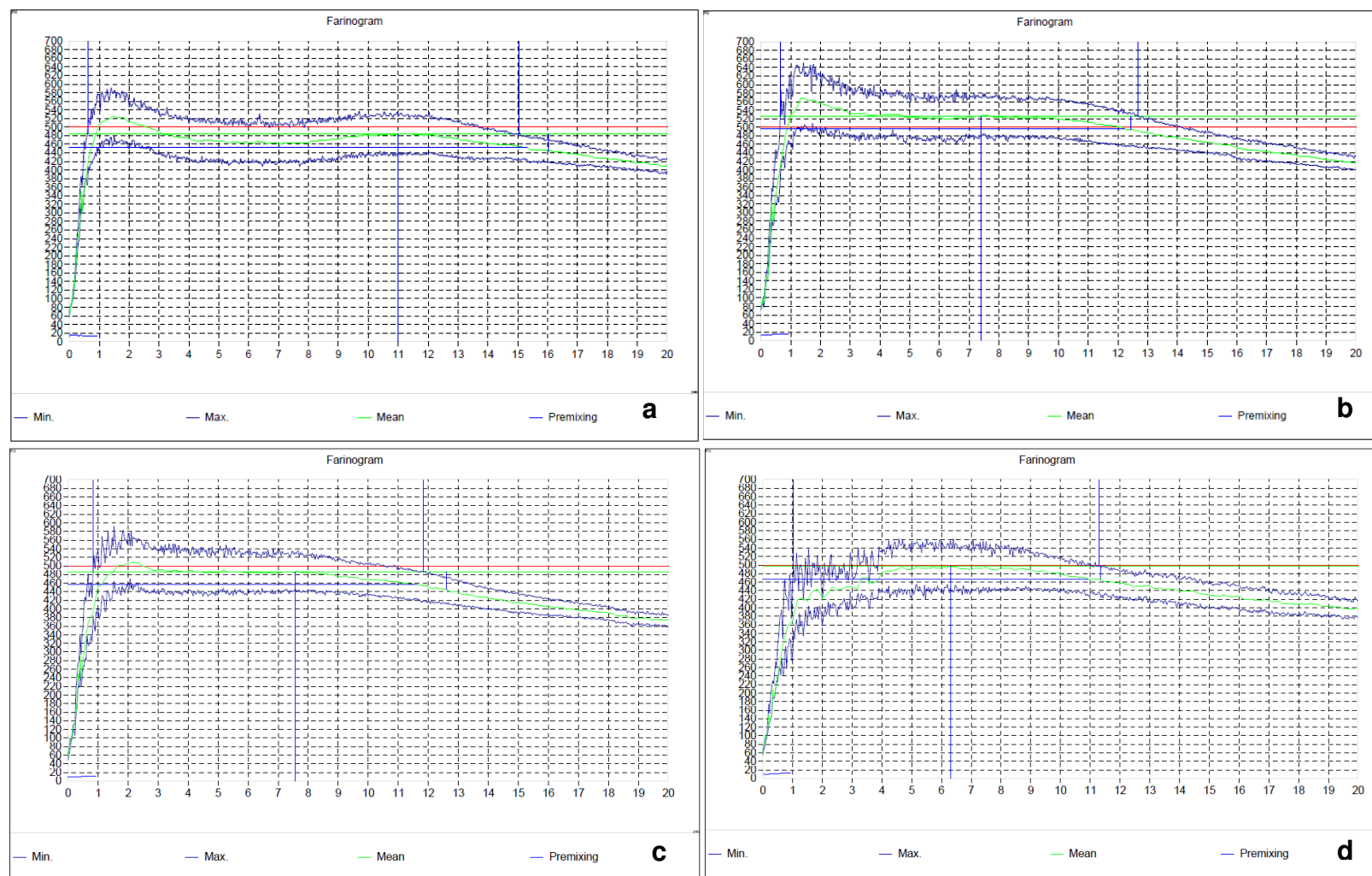


Figura 2. Farinogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha refinada: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.

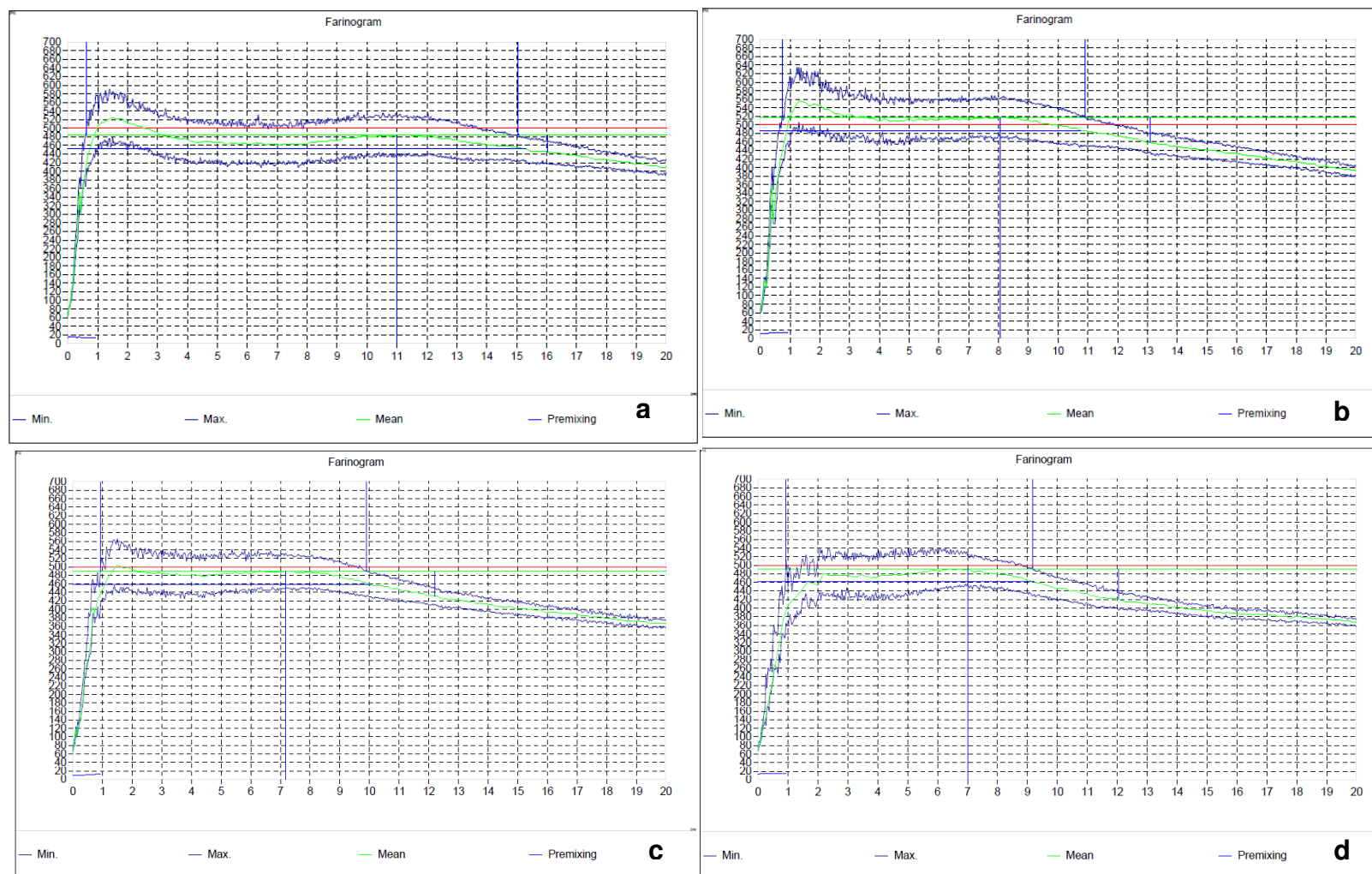


Figura 3. Farinogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha seca inteira: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.

Anexo F – Extensogramas*

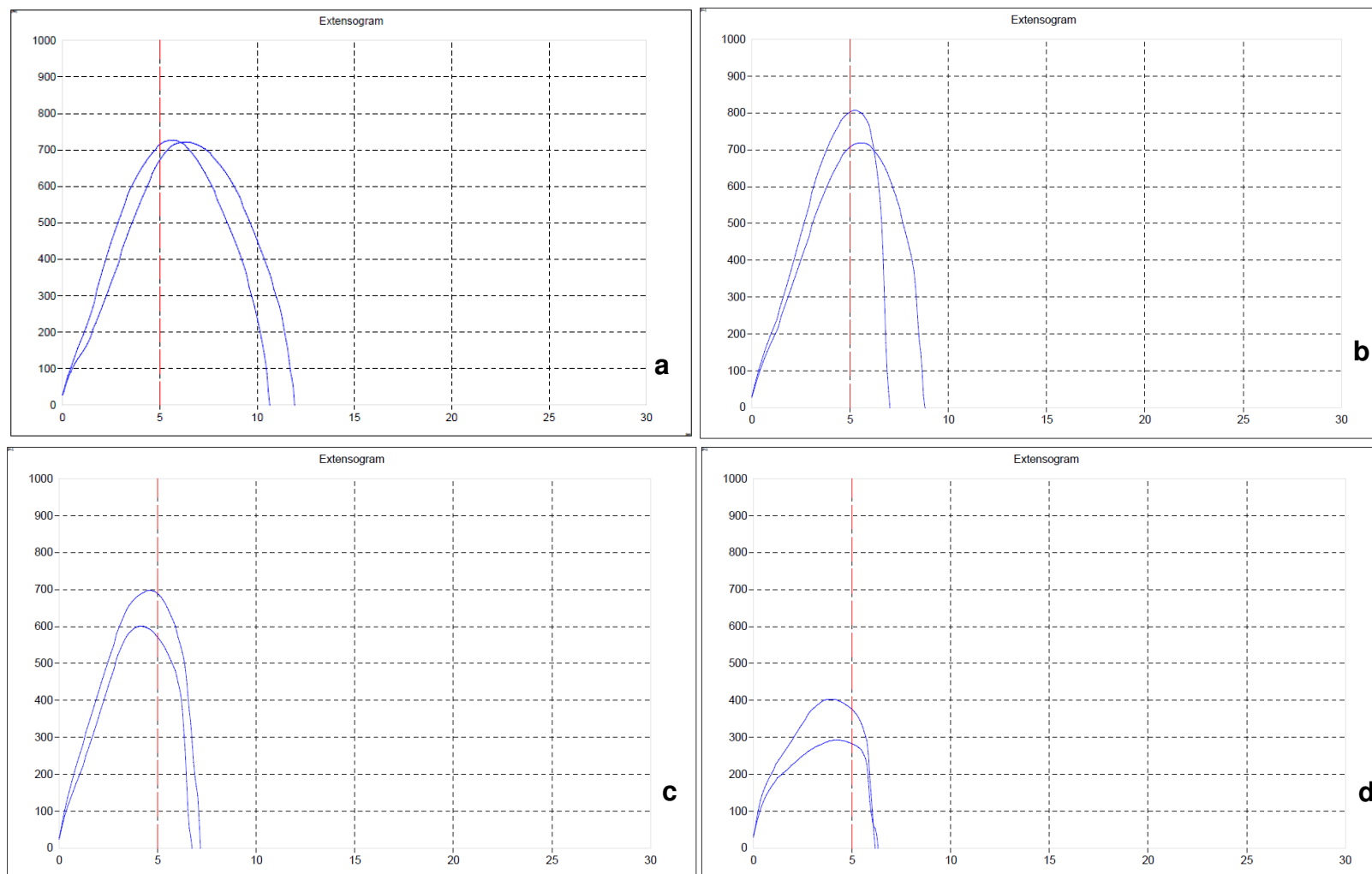


Figura 1. Extensogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha integral: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.

*Foi escolhido o extensograma de uma das replicatas para ilustrar a análise.

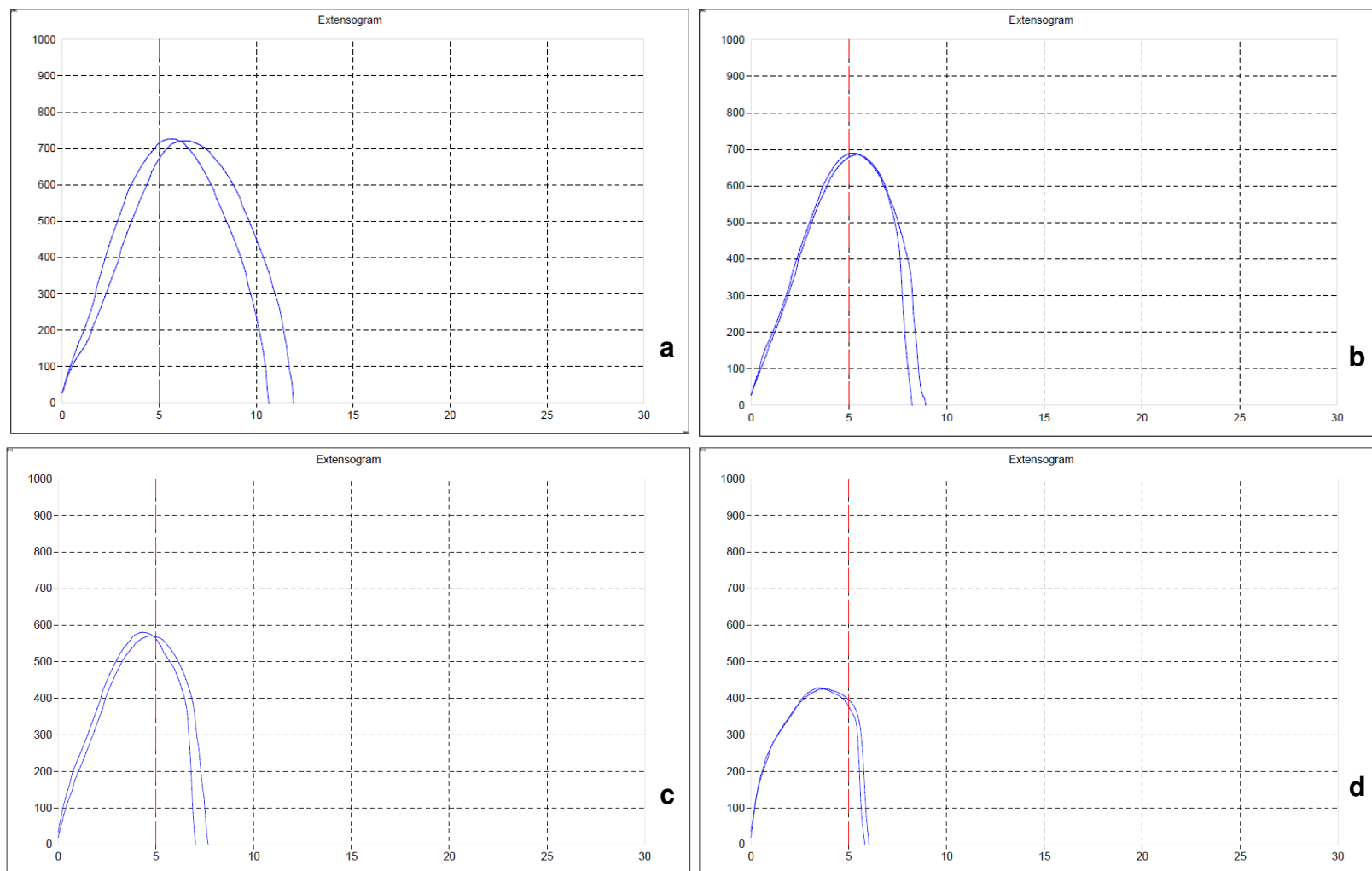


Figura 2. Extensogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha refinada: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.

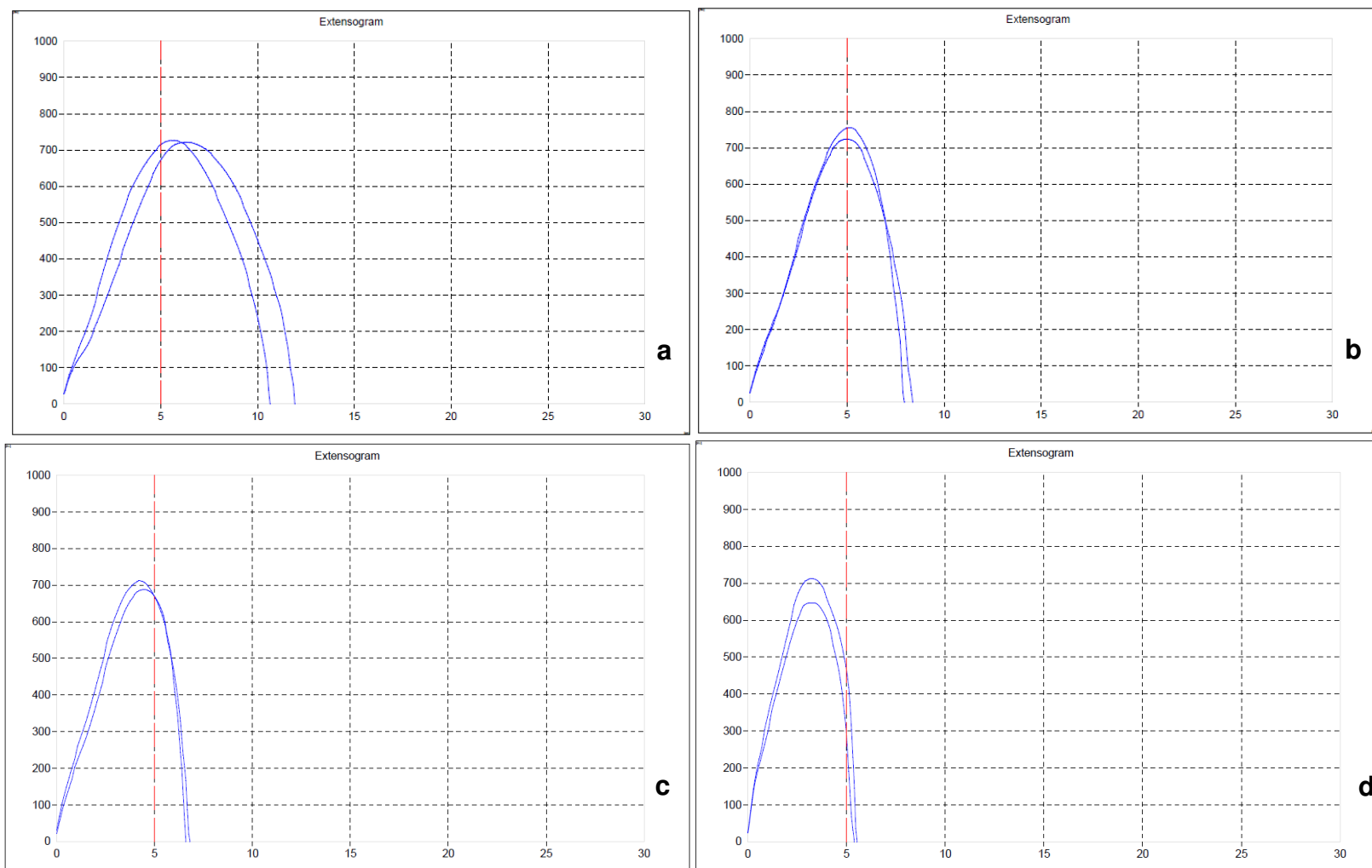


Figura 3. Extensogramas dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha seca inteira: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.

Anexo G – RVA

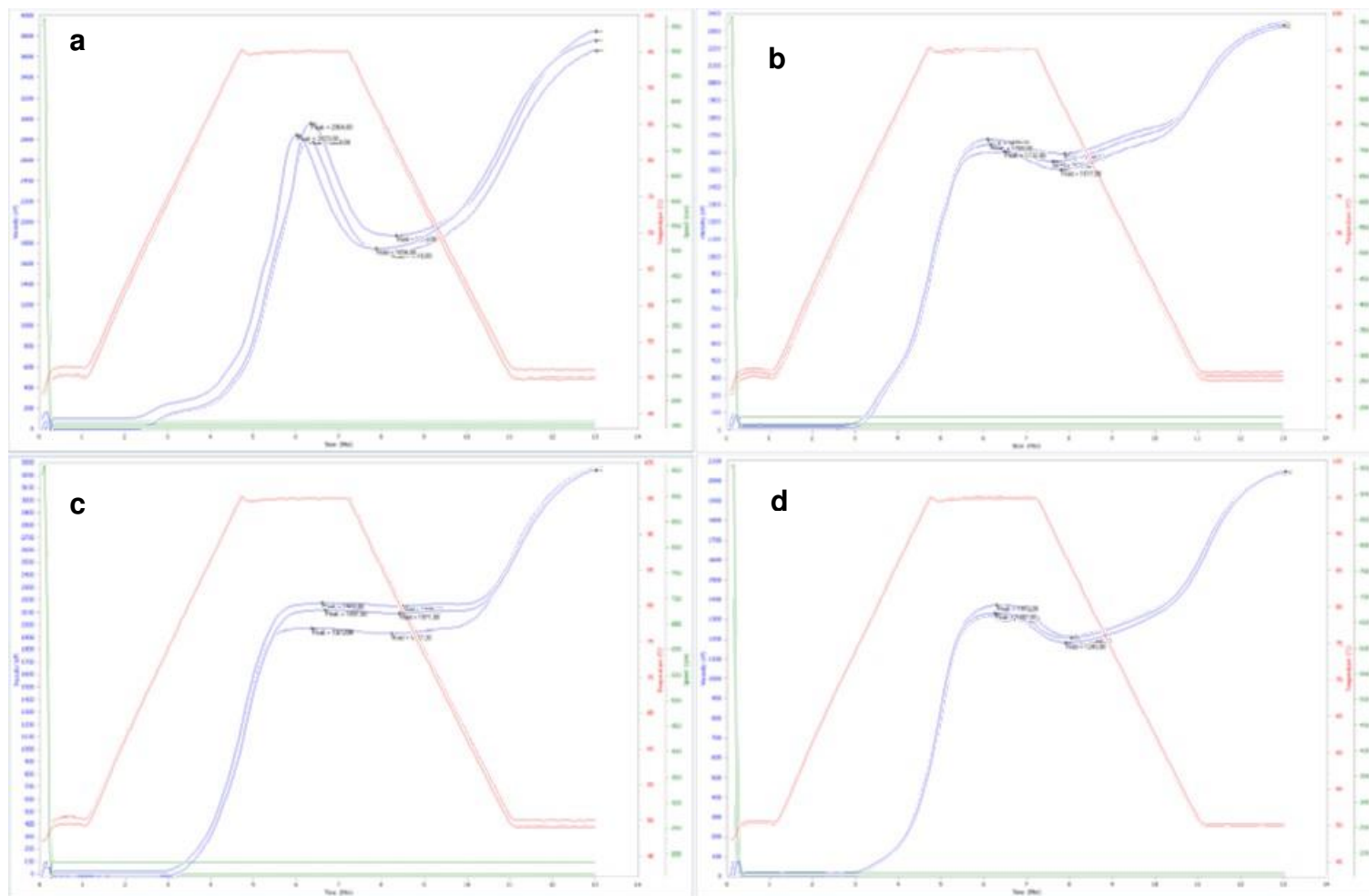


Figura 1. Gráficos de RVA das farinhas de trigo (a) e das farinhas de castanha: b) integral, c) refinada e d) seca inteira.

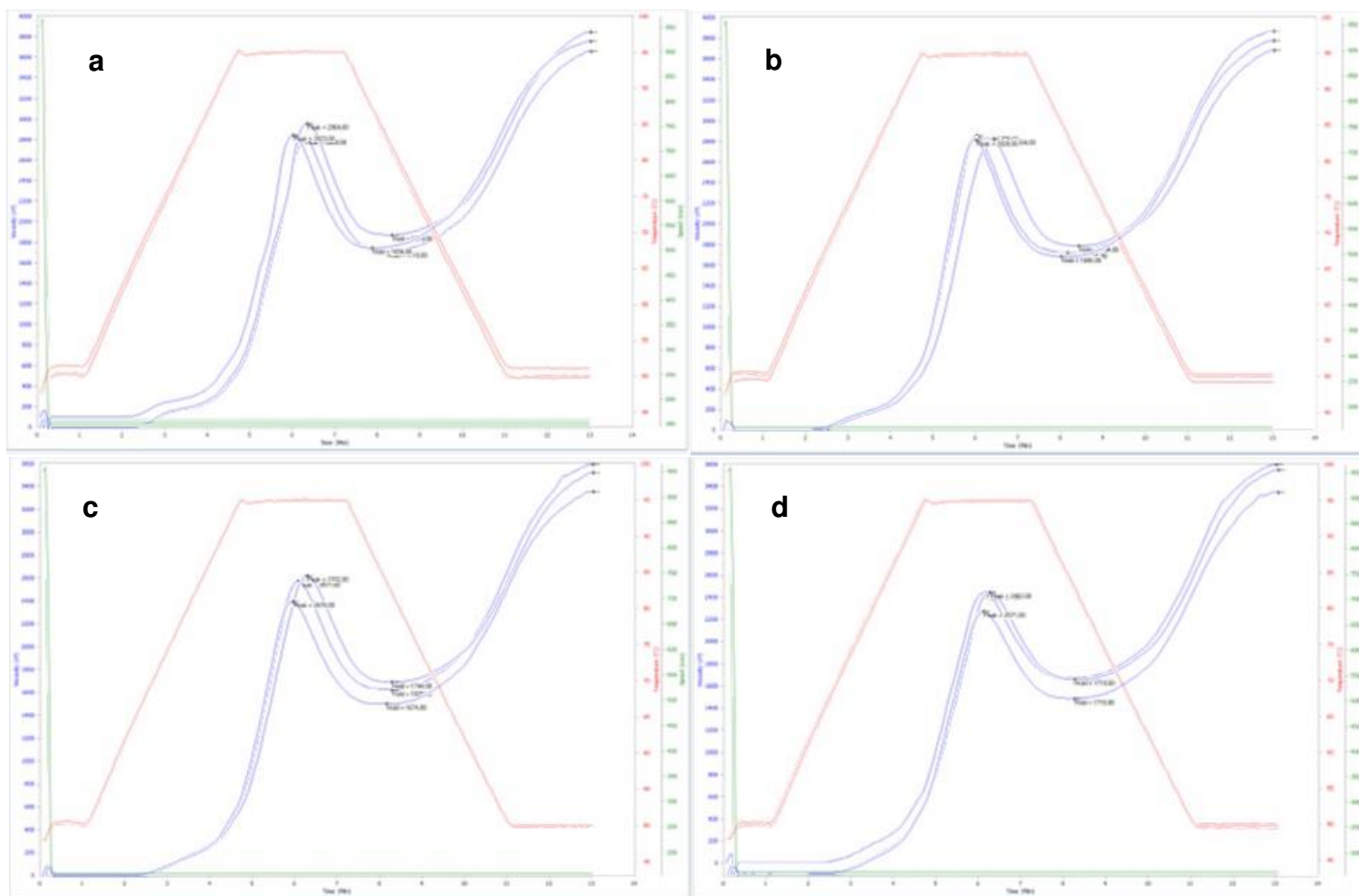


Figura 2. Gráficos de RVA dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha integral: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.

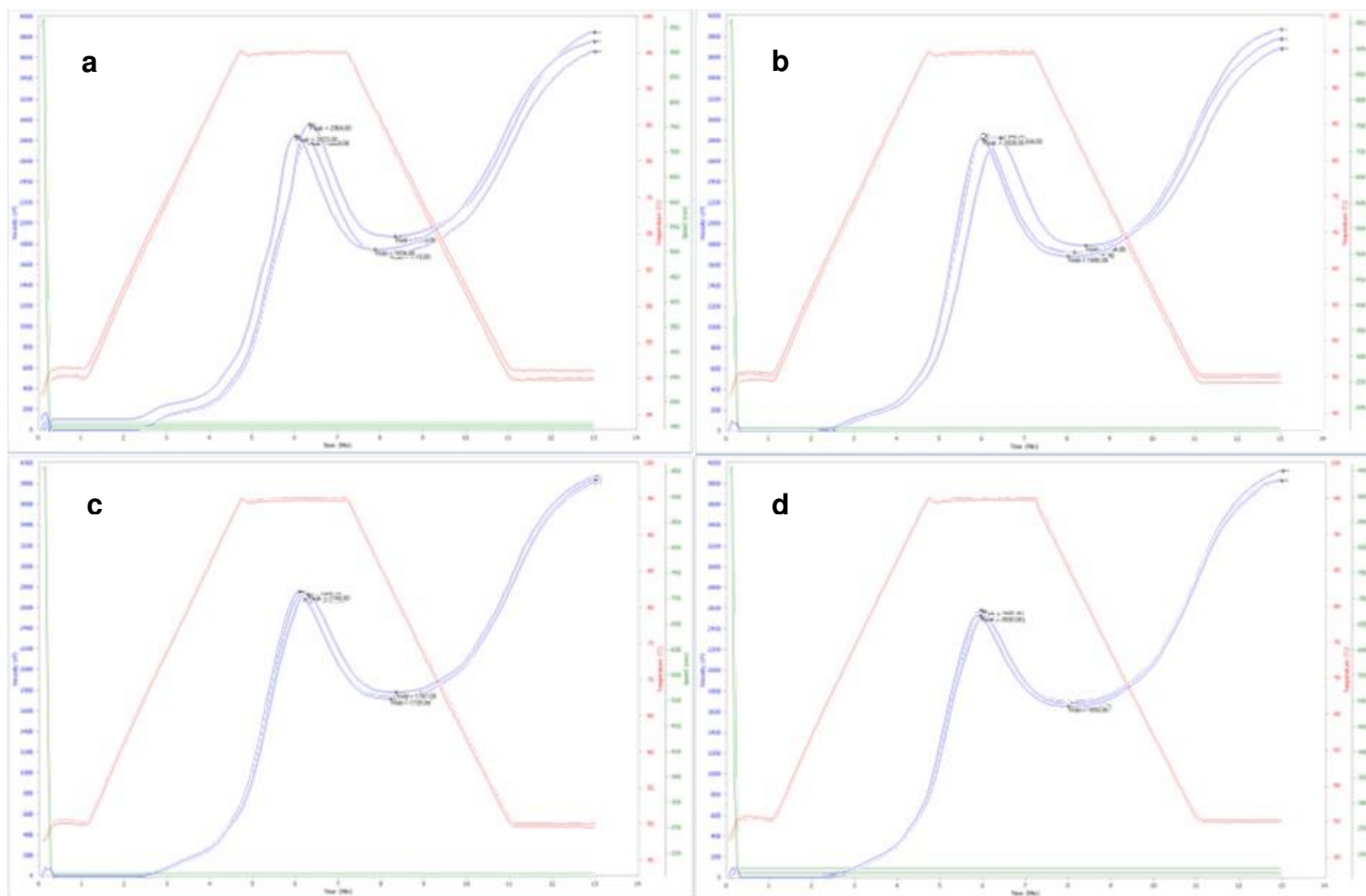


Figura 3. Gráficos de RVA dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha refinada: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.

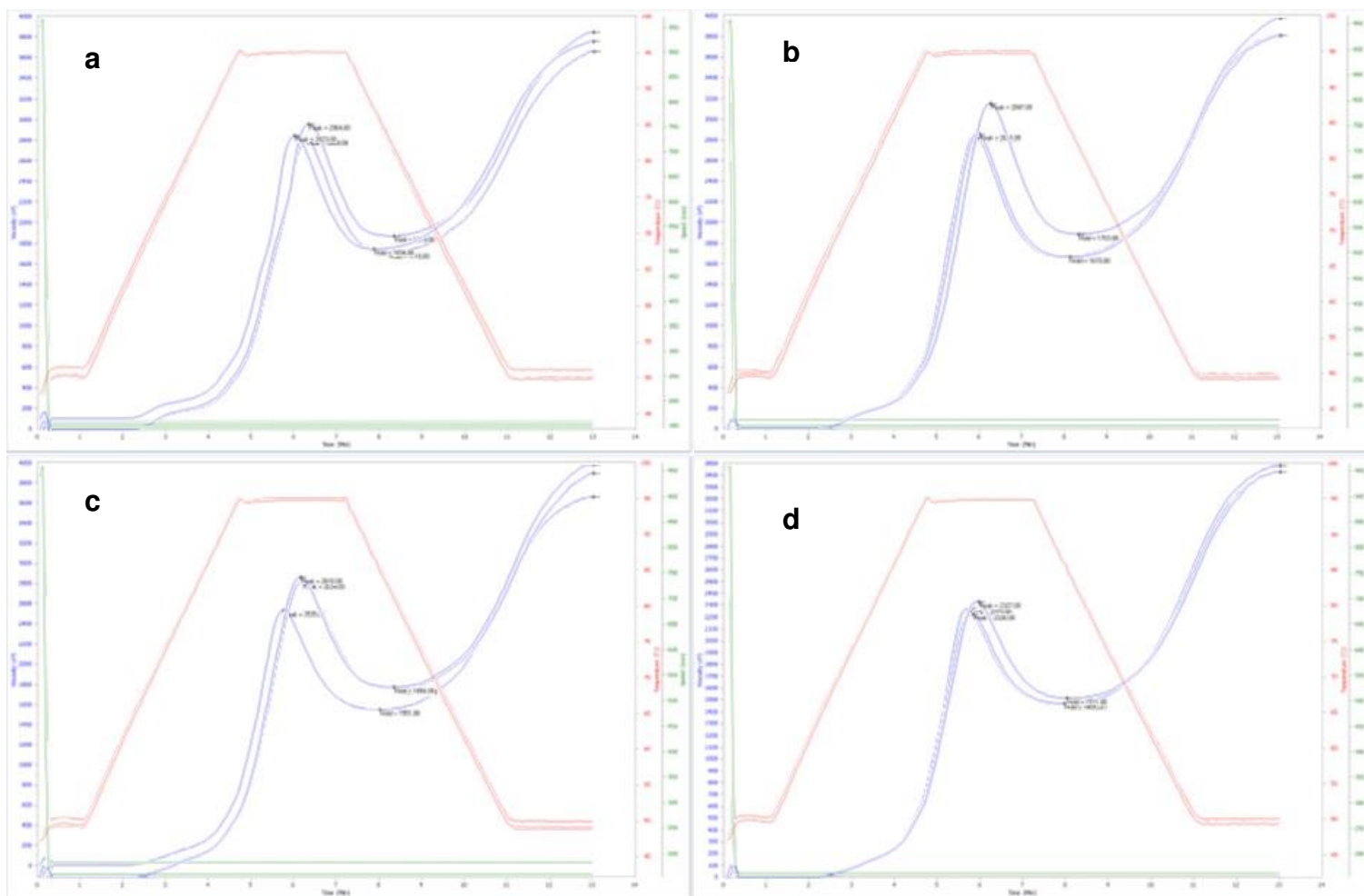


Figura 4. Gráficos de RVA dos blends de farinha de trigo com farinha de castanha seca inteira: a) 0%, b) 10%, c) 20% e d) 30%.