



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS

RENATA MONTARRÔYOS MOREIRA

**CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DA FARINHA OBTIDA DO RESÍDUO DO
PROCESSAMENTO DE ACEROLA EM MASSAS ALIMENTÍCIAS**

ALEGRE – ES
FEVEREIRO – 2018

RENATA MONTARRÔYOS MOREIRA

**CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DA FARINHA OBTIDA DO RESÍDUO DO
PROCESSAMENTO DE ACEROLA EM MASSAS ALIMENTÍCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Raquel Vieira de Carvalho
Coorientadora: Pollyanna Ibrahim Silva

ALEGRE – ES
FEVEREIRO – 2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Sul, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Bibliotecário: Felício Gomes Corteletti – CRB-6 ES-000646/O

M835c Moreira, Renata Montarrôyos, 1990 -
Caracterização e aplicação da farinha obtida do resíduo do
processamento de acerola em massas alimentícias / Renata Montarrôyos
Moreira. – 2018.
115 f. : il.

Orientador: Raquel Vieira de Carvalho.
Coorientador: Pollyanna Ibrahim Silva.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias.

1. Tecnologia de alimentos. 2. Farinhas. 3. Aceroleira. I. Carvalho,
Raquel Vieira de. II. Silva, Pollyanna Ibrahim. III. Universidade Federal do
Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 664

RENATA MONTARRÔYOS MOREIRA

**CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DA FARINHA OBTIDA DO RESÍDUO
DO PROCESSAMENTO DE ACEROLA EM MASSAS ALIMENTÍCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em 20 de fevereiro de 2018.

R. Carvalho

Prof^a. Dr^a. Raquel Vieira de Carvalho
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

P. Silva

Prof^a. Dra. Pollyanna Ibrahim Silva
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

Kátia Kawase

Prof^a. Dra. Kátia Yuri Fausta Kawase
Instituto Federal Fluminense - IFF
Examinadora

Aos que sempre me incentivaram e apoiaram, em especial meus pais, Renato e Edivana, meu irmão Renan e meu esposo, companheiro e amigo, Áquila.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meus passos, me fortalecer e me renovar a cada manhã para concluir mais esta etapa em minha vida.

Aos meus pais e meu querido irmão, por todo cuidado, amor, apoio e incentivo.

Ao meu esposo, por toda paciência, amor e companheirismo.

À minha orientadora, Raquel Vieira de Carvalho, por todo apoio, correções e conselhos dados. Muito obrigada.

À professora Pollyanna Ibrahim Silva, coorientadora, pela disponibilidade em sanar minhas dúvidas e ensinar.

À banca de defesa, Pollyanna Ibrahim Silva e Kátia Yuri Fausta Kawase, por todas as contribuições.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Instituto Federal Fluminense, *campus* Santo Antônio de Pádua e a todos meus colegas de trabalho que me apoiaram nesta jornada.

À Agroindústria produtora de polpa pelo fornecimento dos resíduos de acerola.

Às minhas amigas do PCTA, Bruna, Carol e Clara, e todos os outros colegas que me ajudaram de alguma forma.

À estagiária Gabriela, obrigada por todo trabalho que desenvolvemos juntas.

Aos 70 avaliadores que participaram da avaliação sensorial.

A todos que de algum modo, estando próximo ou longe, me ajudaram e torceram por mim.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Resultados obtidos das análises físico-químicas para determinação da composição centesimal da farinha de trigo, farinha do resíduo de acerola e misturas em base seca.....	37
Tabela 1.2 – Valor de fibra total, insolúvel e solúvel da farinha de resíduo de acerola.....	41
Tabela 1.3 – Resultados das análises físico-químicas da farinha de trigo, farinha do resíduo de acerola e misturas.....	43
Tabela 1.4 – Resultados da análise de cor da farinha de trigo, farinha do resíduo de acerola e misturas.....	47
Tabela 1.5 – Porcentagem de farinha de trigo, farinha de resíduo de acerola e misturas retidas nas peneiras para análise de granulometria.....	48
Tabela 2.1 – Formulações utilizadas para o preparo das massas alimentícias, tipo Talharim, com as diferentes misturas de farinha de trigo e FRA.....	59
Tabela 2.2 – Resultados obtidos da composição centesimal das massas alimentícias tipo Talharim.....	66
Tabela 2.3 – Valor de fibra total, insolúvel e solúvel da massa alimentícia tipo Talharim com 15% de substituição	71
Tabela 2.4 – Resultados das análises físico-químicas das diferentes formulações de massas alimentícias tipo Talharim.....	73
Tabela 2.5 – Resultados da análise das diferentes formulações de massas alimentícias tipo Talharim.....	76
Tabela 3.1 – Formulações utilizadas para o preparo das massas alimentícias, tipo Talharim, com as diferentes misturas de farinha de trigo e FRA.....	87
Tabela 3.2 – Resultados dos testes de cozimento aplicado nas formulações das massas alimentícias.....	91
Tabela 3.3 – Médias dos resultados da análise de textura instrumental aplicada nas formulações das massas alimentícias.....	94
Tabela 3.4 – Médias das notas de aceitação sensorial e intenção de compra para as amostras das massas alimentícias controle e com aplicação da farinha de resíduo de acerola.....	95

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Referências bibliográficas	2
2 OBJETIVOS	5
2.1 Objetivo geral	5
2.2 Objetivos específicos	5
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1 Acerola (<i>Malpighia emarginata</i> DC.)	6
3.2 Resíduos agroindustriais	8
3.3 Farinhas.....	9
3.3.1 Farinhas, sêmola e semolina de trigo	9
3.3.2 Farinhas mistas.....	11
3.3.3 Massas alimentícias	13
3.4 Referências bibliográficas	14
CAPÍTULO I - ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA OBTIDA DO RESÍDUO DA ACEROLA (<i>Malpighia emarginata</i> DC.) E SUAS MISTURAS	21
1 INTRODUÇÃO	24
2 MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1 Material.....	26
2.2 Obtenção e elaboração da farinha a partir do resíduo da acerola.....	26
2.3 Rendimento da farinha do resíduo da acerola (FRA)	27
2.4 Preparo das amostras das farinhas mistas	28
2.5 Análises físico-químicas da farinha de trigo, farinha do resíduo de acerola e misturas.....	28
2.5.1 Composição centesimal.....	28
2.5.2 Análise de pH	32
2.5.3 Análise de acidez.....	32
2.5.4 Quantificação de vitamina C	33
2.5.5 Determinação de compostos fenólicos	33
2.5.6 Análise de carotenoides.....	33
2.5.7 Análise de cor	34
2.5.8 Granulometria	35

2.6 Análise dos dados	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.1 Rendimento da farinha do resíduo da acerola (FRA)	35
3.2 Composição centesimal	36
3.2.1 Teor de água	36
3.2.2 Teor de gordura	38
3.2.3 Determinação de proteínas.....	38
3.2.4 Teor de cinzas	39
3.2.5 Carboidratos	40
3.2.6 Quantificação de energia	40
3.2.7 Fibra total, insolúvel e solúvel.....	40
3.3 Análise de pH	42
3.4 Análise de acidez	44
3.5 Determinação de vitamina C	44
3.6 Determinação de compostos fenólicos.....	45
3.7 Análise de carotenoides	45
3.8 Análise de cor.....	46
3.9 Granulometria.....	48
3.10 Conclusão	49
3.11 Referências bibliográficas	49
CAPÍTULO II - ELABORAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS COM FARINHA DO RESÍDUO DE ACEROLA E SUA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.....	55
1 INTRODUÇÃO	58
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	59
2.1 Material.....	59
2.2 Formulação das massas alimentícias	59
2.3 Análises físico-químicas das massas alimentícias	60
2.3.1 Composição centesimal.....	60
2.3.2 Análise de pH	64
2.3.3 Análise de acidez.....	64
2.3.4 Determinação de vitamina C.....	65
2.3.5 Análise de compostos fenólicos.....	65
2.3.6 Carotenoides	65
2.3.7 Análise de cor	66

2.4 Análise dos dados	67
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
3.1 Composição centesimal	67
3.1.1 Teor de água	67
3.1.2 Teor de gordura	69
3.1.3 Determinação de proteínas.....	69
3.1.4 Teor de cinzas	70
3.1.5 Carboidratos	70
3.1.6 Quantificação de energia	71
3.1.7 Fibra total, insolúvel e solúvel.....	71
3.2 Análise de pH	72
3.3 Análise de acidez	74
3.4 Determinação de vitamina C	74
3.5 Análise de compostos fenólicos	74
3.6 Análise de carotenoides	75
3.7 Análise de cor.....	76
3.8 Conclusão.....	77
3.9 Referências bibliográficas	78
CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS ELABORADAS COM FARINHA DO RESÍDUO DA ACEROLA (<i>Malpighia emarginata</i> DC.)	82
1 INTRODUÇÃO	85
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	86
2.1 Material.....	86
2.2 Formulação das massas alimentícias	86
2.3 Análises tecnológicas	87
2.3.1 Testes de cozimento.....	87
2.3.2 Análise de textura	88
2.4 Análise sensorial	89
2.5 Aspectos éticos	89
2.6 Análise dos dados	90
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
3.1 Análises tecnológicas	90
3.1.1 Testes de cozimento.....	91

3.1.2 Análise de textura	93
3.2 Análise sensorial	95
3.3 Conclusão.....	96
3.4 Referências bibliográficas	97
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
APÊNDICE	101

RESUMO

MOREIRA, Renata Montarrôyos. **Caracterização e aplicação da farinha obtida do resíduo do processamento de acerola em massas alimentícias.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Orientador: Prof^a DSc. Raquel Vieira de Carvalho. Coorientadora: Prof^a DSc. Pollyanna Ibrahim Silva.

A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) contém alto teor de substâncias antioxidantes, como a vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos. A fruta *in natura* apresenta limitação, tanto para a sua comercialização, devido à sua alta perecibilidade, quanto por meio do seu processamento, onde há geração de resíduos (casca e sementes). Assim, a produção de uma farinha a partir desses resíduos apresenta-se como uma alternativa viável para o seu aproveitamento, e sua utilização em produtos alimentícios. O objetivo da presente pesquisa foi elaborar e analisar as características físico-químicas da farinha do resíduo da acerola (FRA) e suas misturas com a farinha de trigo durum (FT), e avaliar a sua viabilidade na aplicação de massa alimentícia tipo Talharim, assim como a caracterização físico-química e tecnológica da massa produzida. As amostras com misturas de farinhas continham percentuais de 5%, 10%, 15% de farinha do resíduo da acerola em relação à farinha de trigo, além de amostras controle (0% de substituição) e amostra com 100% de FRA. A substituição parcial da farinha de trigo pela FRA não proporcionou alteração significativa no teor de água, lipídeos, proteína, cinzas, carboidratos e carotenoides totais em relação à amostra controle ($p > 0,05$). Entretanto, foi observado uma diminuição em relação aos valores de pH, para coordenada de luminosidade (L^*) e coordenada b^* ($p < 0,05$). Porém, um aumento da acidez, vitamina C, compostos fenólicos, coordenada a^* e ΔE (diferença global de cor) foram observados com o aumento da substituição ($p < 0,05$). Um alto teor de fibras foi encontrado na farinha de resíduo de acerola, com valor de 60,15% de fibra total, 53,79% de fibra insolúvel e 6,36% de fibra solúvel. Para as massas alimentícias, a mistura da FT com a FRA não proporcionou diferenças significativas nas variáveis de teor de água, lipídeos, proteínas, carboidratos e energia ($p > 0,05$). Uma redução do pH foi observada, assim como para a análise de cor, por meio da coordenada L^* em que as amostras se tornaram mais escuras e da coordenada b^* ($p < 0,05$). Um aumento foi identificado com a substituição da FT por FRA nas formulações com substituição em relação à formulação controle (F0), para o teor de cinzas, acidez, vitamina C, compostos fenólicos, carotenoides, coordenadas a^* e ΔE . Em relação a análises tecnológicas, à medida que foi realizado o aumento das substituições da FRA, foi detectada diferença significativa ($p < 0,05$) das amostras com substituição em relação à amostra controle (0% de substituição) para o tempo de cozimento, índice de absorção de água, expansão de volume, com exceção apenas para a perda de sólidos solúveis e textura instrumental em que não ocorreu diferença significativa ($p > 0,05$). Para a análise sensorial, de modo geral, quando avaliadas pela impressão global, todas as amostras com substituição não diferiram entre si ($p > 0,05$) e apresentaram boa aceitação sensorial, avaliadas como “gostei ligeiramente” e quando avaliadas pela intenção de compra, a formulação F10 foi avaliada com maior nota. Neste sentido, a elaboração da farinha do resíduo de acerola apresentou-se como uma alternativa viável para a substituição da farinha de trigo durum, possibilitando a sua substituição em até 15% para a elaboração da massa alimentícia tipo Talharim.

Palavras-chave: farinha mista, *Malpighia emarginata* DC., macarrão.

ABSTRACT

MOREIRA, Renata Montarrôyos. **Characterization and application of the flour obtained from the processing residue of acerola in pasta.** 2018. Dissertation (Master Degree in Food Science and Technology) - Federal University of Espírito Santo, Alegre - ES. Advisor: Prof^a DSc. Raquel Vieira de Carvalho. Co-Advisor: Prof^a DSc. Pollyanna Ibrahim Silva.

The acerola (*Malpighia emarginata* DC.) contains high content of antioxidant substances such as vitamin C, carotenoids and phenolic compounds. The fruit in natura has limitations, both for its commercialization, due to its high perishability, and through its processing, where there is generation of residues (peel and seeds). Therefore, the production of flour from these residues presents itself as a viable alternative for its use, and its use in food products. The objective of the present research was to elaborate and analyze the physicochemical characteristics of the acerola residue flour (FRA) and its mixtures with durum wheat flour (FT), and to evaluate its viability in the application of pasta type Talharim, as the physical-chemical and technological characterization of the mass produced. Samples with flour mixtures contained percentages of 5%, 10%, 15% of acerola residue flour in relation to wheat flour, in addition to control samples (0% substitution) and 100% FRA sample. The partial replacement of wheat flour by FRA did not result in a significant alteration in the water content, lipids, protein, ashes, carbohydrates and total carotenoids in relation to the control sample ($p > 0.05$). However, a decrease was observed in relation to the pH values, for coordinate of luminosity (L^*) and coordinate b^* ($p < 0.05$). However, increase in acidity, vitamin C, phenolic compounds, coordinated a^* and ΔE (overall color difference) were observed with increased substitution ($p < 0.05$). High fiber content was found in the acerola residue flour, with a value of 60.15% of total fiber, 53.79% of insoluble fiber and 6.36% of soluble fiber. For the pasta, the mixture of FT and FRA did not provide significant differences in the variables of water content, lipids, proteins, carbohydrates and energy ($p > 0.05$). Reduction of the pH was observed, as well as for the color analysis, by means of the L^* coordinate in which the samples became darker and the coordinate b^* ($p < 0.05$). Increase was identified with the substitution of FT by FRA in formulations with substitution in relation to the control formulation (F0), for ash content, acidity, vitamin C, phenolic compounds, carotenoids, a^* and ΔE coordinates. In relation to technological analysis, as the FRA substitutions were increased, a significant difference ($p < 0.05$) was detected in the samples with substitution in relation to the control sample (0% substitution) for the cooking time, water absorption index, volume expansion, except for loss of soluble solids and instrumental texture in which there was no significant difference ($p > 0.05$). For the sensory analysis, in general, when evaluated by the overall impression, all samples with substitution did not differ between them ($p > 0.05$) and showed good sensory acceptance, evaluated as "slightly liked" and when evaluated by the intention of purchase, the F10 formulation was evaluated with a higher grade. In this sense, the elaboration of the acerola residue flour was a viable alternative for the durum wheat flour substitution, making it possible to substitute up to 15% for the elaboration of the Talharim type pasta.

Keywords: mixed flour, *Malpighia emarginata* DC., pasta.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma variedade de frutas tropicais, sendo a acerola (*Malpighia emarginata* DC.) uma fruta de grande valor econômico e nutricional, devido ao seu alto teor de vitamina C, carotenoides, tiamina, riboflavina, niacina e minerais como ferro, cálcio e fósforo (RITZINGER; KOBAYASHI; OLIVEIRA, 2003; KAWAGUCHI; TANABE; NAGAMINE, 2007; HANAMURA; UCHIDA; AOKI, 2008; BENJAMIN et al., 2015). É consumida tanto na forma *in natura* quanto processada, na forma de sucos, geleias, sorvetes, xaropes, licores, doces em caldas, entre outros (AQUINO; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2012).

A acerola é nativa das Ilhas do Caribe, América Central e Norte da América do Sul. No Brasil foi inicialmente introduzida no Estado de Pernambuco em 1955, e posteriormente difundida para o Nordeste e outras regiões do país. Nos últimos anos, devido ao aumento da demanda do mercado interno e externo, tem-se estimulado a formação de novos plantios (RITZINGER; RITZINGER, 2011).

No estado do Espírito Santo, em 2010, foi implantado o polo da acerola na região sul do estado visando atender as demandas da matéria-prima pelas indústrias de processamento (INCAPER, 2010; IDAF, 2016). Segundo o INCAPER (2010), a oferta da matéria-prima era em torno de 50 toneladas no ano de implantação, e atualmente a produção está em torno de 180 toneladas. Porém as demandas das agroindústrias de polpa da região são de 200 toneladas (IDAF, 2016), que como consequência acarreta em um aumento na produção de resíduos para descarte.

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de frutas do mundo, entretanto o desperdício das mesmas está em torno de 30% a 40% (SALGADO; GUERRA; FILHO, 1999; AQUINO et al., 2010). Uma das alternativas de uso das frutas é o processamento para a produção de sucos, em forma de polpas de frutas, porém ao final do processo há geração de resíduos. Para a acerola, estes resíduos resultam em um rendimento médio de produção em torno de 15% a 41% (VASCONCELOS et al., 2002).

Os resíduos provenientes da acerola são constituídos em sua maior proporção por cascas e sementes (AQUINO et al., 2010). Visando aproveitá-los, buscam-se alternativas para minimizar as perdas e reduzir custos, podendo ser adicionados em alimentos para melhorar o valor nutricional, textura, cor, sabor e aroma, possibilitando fomentar a produção de alimentos mais saudáveis (SANTOS

et al., 2008; AQUINO et al., 2010). Além disso, alimentos formulados com resíduos do processamento de frutas apresentam boa aceitabilidade e deste modo incentivam o número cada vez maior de pesquisas nesta área (MELONI, 2006).

A formulação de farinhas de frutas ou farinhas produzidas a partir do resíduo de frutas possui uma ampla gama de aplicações e seu uso em formulação de alimentos pode ser promovido em virtude da farinha ser um ingrediente com baixo teor de água o que possibilita um maior tempo de conservação, por possibilitar a concentração de valores nutricionais e também devido às suas propriedades físicas e químicas diferenciadas (MELONI, 2006).

Massas alimentícias são produtos que se tornaram populares, fazendo parte da dieta dos consumidores brasileiros. Este fato é devido ao seu baixo custo, por requerer tecnologia simples para a sua produção, devido ao fácil preparo e pela sua disponibilidade em vários formatos, tamanhos e cores (FOGAGNOLI; SERAVALLI, 2014). Pesquisas para a elaboração de massas alimentícias adicionadas de farinhas das mais variadas fontes com a finalidade de aumentar o seu valor nutricional foram realizadas (BORGES et al., 2003; FOGAGNOLI; SERAVALLI, 2014).

Deste modo, o presente estudo teve por objetivo produzir uma farinha a partir dos resíduos do processamento de acerola e avaliar o seu potencial de utilização em formulações de massas alimentícias em substituição parcial da farinha de trigo.

1.1 Referências bibliográficas

AQUINO, A. C. M. S.; MÓES, R. S.; LEÃO, K. M. M.; FIGUEIREDO, A. V. D.; CASTRO, A. A. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 379-86, 2010.

AQUINO, N. S. M; OLIVEIRA, T. K. L; ALMEIDA, E. B. **Obtenção e análise físico-química da farinha de resíduo de acerola e elaboração de biscoitos para teste de aceitabilidade.** 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/2734>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

BENJAMIN, S. R.; OLIVEIRA NETO, J. R.; MACEDO, I. Y. L.; BARA, M. T. F.; CUNHA, L. C.; CARVALHO, L. A. F.; GIL, E. S. Electroanalysis for Quality Control of Acerola (*Malpighia emarginata*) Fruits and their Commercial Products. **Food Analytical Methods**, Goiás, v. 8, p. 86 - 92, 2015.

BORGES, J. T. S; ASCHERI, J. L. R; ASCHERI, D. R; NASCIMENTO, R. E; FREITAS, A. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*,

willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*) polido por extrusão termoplástica. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 303 - 322, 2003.

FOGAGNOLI, G.; SERAVALLI, E. A. G. Aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 204-212, 2014.

HANAMURA, T.; UCHIDA, E.; AOKI, H. Changes of the composition in acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruit in relation to cultivar, growing region and maturity. **Journal of the Science Food Agriculture**, v. 88; p. 1813–1820, 2008.

IDAF. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do ES. Seag instala Comitê Gestor do Polo de Acerola. Disponível em: <http://www.idaf.es.gov.br/WebForms/wfNoticia.aspx?cd_Noticia=740>. Acesso em: 23 fev. 2016.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Fruticultura: Governo lança polo de acerola. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/?a=noticias/2010/novembro/noticias_19_11_2010_2>. Acesso em: 23 fev. 2016.

KAWAGUCHI, M.; TANABE, H.; NAGAMINE, K. Isolation and characterization of a novel flavonoid possessing a 4,2"-glycosidic linkage from green mature acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) fruit. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 71, n. 5; p. 1130-1135, 2007.

MELONI, P. L. S. **Manual de produção de Frutas Desidratadas, Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria – Frutal**; Sindicato dos Produtores de frutas do Estado do Ceara – Sindifruta, 2006.

RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. **A cultura da aceroleira**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, p. 164-184, 2003.

RITZINGER, R., RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Cultivo Tropical de Fruteiras**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 32, n. 264, p. 17- 25, 2011.

SALGADO, S. M.; GUERRA, N.B.; FILHO, A.B.M. Polpa de Fruta Congelada: Efeito do Processamento sobre o conteúdo de Fibra Alimentar. **Revista de Nutrição**, v.12, n. 3, p. 303-308,1999.

SANTOS, V. S.; MACHADO, A. R.; ARAÚJO, P. F.; RODRIGUES, R. S. **Avaliação sensorial de biscoitos elaborados com resíduo de polpa de amora preta (*Rubus spp.*)**, In: Anais do XVII Congresso de Iniciação Científico da UFPEL. Pelotas, RS, 2008.

VASCONCELOS, V. R.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M. **Utilização de subprodutos do processamento de frutas na alimentação de caprinos e ovinos**.

In: VI SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA – PECNORDESTE, Fortaleza-CE, Anais. Fortaleza: FAEC, p.83-99, 2003.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Produzir massa alimentícia com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha elaborada a partir do resíduo do processamento de acerola.

2.2 Objetivos específicos

- Elaborar farinha a partir do resíduo do processamento de acerola.
- Caracterizar a farinha de trigo, a farinha produzida e suas respectivas misturas com a farinha de trigo quanto à sua composição físico-química.
- Elaborar massas alimentícias com diferentes concentrações da farinha preparada a partir do resíduo da acerola com a farinha de trigo.
- Caracterizar as massas alimentícias quanto à sua composição físico-química e qualidade tecnológica.
- Realizar a análise sensorial para avaliar a aceitação e intenção de compra das massas alimentícias pelos consumidores.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Acerola (*Malpighia emarginata* DC.)

A acerola pertence à família Malpighiaceae, gênero *Malpighia*, porém sua classificação botânica é muito questionada. As classificações *Malpighia glabra* L., *M. puniceifolia* L. e *M. emarginata* DC., são habitualmente utilizadas para se referir à acerola. Pesquisas concluíram que *M. glabra* e *M. puniceifolia* pertencem a uma mesma espécie que apresentam frutos pequenos, insípidos e com pouco suco (OLIVEIRA et al., 2003). De acordo com Comitê Internacional de Recursos Genéticos de Plantas, em 1986 foi adotado que a acerola pertence à espécie *M. emarginata* DC. (IBPGR, 1986).

A fruta é considerada uma drupa, com epicarpo fino, mesocarpo carnudo e suculento, endocarpo constituído por três caroços triangulares e alongados, e o peso da fruta pode variar entre 3 a 16 g. A frutificação ocorre entre a primavera e o verão de modo contínuo, porém desde que haja disponibilidade de água. O fruto imaturo apresenta uma coloração da casca de verde ou verde-arroxeadada, e quando maduros, a cor da casca pode variar de vermelho-amarelada, vermelho-alaranjada ou vermelho-púrpura. Já a cor da polpa pode exibir uma cor amarela, alaranjada ou vermelha (RITZINGER; RITZINGER, 2011).

O destaque do aumento do cultivo da fruta está diretamente atribuído ao seu valor nutricional e sua capacidade de processamento, atraindo o interesse de fruticultores (OLIVEIRA; FILHO, 1998; MACIEL et al., 2010; CAETANO; DAIUTO; VIEITES, 2012). Porém, a comercialização da fruta fresca é dificultada devido ao seu sabor ácido e adstringente, e também por sua alta perecibilidade após a colheita, o que pode afetar a qualidade da fruta, e deste modo impedir o transporte a longas distâncias (RITZINGER; RITZINGER, 2011; CAETANO; DAIUTO; VIEITES, 2012).

Entretanto, por meio do processamento da fruta pode-se conservá-la na forma de polpa para, principalmente, a produção do suco e ser adicionada a outros tipos de sucos de frutas para formulação de *blends*, utilizadas também para a produção de geleias, sorvetes, xaropes, licores, doces em calda, balas, bombons, dentre outros produtos (CARVALHO et al., 2000; FREITAS et al., 2006; RITZINGER; RITZINGER, 2011; AQUINO; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2012).

A acerola é uma fruta rica em vitamina C, variando entre 1000 a 4500 mg.100g⁻¹ da polpa, é fonte de vitaminas do complexo B, como a tiamina, riboflavina, niacina, minerais como cálcio, ferro e fósforo, apesar desses minerais estarem presentes em baixos teores (BOULANGER; CROUZET, 2001; MERCALI et al., 2011; RITZINGER; RITZINGER, 2011). A fruta também possui alto teor de antocianinas e carotenoides, pigmentos antioxidantes que atribuem a sua coloração vermelha e alaranjada, respectivamente (LIMA et al., 2003; FREITAS et al., 2006; STORCK et al., 2015).

A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) ou cereja das Antilhas como também é conhecida, tem sua origem na América Tropical, encontrada naturalmente na região banhada pelo Mar das Antilhas, como o Sul do México, América Central e norte da América do Sul, porém não se conhece o local exato do seu surgimento (RITZINGER; KOBAYASHI; OLIVEIRA, 2003).

No Brasil, a partir da década de 50 no estado de Pernambuco, que ocorreu a introdução da acerola, porém somente a partir da década de 90 que seu cultivo apresentou importância econômica devido às demandas do mercado interno e externo (OLIVEIRA; FILHO, 1998).

Na atualidade, com restrição da região Sul, por suas temperaturas extremas de inverno, a fruta é cultivada em todos estados brasileiros (RITZINGER; RITZINGER, 2011). Entretanto, dentre todas as regiões do Brasil, é a região nordeste que apresenta maior evidência na produção da acerola, com um volume de produção com cerca de 60% superior em relação às demais regiões, possibilitando que o Brasil ocupe a posição de maior produtor mundial, fato atribuído às condições de solo e clima (OLIVEIRA; FILHO, 1998; RITZINGER; KOBAYASHI; OLIVEIRA, 2003).

No sul do Estado do Espírito Santo, a partir de 2007, visando redução dos custos de produção das indústrias e ampliação da opção de renda dos agricultores do estado, foi incentivada a implantação de 40 hectares de aceroleira, mais precisamente nos municípios de Piúma, Iconha, Rio Novo do Sul, Anchieta, Vargem Alta, Itapemirim e Marataízes, uma vez que grande parte da matéria-prima era adquirida da região Nordeste do país (INCAPER, 2010; IDAF, 2016).

Em 2010, com o objetivo de aumentar a produção da fruta, fortalecer e diversificar ainda mais o mercado regional, foi implantado o Polo da Acerola, o 11º polo de fruticultura do Espírito Santo. Além dos sete municípios já envolvidos, o polo

ainda pretende expandir para os municípios de Guarapari, Alfredo Chaves, Cachoeiro de Itapemirim, Muqui, Atilio Vivácqua, Mimoso do Sul e Presidente Kennedy (INCAPER, 2010; IDAF, 2016).

3.2 Resíduos agroindustriais

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2017), cerca de 1.300 bilhões de toneladas de alimentos são desperdiçados e as frutas, raízes, hortaliças e oleaginosas representam uma estimativa de 30 a 40% deste total (FAO, 2017; ABUD; NARAIN, 2009).

As indústrias produtoras de alimentos produzem grandes quantidades de resíduos ao longo de suas etapas consecutivas de processamento para a produção dos alimentos, desde o plantio, a colheita, o armazenamento, o processamento e o transporte, propiciando o desperdício (SENA; NUNES, 2006; FAO, 2017). Essas indústrias, em especial as indústrias de processamento de frutas, contribuem de modo significativo para o aumento da produção de resíduos, uma vez que investem no aumento da capacidade de produção (LOUSADA JUNIOR et al., 2005).

Em países tropicais, como o Brasil, o processamento industrial de frutas, a depender do tipo de frutas, pode levar a uma produção de resíduos de até 50% da matéria-prima (SOUZA, 2009). E os resíduos podem ser reaproveitados no processo produtivo por possuírem valor econômico agregado (DEMAJORIVIC, 1995; PELIZER; PONTIRRI; MORAES, 2007).

Segundo Evangelista (2005), é denominado como resíduo o “sobrante” da matéria-prima não beneficiada para o aproveitamento na preparação de produtos alimentícios, e este mesmo sobrante, quando é disposto para a transformação de modo industrial para determinados fins alimentícios, passa a ser conhecido como subproduto.

De acordo com a Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os resíduos provenientes do processamento de polpa de frutas são classificados como resíduos sólidos industriais:

Resíduo sólido industrial: é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2002).

Portanto, os resíduos podem gerar problemas ambientais provenientes do seu descarte inadequado, necessitando de altos investimentos em tratamentos para conter a poluição (PELIZER; PONTIRRI; MORAES, 2007; NUNES et al., 2015). E mais do que problemas ambientais, podem constituir perda da matéria-prima e de fonte de energia, uma vez que os resíduos de acerola podem ser fontes de nutrientes e de alto valor de fibras (LAUFENBERG; KUNZ; NYSTROEM, 2003). Assim, quando uma tecnologia adequada for aplicada, o seu uso pode ser possibilitado em matérias-primas para processos secundários como também para produtos comerciais (LAUFENBERG; KUNZ; NYSTROEM, 2003; PELIZER; PONTIRRI; MORAES, 2007).

Laufenberg, Kunz e Nystroem (2003), ressaltam que uma ampla variedade de substâncias pertencente ao processo de produção de alimentos é apropriada para a separação e reciclagem. E para isto, é pertinente que a indústria de alimentos tenha um levantamento completo com dados contemplando informações como a ocorrência, quantidade e a utilização dos resíduos, de modo que possam ter a implementação da transformação desses em produtos com valor agregado, como por exemplo, a aplicação como ingredientes para a indústria de panificados, possibilitando a geração de novos produtos para o consumo.

3.3 Farinhas

Conforme a portaria RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, as farinhas são definidas como produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos.

3.3.1 Farinhas, sêmola e semolina de trigo

O trigo é um cereal de grande importância para economia global, possuindo destaque entre os três cereais mais consumidos no mundo, juntamente com o milho e o arroz (TAKEITI, 2017). Pertencente à família das gramíneas, gênero *Triticum*, o trigo é classificado em três tipos cultivados comercialmente, a *Triticum durum*, *Triticum aestivum* e *Triticum compactum* (HOSENEY; ROGERS, 1990; SCHEUER et al., 2011).

Os grãos de trigo possuem uma classificação relacionada diretamente com a sua dureza, em trigo mole, trigo duro e *durum*, que está atrelada ao teor de proteínas totais presentes no endosperma, que influenciam diretamente na dureza do grão e proporcionam dificuldade de desintegração durante a moagem (COSTA et al., 2008; CONAB, 2017).

O trigo mole ou brando é proveniente da espécie *compactum*, que resulta em uma farinha branca, fina e com baixo teor de glúten que promove a formação de uma massa fraca com baixo poder de absorção de água, sendo seu uso destinado para a fabricação de biscoitos, como *cookies* e *crackers*, tortas e bolos (SCHEUER et al., 2011; CONAB, 2017).

A farinha produzida a partir do trigo duro, espécie *aestivum*, é mais indicada para a produção de pães e produtos fermentados. Esta espécie de trigo é caracterizada por produzir uma farinha com maior granulometria e de característica mais arenosa, pois a farinha formada a partir da sua moagem possui alta quantidade de proteína e maior teor de glúten (SCHEUER et al., 2011; CONAB, 2017).

Já o trigo *durum*, é destinado para a produção de sêmolos e semolinas, que são farinhas utilizadas na fabricação de macarrão e outras massas alimentícias, é caracterizada por uma cor amarela devido à presença de carotenoides, por ser de difícil redução em farinha e por possuir alto teor de proteínas, como o glúten, que proporciona qualidade de cozimento, permitindo formação de uma massa de textura firme e sem adesividade em excesso (EMBRAPA, 1993; CHANG; FLORES, 2004).

Na indústria alimentícia, a farinha e semolina de trigo se destacam devido ao elevado consumo de seus derivados, como o pão, macarrão e biscoitos. E dentre as farinhas de cereais, apenas o trigo tem a capacidade de formar uma massa viscoelástica. Tal capacidade é atribuída às proteínas formadoras do glúten, a gliadina que fornece à massa alta extensibilidade e a glutenina que fornece elasticidade (GOESAERT et al., 2005; CARNEIRO et al., 2005; PEREIRA, et al., 2009).

A farinha de trigo possui ótimas propriedades tecnológicas para a produção de panificados, porém é considerada de baixa qualidade nutricional devido às deficiências de aminoácidos essenciais, pelo baixo teor de fibras e vitaminas (PEREZ; GERMANI, 2004; OLIVEIRA; PIROZI; BORGES, 2007).

3.3.2 Farinhas mistas

De acordo com a RDC nº 263 de setembro de 2005, farinhas mistas, também mencionadas como compostas, é a designação utilizada nas condições em que a farinha de trigo é substituída parcialmente por outras farinhas para uso em produtos de panificação (ANVISA, 2005).

A utilização de farinhas mistas a princípio, por volta dos anos de 1960, objetivava apenas a substituição da farinha de trigo para redução das importações deste cereal. Posteriormente, a utilização das farinhas mistas foi direcionada para atender a busca pelos consumidores por produtos diferenciados e diversificados (TIBURCIO, 2000; BARBOSA, 2002; BORGES, et al., 2006).

Deste modo, a expansão do uso de farinhas compostas, provenientes de vegetais, frutas e resíduos de frutas e vegetais, tem ocorrido nos últimos anos. Devida à diversidade de sua aplicação, tem se apresentado como opção na substituição parcial da farinha de trigo, utilizada em preparações variadas, como biscoitos, pães, bolos, massas alimentícias e *snacks* (VITTI, 1979; KAMINSKI et al., 2011; PIOVESANA et al., 2013).

A substituição total da farinha de trigo por outras farinhas em produtos panificáveis, como o macarrão, diminui a capacidade de mistura da massa devido à diminuição do teor de glúten, uma vez que a diminuição ou ausência do glúten pode diminuir a coesão, interferindo na modelagem durante a extrusão, aumentar a quebra durante a secagem, aumentar a resistência à mistura e proporcionar aumento da firmeza da massa (BENASSI; WATANABE, 1997; WANG et al., 2002; BARBOSA, 2002).

Assim, uso de farinha mista é possível, desde que o nível máximo de substituição da farinha de trigo por outro tipo de farinha, seja farinha de fruta, de outros cereais, leguminosas, raízes e tubérculos, não afete a característica tecnológica e sensorial do produto no qual será aplicada, sendo importante também levar em consideração as propriedades físicas e nutricionais das matérias-primas utilizadas na formulação (BENASSI; WATANABE, 1997).

Para produção de farinha é necessário realizar a secagem, que consiste em um método tradicional de conservação de alimentos que promove a diminuição da disponibilidade de água para reações de deterioração com consequente aumento da

estabilidade do alimento reduzindo o volume e a massa do alimento produzido (NÓBREGA, 2012).

Portanto, as farinhas de frutas são produtos desidratados como qualquer farinha, entretanto o seu consumo não é muito comum, pois não são todas as frutas que apresentam característica para transformação em farinha (MOREIRA et al., 2006).

Neste sentido, assim como para as farinhas de frutas, de cereais e de leguminosas, a secagem também consiste em uma tecnologia empregada como alternativa para o aproveitamento do resíduo da acerola (ABUD; NARAIN, 2009). Após a secagem, pode-se aplicar a moagem para obter farinhas do resíduo da acerola com diferentes granulometrias para então, a farinha obtida, ser incorporada à alimentação humana como ingrediente, e assim ser aplicada em diversas formulações, e em substituição parcial à farinha de trigo (ABUD; NARAIN, 2009; STORCK et al., 2015).

A composição nutricional da farinha do resíduo da acerola pode variar em razão de condições edafoclimáticas e por estágio de maturação do fruto processado (MARQUES, 2013). De modo geral, em 100 g, a farinha contém 356,08 Kcal; 0,52% de lipídeos; 8,88% de proteínas; 78,97% de carboidratos e 14,26% de fibras totais (ABUD e NARAIN, 2009; AQUINO et al., 2010).

Pesquisas têm mostrado que a farinha proveniente do resíduo de acerola, contém em sua composição maiores teores de fibras, vitaminas e compostos antioxidantes, como compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides, em relação à farinha de trigo, permitindo assim agregar valor nutricional aos alimentos ao qual a sua aplicação é possibilitada em combinação com a farinha de trigo, como em pães, biscoitos e massas alimentícias, dentre outros produtos panificados (CAETANO et al., 2009; AQUINO et al., 2010; VIEIRA et al., 2011; SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011).

Neste sentido, pesquisas têm sido desenvolvidas com produtos utilizando-se as farinhas compostas, objetivando a redução dos custos, o aumento da qualidade nutricional, para atender hábitos alimentares específicos e melhoria ou manutenção das características tecnológicas dos produtos panificados nos quais são adicionadas (OLIVEIRA; PIROZI; BORGES, 2007; KAMINSKI et al., 2011; BORGES et al., 2013).

3.3.3 Massas alimentícias

Segundo a RDC nº 263 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, as massas alimentícias são produtos obtidos da farinha de trigo (*Triticum aestivum* L. e ou de outras espécies do gênero *Triticum*) e ou derivados de trigo durum (*Triticum durum* L.) e ou derivados de outros cereais, leguminosas, raízes e ou tubérculos, resultantes do processo de empasto e amassamento mecânico, sem fermentação e podem ser adicionadas de outros ingredientes, acompanhadas de complementos isolados ou misturados à massa, desde que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005).

As massas alimentícias apresentam alta aceitabilidade e são opções para se incrementar e diferenciar produtos industrializados, podendo ser servida como prato principal ou fazer combinações em algumas preparações (KAMINSKI et al., 2011). No Brasil, o consumo de massas alimentícias tem se expandindo, com diferentes tipos de macarrões distribuídos no mercado, e as principais razões pelo aumento da demanda, é devido ao seu baixo custo, facilidade de preparo e rendimento (OLIVEIRA, 2004; ABIMA, 2005).

As massas alimentícias são classificadas, segundo a ANVISA, em relação ao seu teor de água e composição. Quanto ao seu teor de água há quatro classificações: massa alimentícia seca, em que é submetida ao processo de secagem em que o produto final deve apresentar teor de água máximo de 13% (g/100 g); massa alimentícia úmida ou fresca, em que pode ser submetida ao processo de secagem parcial, e o produto final deve ter umidade máxima de 35,0% (g/100 g); massa alimentícia instantânea ou pré-cozida desidratada por fritura, em que a massa é submetida ao processo de cozimento ou não e de secagem por fritura, com o produto final devendo ter umidade máxima de 10,0% (g/100 g); e por último, massa alimentícia instantânea ou pré-cozida desidratada por ar quente ou outros meios, em que o produto é submetido a processo de cozimento e de secagem por ar quente ou outros meios, exceto o de fritura, de modo que o produto final apresente umidade máxima de 14,5% (g/100 g) (ANVISA, 2000).

Em relação à composição, as massas podem ser classificadas em massa alimentícia ou macarrão, massa alimentícia integral ou macarrão integral, massa alimentícia mista ou macarrão misto, massa alimentícia recheada ou com molho ou em massa alimentícia de vegetais (ANVISA, 2000).

Para a produção de massas alimentícias, o trigo durum é considerado a melhor matéria-prima. Porém, o uso de outro trigo é permitido em alguns países, como no Brasil, Canadá e Estados Unidos, devido à disponibilidade restrita de semolina de trigo durum, existindo a dependência de sua importação para atender a sua necessidade interna. No Brasil, este tipo de trigo não é cultivado, tornando-se necessário o uso de trigos nacionais para a produção de massa alimentícia (CHANG; FLORES, 2004).

O teor de proteínas formadoras do glúten, presente em maior quantidade na farinha de trigo durum, é de grande importância para a produção de massas, pois confere características como a extensibilidade, resistência ao alongamento e à mistura, sendo responsável pela formação estrutural da massa, devido à presença da gliadina e a glutenina, essas proteínas que conferem a textura “*al dente*” às massas. Sem a presença dessas proteínas, as massas apresentam menor elasticidade e maiores perdas no cozimento (SOZER, 2009).

Avaliações tecnológicas da massa antes e após cozimento são características importantes a serem determinadas, além do sabor e odor das mesmas. Tais avaliações podem ser desempenhadas pelas análises de perda de sólidos solúveis, adesividade, firmeza, tempo de cozimento, como também a quantidade de água absorvida (HAUNG; KNIGHT; GOAD, 2001; ORMENESE; GHANG, 2003).

Massas elaboradas com farinhas de trigo comum, assim como, com a adição de outras farinhas, como farinhas de frutas, cereais e outros, não apresentam as características de qualidade como as massas preparadas com trigo durum, devendo ser necessário fazer algumas adaptações na formulação dessas massas.

Neste sentido, a produção de massas alimentícias utilizando farinhas compostas deve permitir o desenvolvimento de produtos com características semelhantes e aceitáveis às massas tradicionais (BARBOSA, 2002).

3.4 Referências bibliográficas

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.

AQUINO, A. C. M. S.; MÓES, R. S.; LEÃO, K. M. M.; FIGUEIREDO, A. V. D.; CASTRO, A. A. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 379-86, 2010.

AQUINO, N. S. M; OLIVEIRA, T. K. L; ALMEIDA, E. B. **Obtenção e análise físico-química da farinha de resíduo de acerola e elaboração de biscoitos para teste de aceitabilidade.** 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/2734>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES & BOLOS INDUSTRIALIZADOS (ABIMAPI). Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/anuario/pdf/Cap3.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS (ABIMA). Disponível em: <http://www.abima.com.br/est_mmundial.html>. Acesso em: 01 out. 2017.

BARBOSA, M. C. A. **Avaliação tecnológica de massas alimentícias de farinha mista de trigo e soja sem lipoxigenases.** 2002. 100 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2002.

BENASSI, V. T.; WATANABE, E. **Fundamentos da tecnologia de panificação.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA. 60 p., 1997.

BORGES, J. T. S; PIROZI, M. R.; DELLA LUCIA, S. M.; PEREIRA, P. C.; MORAES, A. R. F.; CASTRO, V. C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 145-162, 2006.

BORGES, J. T. S.; VIDIGAL, J. G.; SOUSA E SILVA, N. A.; PIROZI, M. R.; PAULA, C. D. Caracterização físico-química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.3, p.305-319, 2013.

BRASIL. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União, de 29 de agosto de 2005.** Brasília, 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Massa Alimentícia. **Diário Oficial da União, de 01 de novembro de 2000.** Brasília, 2000.

BOULANGER, R.; CROUZET, J. Identification of the aroma components of acerola (*Malpiphia glabra* L.): free and bound flavour compounds. **Food Chemistry**, v.74, p. 209–216, 2001.

CAETANO, A. C. S; MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G. et al. Extração de antioxidantes de resíduos agroindustriais de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 155-160, 2009.

CAETANO, P. K.; DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L. Característica físico-química e sensorial de geleia elaborada com polpa e suco de acerola. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 191-197, 2012.

CARNEIRO, L. M. T. A.; FREITAS, J. G.; CARNEIRO, M. C.; FELICIO, J. C. Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.1, p.127-137, 2005.

CARVALHO, R. A; FERREIRA, C. A. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, J. D. B.; MENEZES, A. J. E. A.; SUZUKI, E.; SASAKI, G. **Análise Econômica da Produção de Acerola no Município de Tomé-Açú, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 21, 2000.

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

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. A cultura do trigo. Brasília: Conab, 2017. Disponível também em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 24 set. 2017.

COSTA, M. G.; SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1; p.220-220 225, 2008.

DEMAJORIVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, v.33, n. 35, p. 88-93, 1995.

EMBRAPA. **Qualidade industrial de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, p. 27, 1993.

ESPOSTI, M. D.; COSTA, A. F. S; SILVA, A. E. S et al. Polo da acerola da Região Sul do Estado do Espírito Santo. 1ª ed.. Vitória- ES, Incaper, 2010. Disponível em: <<http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/196/1/Folder-Polo-Acerola.pdf>> Acesso em: 03 fev. 2016.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed., p.652, São Paulo: Atheneu, 2005.

FAO. Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe. Disponível em:<<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>>. Acesso em: 09 abr. 2017.

FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 395 – 400, 2006.

GOESAERT, H.; BRIJS, K.; VERAVERBEKE, W. S.; COURTIN, C. M.; GEBRUERS, K.; DELCOUR, J. A. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and

how to impact their functionality. **Trends in Food Science and Technology**, London, v. 16, n. 1-3, p. 12-30, 2005.

HOSENEY, R. C.; ROGERS, D. E. The formation and properties of wheat flour doughs. **Food Science and Nutrition**, v. 26, n. 2, p. 73-93, 1990.

HUANG, J.; KNIGHT, S; GOAD, C. Model prediction for sensory attributes of nongluten pasta. **Journal of Food Quality**, Ames, v. 24, n. 6, p. 495-511, 2001.

IDAF. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do ES. Disponível em: <http://www.idaf.es.gov.br/WebForms/wfNoticia.aspx?cd_Noticia=740>. Acesso em: 23 fev. 2016.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/?a=noticias/2010/novembro/noticias_19_11_2010_2>. Acesso em: 23 fev. 2016.

INTERNATIONAL BOARD OF PLANT GENETIC RESOURCESI. *Malpighia emarginata* (Acerola). **Genetic resources of tropical and subtropical fruits and nuts (excluding musa)**. Rome: IBPGR, 1986. p. 52-54.

KAMINSKI, T. A.; SILVA, L. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, A.; FERRÃO, T. S. Atributos nutricionais, tecnológicos e sensorias de macarrões de centeio. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 137-144, 2011.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v. 87, p.167-198, 2003.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S., LIMA, D. E. S. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 101-103, 2003.

LOUSADA JUNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. N.; RODRIGUEZ, N. M.; PIMENTEL, J. C. M. P.; LÔBO, R. N. B. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.2, p.659-669, 2005.

MACIEL, M. I. S.; MÉLO, E.; LIMA, V.; SOUZA, K. A.; SILVA, W. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.4, p. 865-869, 2010.

MARQUES, T. R. **Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: farinhas e barras de cereais**. 2013. 101 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MERCALI, G. D.; SARKIS, J. R.; JAESCHKE, D. P.; TESSARO, I. C.; MARCZAK, L. D. F. Physical properties of acerola and blueberry pulps. **Journal of Food Engineering**, v.106, p. 283–289, 2011.

MOREIRA, D. K. T.; CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M. **Aproveitamento Tecnológico da Farinha de Fruta-Pão**. Comunicado Técnico 187. Embrapa, 2006. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/409744/1/Com.tec.187.pdf>> Acesso em: 14 fev. 2018.

NÓBREGA, E. M. M. A. **Secagem do Resíduo de Acerola (*Malpighia emarginata* DC.)**: Estudo do Processo e Avaliação do Impacto sobre o Produto Final. 2012. 116p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

NUNES, J. S.; SILVA, F. B.; GOMES, J. P.; SILVA, W. P. Caracterização físico-química de farinha resíduo de polpa de acerola. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015**. Fortaleza, set., 2015.

OLIVEIRA, J. R. P.; FILHO, W. S. S.; KOBAYASHI, A. K.; RITZINGER, R. Aspectos botânicos. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.198, 2003.

OLIVEIRA, J. R. P.; FILHO, W. S. S. **Situação da cultura da acerola no Brasil e ações da Embrapa Mandioca e Fruticultura em recursos genéticos e melhoramento**. Simpósio de Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste do Brasil, Embrapa. Petrolina, PE, 1998.

OLIVEIRA, T. M.; PIROZI, M. R.; BORGES, J. T. S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.2, p. 141-150, 2007.

OLIVEIRA, M. F.; WANG, S. H.; COSTA, P. S.; ASCHERI, J. L. R. Qualidade de cozimento de massas de trigo e soja pré-cozidas por extrusão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 501-507, 2004.

ORMENESE, R. D. C. S. C.; CHANG, Y. K. Macarrão de arroz: características de cozimento e textura em comparação com o macarrão convencional e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 1, n 6. p. 91-97, 2003.

PELIZER, L. H.; PONTIRRI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, Chile, v. 2, n. 1, p.118-127, 2007.

PEREIRA, E. P. R.; AMORIM, E. O. C.; AMBIEL, H. C. I.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Influência de agentes oxidantes sobre as propriedades reológicas de massas de farinha de trigo branca e de grão inteiro e sobre o volume específico de pão francês. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, n.3, p.161-171, 2009.

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Farinha mista de trigo e berinjela: características físicas e químicas. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 15-24, 2004.

PIOVESANA, A.; BUENO, M. M.; KLAJN, V. M. Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 68-72, 2013.

RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. **A cultura da aceroleira**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, p. 164-184, 2003.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Cultivo Tropical de Fruteiras**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 32, n. 264, p. 17- 25, set./out. 2011.

SCHEUER, P. M., FRANCISCO, A.; MIRANDA, M. Z.; LIMBERGER, V. M. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n. 2, p. 211-222, 2011.

SENA, R. F.; NUNES, M. L. Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de rações para carcinicultura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Bahia, v.7, n.2, p.94-102, 2006.

SOUSA, B. A. A. **Funcionalidade dos extratos fenólicos obtidos pelo cultivo semi-sólido de resíduos de abacaxi (*Ananas comosus* L.) e goiaba (*Psidium guajava* L.)**. 2009. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SOUSA, M.; BEZERRA, S.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Braz. Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011.

STORCK, C. R.; BASSO, C.; FAVARIN, F. R.; RODRIGUES, A. L. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas v. 18, n. 4, p. 277-284, 2015.

SOZER, N. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums. **Food Hydrocolloids**, London, v. 23, n. 3, p. 849-855, 2009.

TAKEITE, C. Y. **Trigo**. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2017. Disponível em: <
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.html>. Acesso em: 24 set. 2017.

TIBURCIO, D.T.S. **Enriquecimento protéico de farinha de mandioca com farinha de soja de sabor melhorado**: desenvolvimento e avaliação nutricional de um novo produto. Viçosa, 2000. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, 2000.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J. et al. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

VITTI, P. **Avaliação tecnológica dos produtos elaborados com farinha de trigo (pão, macarrão, biscoito)**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Centro de Tecnologia de Farinhas e Panificação, p.14-21, 1992.

WANG, J.; ROSELLA, C. M.; DE BARBERA, C. B. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. **Food Chemistry**, v. 79, p. 221–226, 2002.

CAPÍTULO I

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA OBTIDA DO RESÍDUO DA ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.) E SUAS MISTURAS

RESUMO

A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) contém alto teor de substâncias antioxidantes, como a vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos. A fruta *in natura* apresenta limitação para a sua comercialização, devido à sua alta perecibilidade e por meio do seu processamento, há geração de resíduos (casca e sementes) e a elaboração de farinha para a utilização desses resíduos apresenta-se como uma alternativa para o seu aproveitamento. O objetivo deste estudo foi elaborar uma farinha do resíduo de acerola (FRA) e realizar caracterização físico-química da FRA, da farinha de trigo durum (FT) utilizada como controle e das farinhas mistas em diferentes níveis de substituição (5%, 10%, 15%) da FT pela FRA. As amostras foram submetidas às análises físico-químicas de teor de água, gordura, proteína, carboidratos, quantificação de energia, cinzas, fibras (insolúvel, solúvel e total), pH, acidez, vitamina C, compostos fenólicos, carotenoides, cor e granulometria. A substituição parcial da farinha de trigo pela FRA não proporcionou alteração no teor de água, lipídeos, proteínas, cinzas, carboidratos e carotenoides totais em relação à farinha de trigo (controle) ($p > 0,05$). Entretanto, foi observado uma diminuição nos valores de pH, de luminosidade (L^*) e da coordenada b^* . Com o aumento da substituição obteve-se maiores valores para acidez, vitamina C, compostos fenólicos, coordenada a^* e ΔE (diferença global de cor), quando comparado à formulação controle (FT). Um alto teor de fibras foi encontrado na farinha de resíduo de acerola, 60,15% de fibra total; 53,79% de fibra insolúvel; e 6,36% de fibra solúvel. Assim, a produção de uma farinha obtida do resíduo de acerola é uma alternativa para o aproveitamento do resíduo gerado durante seu processamento e com possível aplicação em misturas de farinhas.

Palavras-chave: farinhas mistas, aproveitamento de frutas, substituição de trigo durum.

ABSTRACT

The acerola (*Malpighia emarginata* DC.) contains high content of antioxidant substances such as vitamin C, carotenoids and phenolic compounds. The fruit in natura presents a limitation for its commercialization, due to its high perishability and through its processing, there is generation of residues (peel and seeds) and the elaboration of flour for the use of these residues presents itself as an alternative for their use. The objective of this study was to elaborate acerola residue flour (FRA) and to realize physico-chemical characterization of FRA, durum wheat flour (FT) used as control and mixed flours at different levels of substitution (5%, 10%, 15%) of FT by FRA. The samples were submitted to physical-chemical analysis of water, fat, protein, carbohydrate, energy quantification, ashes, fiber (insoluble, soluble and total), pH, acidity, vitamin C, phenolic compounds, carotenoids, color and granulometry. The partial replacement of wheat flour by FRA did not change the water content, lipids, proteins, ashes, carbohydrates and carotenoids in relation to wheat flour (control) ($p > 0.05$). However, a decrease in pH, luminosity (L^*) and b^* coordinates was observed. With the increase of the substitution, higher values were obtained for acidity, vitamin C, phenolic compounds, coordinated a^* and ΔE (global color difference), when compared to the control formulation (FT). High fiber content was found in the acerola residue flour, 60.15% of total fiber; 53.79% insoluble fiber; and 6.36% soluble fiber. Therefore, the production of a flour obtained from the acerola residue is an alternative for the use of the residue generated during its processing and with possible application in mixtures of flours.

Keywords: mixed flour, use of fruits, durum wheat substitution.

1 INTRODUÇÃO

No segmento da fruticultura, o Brasil possui posição de destaque no agronegócio brasileiro e é conhecido como um dos maiores produtores mundiais de frutas, perdendo a primeira posição apenas para a China e Índia (SEBRAE, 2015; NUNES et al., 2015). Dentre as frutas comercializadas, a acerola (*Malpighia emarginata* DC.) vem apresentando destaque, devido à sua composição nutricional, atribuída principalmente, ao seu alto teor de substâncias antioxidantes, como a vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos (NOGUEIRA et al., 2002).

A fruta de acerola fresca, *in natura*, apresenta limitação para a sua comercialização, devido à sua alta perecibilidade, entretanto a mesma possui alto potencial de industrialização a ser utilizada pelas indústrias produtoras de sucos (CAETANO et al., 2009; PEREIRA et al., 2009). Entretanto, por meio dos processos de industrialização há geração de grandes quantidades de resíduos, como as cascas e sementes da acerola, que podem ter impacto ambiental negativo advindo do descarte inadequado (CAETANO et al., 2009).

A elaboração de farinhas para a utilização desses resíduos apresenta-se como boa alternativa para o seu aproveitamento, por permitir a conservação das propriedades nutritivas e por obter eficácia no aumento da vida útil, pois no processo de secagem ocorre a extração de água por desidratação (ORDONEZ, 2005; FASOLIN et al., 2007).

A farinha de trigo é um dos principais ingredientes utilizados nos produtos alimentícios devido às proteínas formadoras do glúten, gluteninas e gliadinas, presentes em sua composição, que desempenham propriedades funcionais importantes nas massas quando avaliadas pelo ponto de vista tecnológico (MIRANDA; GUARIENTI; TONON, 2011).

A farinha de trigo pode ser parcialmente substituída por outras farinhas em produtos alimentícios, passando a ser considerada, como farinha mista ou composta (BRASIL, 2005). Porém, tal substituição pode ser realizada desde que qualidade tecnológica e sensorial no produto final não sofra interferência, de modo que não seja descaracterizado (BENASSI; WATANABE, 1997).

O objetivo da presente pesquisa foi elaborar uma farinha obtida do resíduo de acerola e realizar sua caracterização físico química, além das farinhas mistas, em

diferentes níveis de substituição à farinha de trigo (Semolina de trigo durum - *Triticum durum*) pela farinha do resíduo da acerola.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

O experimento foi conduzido nos laboratórios de Química de Alimentos, Operações Unitárias, Tecnologia de Produtos Agrícolas, Análise Sensorial e Nutrição e Dietética do Departamento de Engenharia de Alimentos e Departamento de Farmácia e Nutrição, os quais estão localizados no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias e Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre/ES.

A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) foi adquirida por uma agroindústria produtora de polpa de suco, situada no distrito do município de Alegre-ES, e a farinha de trigo (Semolina de trigo durum - *Triticum durum*) da marca Renata foi adquirida da empresa Novafitos, Valinhos - SP.

2.2 Obtenção e elaboração da farinha a partir do resíduo da acerola

A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) adquirida foi despulpada na agroindústria, onde todas as etapas para a obtenção do resíduo foram acompanhadas (Figura 1). Antes da extração do resíduo, as frutas *in natura* passaram por lavagem em água corrente, para a higienização, foi utilizada uma solução de hipoclorito de sódio (100 mg.L^{-1} por 15 min), e em seguida lavadas novamente com água potável.

As frutas foram despulpadas em despulpadeira (BRAESI, modelo DES60/1), o suco obtido foi destinado para a produção de polpa de suco. Os resíduos extraídos foram acondicionados em embalagens plásticas de polietileno, armazenados em congelador à temperatura de congelamento ($18 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) e, posteriormente, transportados em caixas térmicas para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Agrícolas da Universidade Federal do Espírito Santo, onde foram mantidos congelados em freezer a $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ até sua utilização.

Para o processamento as amostras foram descongeladas à temperatura de refrigeração ($10 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) e armazenadas em bandejas plásticas por 24 horas. Posteriormente, os resíduos foram levados para o laboratório de Operações Unitárias, onde foram distribuídos em bandejas de aço inox e dispostos em secador elétrico com circulação de ar forçada a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ por 20 horas. Para a obtenção da

farinha, os resíduos foram submetidos ao processo de moagem em moinho de facas tipo Willey Solab e também triturados em liquidificador (Philips Walita, 600W, modelo RI2044) para a obtenção de uma farinha mais fina. A farinha obtida, foi armazenada em embalagens metálicas *TradPouch* 160MZ à temperatura de refrigeração (10 ± 2 °C) até sua utilização e análises posteriores.

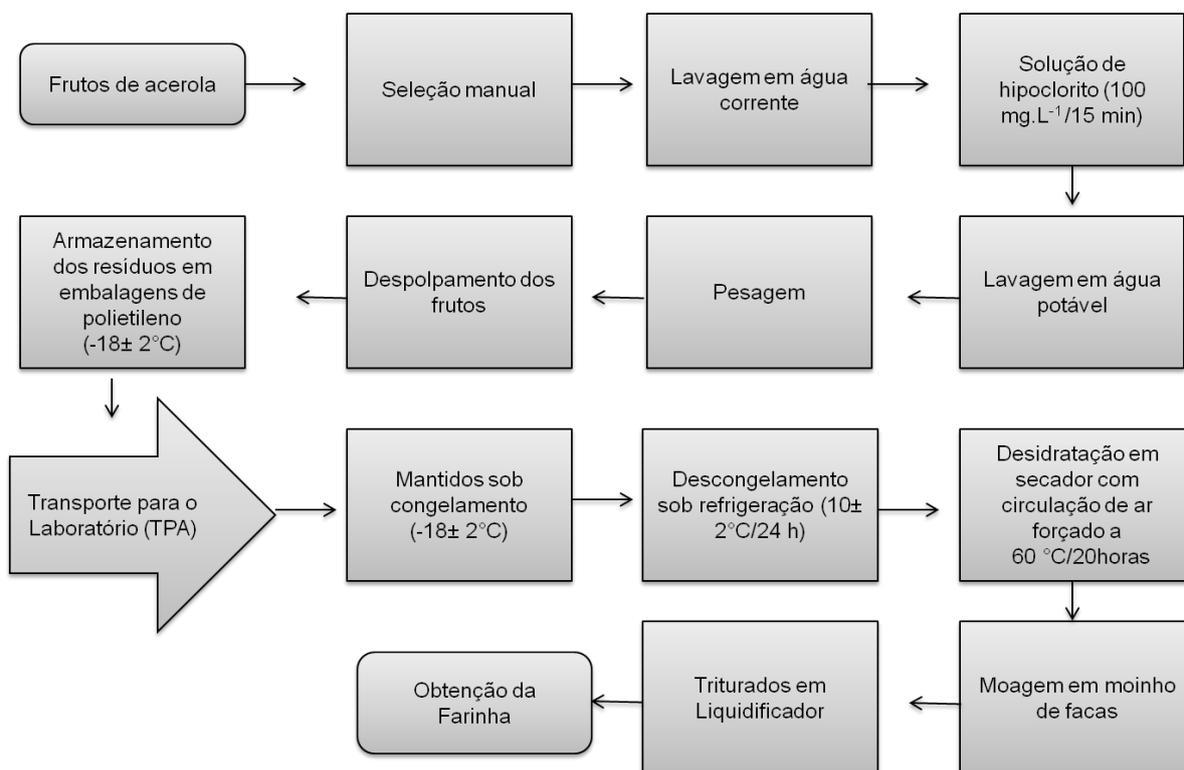


Figura 1 – Fluxograma de obtenção e elaboração da farinha a partir do resíduo de acerola.

2.3 Rendimento da farinha do resíduo da acerola (FRA)

O rendimento do processamento da farinha do resíduo da acerola foi calculado pela Equação 1.1:

$$R (\%) = \frac{F}{P} \times 100 \quad (\text{Equação 1.1})$$

Em que:

R: rendimento (%);

F: quantidade em gramas de farinha obtida;

P: quantidade em gramas do resíduo de acerola utilizado.

2.4 Preparo das amostras das farinhas mistas

A farinha do resíduo de acerola (FRA) foi misturada à farinha de trigo (FT) utilizada como controle para se obter substituições parciais de 5% (F5), 10% (F10) e 15% (F15) de farinha de trigo por farinha do resíduo de acerola. Tais substituições foram determinadas por meio de testes preliminares em que foi determinado a substituição máxima de 15%.

As cinco amostras foram submetidas às análises físico-químicas de teor de água, gordura, proteína, carboidratos, quantificação de energia, cinzas, fibra insolúvel, solúvel e total, pH, acidez, vitamina C, compostos fenólicos, carotenoides, cor e granulometria.

2.5 Análises físico-químicas da farinha de trigo, farinha do resíduo de acerola e misturas

As análises físico-químicas das farinhas e de suas misturas utilizadas no estudo foram realizadas conforme os métodos descritos a seguir.

2.5.1 Composição centesimal

2.5.1.1 Teor de água

O teor de água foi verificado por secagem direta em estufa (Nova Ética Ethik®) a 105 °C de acordo com o método 012/IV (IAL, 2005).

Inicialmente, as placas Petri foram lavadas e secas em estufa a 105 °C por uma hora. Após, o peso das placas foi identificado em balança da marca Shimadzu® AUW320 (d = 0,1 mg), 2 g de cada amostra foram pesados e levados para estufa onde permaneceram por 4 horas ou até atingirem peso constante. O teor de água foi calculado pela Equação 1.2:

$$\text{Teor de água (\%)} = \frac{\text{Perda de massa (g)} \times 100}{\text{Peso da amostra (g)}} \quad (\text{Equação 1.2})$$

2.5.1.2 Teor de gordura

O teor de gordura das amostras foi determinado utilizando-se o método de extração direta em Soxhlet, que tem como princípio básico a extração da fração

lipídica da amostra com éter de petróleo e posterior remoção do solvente por destilação (IAL, 2005 – nº 032/IV).

Os copos extratores foram lavados inicialmente e secos em estufa a 105 °C por duas horas e pesados. As amostras foram pesadas, cerca de dois gramas em cartucho de Soxhlet (Soksfitt 33x80) e estes acoplados no aparelho extrator de óleos e graxas MA 491/6 Marconi® juntamente com os copos extratores, adicionados de 80 mL de éter de petróleo P.A. Por um período de 4 horas ocorreu a extração e após este tempo, o éter foi evaporado, o copo extrator resfriado em dessecador e pesado. O teor de lipídeos para as amostras foi determinado de acordo com a Equação 1.3:

$$\text{Teor de gordura (\%)} = \frac{\text{Lipídeos (g)} \times 100}{\text{Amostra (g)}} \quad (\text{Equação 1.3})$$

2.5.1.3 Determinação de proteína

A determinação de proteínas foi realizada por meio do método de Kjeldahl modificado (IAL, 2005 – nº 037/IV), em que há a decomposição da matéria orgânica e transformação do nitrogênio em amônia. Este método é baseado na digestão da amostra, na qual o nitrogênio é transformado em um sal de amônia.

Para cada tubo digestor pesou-se 0,3 g de cada amostra em balança analítica Shimadzu® AUW320 (d = 0,1 mg) e foram adicionadas cerca de 2 g de mistura catalítica (proporção de 1:10 de sulfato de cobre pentaidratado e sulfato de potássio). Posteriormente, os tubos foram alocados na capela de exaustão de gases e adicionados de 8 mL de ácido sulfúrico P.A. Os tubos permaneceram na chapa digestora a 350 °C por 2 horas. Após esse período, os tubos com as amostras digeridas foram resfriados e adicionados de 20 mL de água destilada.

Após a digestão, a etapa de destilação foi realizada em destilador de nitrogênio MA – 036 Marconi®. Em cada frasco de erlenmeyer de 250 mL foram adicionados de 50 mL de água destilada e 50 mL de ácido bórico 4% com solução indicadora mista composta por 0,132 g de vermelho de metila e 0,066 g de verde de bromocresol dissolvidos em 140 mL de álcool etílico.

Cada tubo digestor com a amostra digerida foi transferido para o conjunto de destilação e foi adicionada ao frasco, por meio de um funil com torneira, solução de hidróxido de sódio 50% até garantir um excesso de base, aquecido à ebulição e destilado até obter cerca de 100 mL do produto. O destilado contido no erlenmeyer

foi titulado com solução de ácido clorídrico 0,1 N, até a viragem do indicador de verde para rosa.

O conteúdo de nitrogênio obtido foi convertido em proteína por meio do fator de conversão de 5,83 para a farinha de trigo, 6,25 para a farinha de acerola e misturas conforme a metodologia do IAL (2005).

2.5.1.4 Teor de cinzas

O teor de cinzas foi determinado por incineração da amostra em mufla modelo 115 da marca Stecno® a 550 °C até peso constante de acordo com o método nº 923.03 da AOAC (1998). Antes de iniciar a análise, cadinhos de porcelana utilizados foram previamente lavados e colocados em mufla a 250 °C por uma hora, resfriados em dessecador e pesados. Cinco gramas das amostras foram pesadas em balança da marca Sartorius® BT 224S (d = 0,0001 g) e transferidas para mufla a 550 °C, onde permaneceram por 5 horas. Após, as amostras foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente e pesadas. O teor de cinzas foi determinado conforme a Equação 1.4:

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{\text{Cinzas (g)} \times 100}{\text{Peso da amostra (g)}} \quad (\text{Equação 1.4})$$

2.5.1.5 Carboidratos

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença, subtraindo-se os valores encontrados para umidade, teor de lipídeos, proteínas e cinzas de 100 (SOUCI; FACHMAN; KRAUT, 2000).

2.5.1.6 Quantificação de energia

O valor calórico foi calculado multiplicando-se os valores de conversão para carboidratos (4 Kcal), lipídeos (9 Kcal) e proteína (4 Kcal), considerando cada grama (BRASIL, 2003).

2.5.1.7 Fibra total, insolúvel e solúvel

O percentual de fibra total, solúvel e insolúvel foi determinado somente para a farinha de resíduo de acerola de acordo com o método gravimétrico enzimático

adaptado número 32-05 da AACC (1986) e número 985.29 da AOAC (1985). Cadinhos de placa porosa foram preparados em mufla Stecno® a 525 °C por 5 horas e 45 minutos com adição de 1 g de celite e incinerados. Após resfriamento em dessecador, foram pesados.

Para realizar a hidrólise enzimática, em um béquer foram adicionados 1 g da amostra e 50 mL de tampão fosfato pH 6,0. A esta solução, foram adicionados 100 µL de α-amilase termorresistente, o béquer foi coberto com papel alumínio, incubado em banho-maria à 97 °C por 30 minutos e agitado manualmente a cada 5 minutos. Após esse período, o frasco foi retirado do banho-maria, resfriado a temperatura ambiente e o pH ajustado para 7,5 com NaOH (0,275 N). Em seguida, adicionados de 0,2 mL de protease à solução pré-digerida, o frasco foi coberto e incubado a 60 °C em banho-maria com agitação por 30 minutos.

O béquer com amostra foi retirado do banho, adicionou-se 10 mL de HCl (0,325 N) para ajustar o pH em 4,3. Adicionou-se 0,1 mL de amiloglicosidade na solução e incubou-se a 60 °C com agitação por mais 30 minutos para a hidrólise final.

A amostra digerida foi transferida para um cadinho de placa porosa e filtrada com 10 mL de água destilada com uso de bomba a vácuo. Ao filtrado recolhido, que corresponde a fração solúvel, adicionou-se 320 mL de etanol a 98% aquecido a 60 °C e foi reservado para precipitação por uma hora à temperatura ambiente. Prosseguindo à fração insolúvel, ao cadinho foram acrescentados 20 mL de etanol 95% e 20 mL de acetona. Levou-se o cadinho com o resíduo (fibra insolúvel) para estufa a 105 °C até peso constante (D1).

O filtrado (fibra solúvel), após o período de precipitação, foi transferido para um cadinho com placa porosa e adicionou-se ao cadinho 20 mL de etanol 78%, 20 mL de etanol 95% e 20 mL de acetona e filtrou-se com bomba a vácuo. O cadinho com o resíduo (fibra solúvel) foi transferido para estufa a 105 °C até peso constante (D2).

Separou-se 2 cadinhos de fibra insolúvel e 2 de solúvel e levou-se para mufla, onde foram incinerados a 550 °C por 5 horas e 45 minutos e, posteriormente pesados (I1 e I2). Os cadinhos que não foram para mufla, seguiram para determinação de proteína de acordo com o método de Kjeldhal modificado (IAL, 2005).

Para o branco foram realizados os mesmos procedimentos, no entanto, sem as amostras (B1 e B2). O percentual de fibras insolúveis, solúveis e totais foi calculado com base nas Equações 1.5, 1.6 e 1.7, respectivamente:

$$\% \text{ fibra insolúvel} = \frac{D1 - I1 - B1}{W} \times 100 - \% \text{ proteína} \quad (\text{Equação 1.5})$$

$$\% \text{ fibra solúvel} = \frac{D2 - I2 - B2}{W} \times 100 - \% \text{ proteína} \quad (\text{Equação 1.6})$$

$$\% \text{ fibras totais} = \% \text{ fibra insolúvel} + \% \text{ fibra solúvel} \quad (\text{Equação 1.7})$$

Em que: W = massa da amostra (g);

D = massa após secar (g);

I = massa após incinerar (g);

B = branco.

2.5.2 Análise de pH

A determinação de pH das farinhas foi realizada de acordo com a metodologia número 943.02 da AOAC (1998). Em que uma solução de 50 mL de água destilada contendo 5 g de amostra foi preparada e homogeneizada por 10 minutos em agitador magnético. Em seguida, foi realizada a leitura do líquido sobrenadante em pHmetro digital da marca Tekna® T-100.

2.5.3 Análise de acidez

Para a determinação da acidez titulável, 5 g de amostra foram pesadas e misturadas a 50 mL de água destilada. Em seguida, as suspensões foram tituladas com solução de hidróxido de sódio 0,1 M e a variação do pH acompanhada por pHmetro (Tekna® T-100) e determinada a acidez de acordo com o ponto de viragem da fenolftaleína em pH 8,2. A acidez foi expressa em g de ácido cítrico por 100 g da amostra (IAL, 2005), conforme Equação 1.8:

$$AT = \frac{v \times N \times Eq}{10 \times p} \quad (\text{Equação 1.8})$$

Onde: N = normalidade da solução de hidróxido de sódio;

v = volume da solução de hidróxido de sódio gastos na titulação em mL;

p = massa da amostra em grama;

Eq = equivalente-grama do ácido.

2.5.4 Quantificação de vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado segundo método da AOAC (2005) número 967.21. O método consiste na titulação utilizando indicador 2,6- diclorofenol-indofenol (DCFI). O ácido ascórbico reduz o DCFI a uma substância incolor, e no ponto final da titulação, o excesso do indicador não reduzido, confere à solução ácida uma coloração rosa. A quantidade de vitamina C foi expressa em mg de ácido ascórbico presente em 100 g de farinha.

2.5.5 Determinação de compostos fenólicos

A determinação de polifenóis totais foi realizada pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, segundo a metodologia proposta por Singleton e Rossi (1965) adaptada.

A extração foi realizada pela preparação de extrato hidroalcoólico 70%, em que 2 g da farinha foram adicionadas em 100 mL de solução extratora. A solução foi homogeneizada por 10 minutos em agitador magnético, centrifugada (Excelsa® II 206 BL) a 3500 rpm por 20 minutos e filtrada em papel filtro com auxílio de bomba à vácuo. A leitura das absorbâncias foi realizada em espectrofotômetro (Bel Spectro, S-2000 UV) a 720 nm. Utilizou-se como padrão o ácido gálico nas concentrações de 2, 5, 10, 20, 30, 50, 70, 90 e 110 mg.L⁻¹ para construir a curva de calibração. Os resultados foram expressos em ácido gálico equivalente (mg AGE.100 g⁻¹).

2.5.6 Análise de carotenoides

A determinação de carotenoides foi realizada conforme metodologia proposta por Rodriguez-Amaya (1989) adaptada, em que foram pesados cerca de 1 grama de farinha de acerola e 5 gramas para as demais misturas de farinhas. Para cada amostra, adicionou-se 40 mL de acetona resfriada e procedeu-se a agitação da farinha com pistilo em um almofariz, o procedimento foi realizado por mais duas vezes objetivando a extração total do pigmento. Em seguida, a mistura obtida foi filtrada em bomba a vácuo com auxílio de um Kitassato.

Em um funil de separação foram adicionados 45 mL de éter de petróleo resfriado e o extrato transferido para o funil de separação. Em seguida, adicionou-se água destilada no funil de separação. As amostras foram lavadas por mais duas vezes para a remoção total da acetona. A solução extratora de pigmentos em éter de petróleo foi transferida para um balão volumétrico, completando-se o volume para 50 mL com éter de petróleo. O extrato foi armazenado a -5 °C em vidro âmbar, a leitura foi realizada em espectrofotômetro (Bel Spectro, S-2000 UV), baseando-se na absorbância máxima e adotando o coeficiente de absorvidade de 2592 para β -caroteno e comprimento de onda de máxima absorção (450 nm) em éter de petróleo (RODRIGUEZ-AMAYA,1989).

O teor de carotenoides totais foi determinado pela equação abaixo e os resultados expressos em μg de carotenoides/ g da amostra.

$$\text{Carotenoides totais} = \frac{A \times V \times 10^6}{A^{1\%} (\epsilon) \times m \times 100} \quad (\text{Equação 1.9})$$

Onde:

A= absorbância;

V= volume final em mL;

$A^{1\%}$ = Coeficiente de absorvidade de carotenoides em éter de petróleo= 2592 cm^{-1} ;

m = Massa final da amostra em gramas.

2.5.7 Análise de cor

As farinhas e misturas foram analisadas quanto à variação de cor, utilizando-se colorímetro da marca Konica Minolta CM-5 no modo reflectância, com escala de cor do sistema CIELAB, iluminante D65 e ângulo de observação de 10° , conforme o método 14-22 da AACCC (2000). As coordenadas retangulares de cor L^* indicam luminosidade que variam do branco ($L^* = 100$) ao preto ($L^* = 0$), a^* tendência à região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$) e coordenada b^* indica tendência à tonalidade amarela ($+b^*$) ao azul ($-b^*$).

A diferença global de cor para cada mistura em relação ao padrão, farinha de trigo, foi calculada pelo parâmetro ΔE de acordo com a Equação 1.10 descrita abaixo:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} \quad (\text{Equação 1.10})$$

2.5.8 Granulometria

A granulometria das farinhas foi determinada conforme a metodologia adaptada número 66-20 da AACC (2000), para 100 g de amostra. Foi utilizado um conjunto de peneiras com malhas de 20, 32, 40, 60, 80 e 100 *mesh*, com abertura de 0,85 mm, 0,50 mm, 0,42 mm, 0,246 mm, 0,175 mm e 0,147 mm, respectivamente, submetido à ação vibratória por um período de dez minutos. Posteriormente, as amostras foram pesadas e os resultados expressos em porcentagem de material retido em cada peneira.

2.6 Análise dos dados

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com duas repetições em triplicata e analisados por Análise de Variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de Tukey a 5% de significância, por meio do programa R Core Team (2017) versão 3.4.1. Somente os dados obtidos da análise de fibras seguiram ao DIC em duas repetições em duplicata e analisados por média e desvio padrão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Rendimento da farinha do resíduo da acerola (FRA)

A farinha proveniente do resíduo da acerola, após a secagem, obteve um rendimento de 23,22%, resultado superior à média de 12,4% encontrada por Sobrinho (2014) em relação ao peso inicial do resíduo.

As imagens apresentadas na Figura 2 mostra o resíduo da acerola *in natura* adquirido após despulpamento (a), o resíduo seco (b) obtido após a secagem em secadora e farinha do resíduo (c) obtido após a moagem.

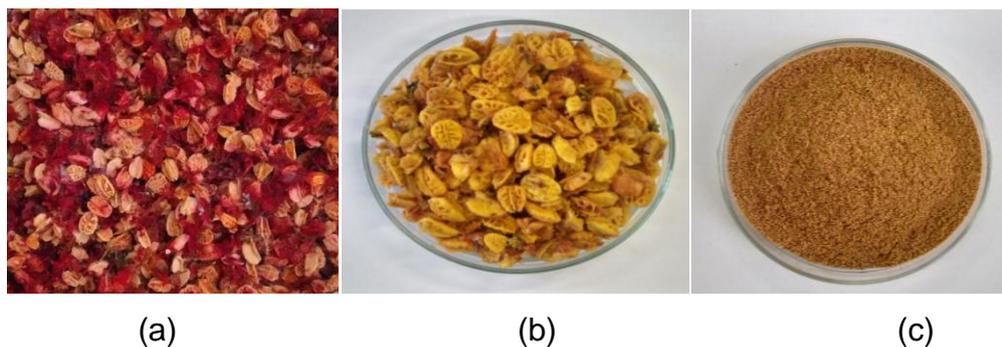


Figura 2 - Imagens do resíduo da acerola *in natura* (a), resíduo seco (b) e farinha processada (c).

3.2 Composição centesimal

3.2.1 Teor de água

A quantificação do teor de água é um fator determinante para a conservação dos alimentos, pois se relaciona diretamente a sua vida útil, visto que a quantidade de água presente pode favorecer ou não o crescimento de microrganismos, e quanto menor for o conteúdo de água, menos perecível o alimento se tornará (ORDONEZ, 2005; MARQUES, 2013).

A umidade em farinhas também pode interferir no processamento de produtos panificáveis, pois farinhas acima de 14% tendem a formar grumos e assim interferir na formação da massa, proporcionando uma massa mais firme quando a umidade se apresenta baixa e uma massa mais mole quando se apresenta alta umidade, assim, alterando a elasticidade da massa formada (EL-DASH; GERMANI, 1994; ICTA, 2017).

O teor de água encontrado na farinha de trigo (F0), farinha do resíduo de acerola (FRA) e misturas (Tabela 1.1), não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$). Tais valores se adequam ao valor preconizado pela legislação vigente que determina 15% para todos os tipos de farinhas (BRASIL, 2005). Todos os valores encontravam-se abaixo 11% de umidade.

Aquino e colaboradores (2010) obtiveram valores de umidade de 8,6% para farinha de resíduo de acerola, valor próximo ao identificado (8,69%) na presente pesquisa. Sobrinho (2014) identificou valores de 7,58%, 7,63 % e 9,66% para três diferentes lotes de resíduo de acerola, valores próximos ao da presente pesquisa.

Tabela 1.1 – Resultados obtidos das análises físico-químicas para determinação da composição centesimal da farinha de trigo, farinha do resíduo de acerola e misturas em base seca.

Formulações	Teor de água (%) ^{NS}	Lipídeos (%) [*]	Proteína (%) [*]	Cinzas (%) [*]	Carboidrato (%) [*]	Valor Calórico (kcal/100g) ^{NS}
FT	11,82 ± 0,11	1,25 ^b ± 0,48	11,74 ^a ± 0,24	0,78 ^b ± 0,01	87,56 ^a ± 0,24	408,45 ± 2,40
F5	11,89 ± 0,74	0,82 ^b ± 0,12	11,10 ^a ± 0,21	0,62 ^b ± 0,30	88,78 ^a ± 0,27	405,80 ± 2,98
F10	11,25 ± 1,14	0,98 ^b ± 0,21	11,09 ^a ± 0,36	0,81 ^b ± 0,21	88,26 ^a ± 0,75	406,24 ± 0,32
F15	11,13 ± 1,50	1,14 ^b ± 0,21	10,93 ^a ± 0,60	1,04 ^b ± 0,12	87,85 ^a ± 0,73	405,44 ± 1,16
FRA	8,69 ± 0,55	2,65 ^a ± 0,10	9,54 ^b ± 0,01	2,83 ^a ± 0,01	85,09 ^b ± 0,53	402,43 ± 1,16

*Significativo (p<0,05); ^{NS}: Não significativo (p>0,05). Resultados expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey (p>0,05). FT: farinha de trigo; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10%; F15: substituição a 15%; e FRA: Farinha do resíduo de acerola.

3.2.2 Teor de gordura

A quantidade de lipídeos presente nas farinhas diferenciou estatisticamente apenas para a farinha de acerola, apresentando valor superior em relação às demais farinhas (Tabela 1.1), com valor de 2,65%. Assim, pode-se observar que não houve interferência à medida que foi realizada a substituição da farinha de trigo pela farinha de resíduo de acerola em até 15%.

Em algumas pesquisas em que avaliaram a composição lipídica da farinha de acerola, foram observados valores que variavam desde 0,52% (AQUINO et al., 2010), 2,44% (SOBRINHO, 2014), 3,59% (SOUSA et al., 2011) a 5,23% (ABUD; NARAIN, 2009). O resultado de Sobrinho (2014) foi o mais próximo ao encontrado neste estudo.

Essas variações entre os resultados encontrados por diferentes pesquisas podem estar diretamente relacionadas às espécies, ao estágio de maturação do fruto, a safra e ao clima, pois são fatores que influenciam na composição química da acerola, e em produtos hortícolas de modo geral (SOUSA et al., 2011; MARQUES, 2013).

Apesar de a gordura representar alta concentração calórica nos alimentos nos quais está inserida, pode proporcionar deterioração do alimento durante o período de estocagem, produzindo odor e sabor de ranço, dependendo do seu teor e composição (SGARBIERI, 1987). Em farinhas de trigo, ainda que o teor de lipídeos seja baixo, são responsáveis pela rancificação da farinha devido à presença de lipídeos predominantemente insaturados que são mais sensíveis à oxidação (PRABHASANKAR; RAO, 1999).

3.2.3 Determinação de proteínas

De acordo com a Portaria nº 132 da ANVISA (BRASIL, 1999), a sêmola ou semolina de trigo durum deve conter no mínimo 10,5% de proteína, e o teor encontrado para a semolina de trigo utilizada na pesquisa foi de 11,74% (Tabela 1.1).

Ao se analisar o conteúdo de proteína da farinha do resíduo da acerola, o valor obtido foi de 9,54%, e à medida que foi feita a substituição da farinha de trigo pela FRA, não se obteve diferença na composição das misturas de farinhas (F5%,

F10% e F15%), quando avaliada estatisticamente. Essa diferença pode não ter sido observada devido à pequena porcentagem de substituição.

Lousada Junior et al. (2006) encontraram um teor proteico de 10,54% em seus experimentos com resíduo de acerola. Sena e Nunes (2006) identificaram um teor de 6,27% e Aquino e colaboradores (2010) um valor de 8,88%, ou seja, resultados semelhantes aos encontrados na presente pesquisa.

Com o objetivo de complementação alimentar, a farinha do resíduo de acerola pode ser utilizada como ingrediente em preparações com farinha de trigo durum, visto que o seu teor proteico é próximo ao da farinha e com a substituição de até 15%, pode-se constatar que atinge o valor mínimo de 10,5% designado para farinha de trigo durum, pois os valores encontrados com substituição variam entre 10,93% a 11,1%.

Entretanto, caso as farinhas sejam aplicadas em produtos panificados, deve-se analisar as propriedades tecnológicas do produto, pois tal substituição pode promover a redução da proporção de proteínas formadoras do glúten em detrimento de proteínas que não possuem esta propriedade, levando à redução da força do glúten (KAMINSKI et al., 2011; SCHMIELE et al., 2012).

3.2.4 Teor de cinzas

O teor de cinzas analisado (Tabela 1.1) foi maior para a farinha de resíduo de acerola (2,83%). Este resultado pode estar atrelado a uma maior quantidade de minerais presentes na amostra (COSTA et al., 2007). Resultados próximos foram encontrados por Abud e Narain (2009) de 2,13% e por Aquino et al. (2010) de 3,03%. Já os resultados encontrados por Sobrinho (2014) em diferentes lotes de FRA estão acima (4,87 a 5,58%).

Para a farinha de trigo durum, o resultado encontrado de 0,78%, está de acordo com o permitido pela legislação, em que recomenda o teor máximo de cinzas de 0,92% (BRASIL, 1999). E pode-se observar que à medida que aumentou a substituição, não ocorreu diferença estatística ($p > 0,05$) no teor de cinzas, como esperado.

O teor de cinzas para algumas indústrias produtoras de farinhas de trigo é considerado uns dos principais parâmetros a ser analisado para o trigo durum, pois o maior teor está relacionado a um maior grau de extração da farinha, apresentando maiores partículas de farelo e tendência a uma coloração mais escura. Com uma

porcentagem de cinzas acima de 0,90% indica a presença de material indesejável, como o farelo, que pode proporcionar uma pior qualidade na textura e na qualidade sensorial ao produto ao qual a farinha será destinada (CIACCO; CHANG, 1986; CHANG; FLORES, 2004).

3.2.5 Carboidratos

O componente nutricional identificado em maior proporção na farinha de resíduo de acerola foi o carboidrato (Tabela 1.1), com 85,09%, entretanto presente estatisticamente em menor quantidade ($p < 0,05$) quando comparado com a farinha de trigo durum (87,56%). Deste modo, o aumento da substituição da FRA não promoveu uma diminuição no teor de carboidratos, assim as misturas das farinhas mantiveram-se semelhantes estatisticamente ($p > 0,05$) ao teor de carboidratos da farinha de trigo.

Na pesquisa desenvolvida por Sousa e colaboradores (2011), os autores encontraram 10,76% de carboidratos para resíduos de acerola, valor inferior ao do presente estudo. Entretanto, Pereira e colaboradores (2013), identificaram um valor de 81,29% para resíduos de acerola, valor próximo ao presente estudo.

3.2.6 Quantificação de energia

O valor energético das farinhas variou de 402,43 kcal/100 g para a farinha de resíduo de acerola a 408,45 kcal/100 g para a farinha de trigo. Ocorreu uma diminuição do valor energético à medida que se elevava a substituição da farinha de acerola, entretanto tal diferença não foi significativa estatisticamente ($p > 0,05$).

Abub e Narain (2009) encontraram valores de 332,53 Kcal/100 g para a farinha de acerola, valor inferior ao observado nesta pesquisa e Sobrinho (2014) obteve valores que variavam entre 393 a 403 Kcal.100 g⁻¹ para diferentes lotes de farinha de resíduos de acerola, resultados que corroboram com os encontrados na presente pesquisa.

3.2.7 Fibra total, insolúvel e solúvel

A fibra alimentar, de acordo com a AACC (2001), é parte de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e a absorção no intestino delgado humano com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. E podem

ser classificadas de acordo com a sua solubilidade em água, em solúveis e insolúveis.

As fibras solúveis, como as pectinas, gomas, beta-glicanas, mucilagens e algumas hemiceluloses, têm a capacidade de aumentar a viscosidade intestinal, diminuindo a atividade de algumas enzimas digestivas e a absorção de alguns nutrientes, como o colesterol plasmático e também atuam na modulação glicêmica auxiliando a regularização do apetite. Estas fibras são fermentadas pela microbiota do intestino grosso (BRENNAN, 2005; WONG; JENKINS, 2007).

Contudo, as fibras insolúveis, são assim classificadas devido a sua insolubilidade em água. São caracterizadas por não formarem géis e por sua fermentação ser limitada. Porém, são capazes de aumentar o volume do bolo fecal por retenção de água, atuando na reduzindo o tempo de trânsito no intestino grosso, tornando a eliminação fecal mais fácil e rápida, contribuindo também para a redução da absorção de glicose e para o retardo da hidrólise do amido. São exemplos de fibras insolúveis a celulose, hemicelulose, lignina e amido resistente (BRENNAN, 2005; WONG; JENKINS, 2007).

De acordo com os resultados encontrados, conforme Tabela 1.2, a FRA apresentou alto teor de fibras (60,15%) e com maior proporção para a porção insolúvel (53,79%). O alto valor era esperado, visto que os resíduos de frutas possuem em sua estrutura e parede celular, constituintes como a celulose, hemicelulose, pectinas e ligninas (GIUNTINI; LAJOLO; MENEZES, 2003; SOBRINHO, 2014).

Tabela 1.2 – Valor de fibra total, insolúvel e solúvel da farinha de resíduo de acerola.

Formulação	Fibra Total (%)	Fibra Insolúvel (%)	Fibra Solúvel (%)
FRA	60,15 ± 0,37	53,79 ± 0,06	6,36 ± 0,42

Resultado expresso em média ± desvio padrão.

Lima e colaboradores (2014) identificaram 45,7% de fibra bruta em resíduo da farinha de acerola, valor inferior ao encontrado no experimento. Sobrinho (2014) encontrou um valor de 67,35% para fibra total, 49,80% de fibra insolúvel e 17,55% de fibra solúvel, valores pouco superiores de fibra total e solúvel em relação a presente pesquisa.

Segundo a RDC nº 54 da ANVISA (BRASIL, 2012), a farinha de resíduo de acerola pode ser considerada com alto conteúdo de fibra alimentar, pois contém o valor acima do mínimo de 6 g/100 g estabelecido pela legislação.

3.3 Análise de pH

Os valores de pH (potencial hidrogeniônico) encontrados variaram de 3,55 (FRA) a 6,3 (FT), diferindo-se entre si estatisticamente ($p < 0,05$), com exceção das misturas de farinhas da formulação de 10% e 15%, que não diferiram entre si ($p > 0,05$) e a FRA apresentou menor pH (3,55). Pode-se verificar que à medida que aumentava a substituição, diminuía-se o pH das farinhas devido ao aumento da presença da FRA nas misturas, resultado atribuído a maior acidez da FRA (Tabela 1.3).

Sobrinho (2014) encontrou valores de pH para farinhas de resíduos de acerola que variam entre 3,35 a 3,69, valor próximo ao identificado pela presente pesquisa que foi de 3,55.

É importante ressaltar que o pH abaixo de 4,5 é um fator limitante para o crescimento de microrganismos, favorecendo deste modo, a conservação de farinhas que apresentam valores abaixo deste valor (ORDONEZ, 2005). E a análise de pH é um parâmetro relevante em análise de alimentos, pois delimita o crescimento microbiano, atividade enzimática e a escolha da embalagem dos produtos (CECCHI, 2003).

Pereira e colaboradores (2013) encontraram valor de pH de 3,69 para a farinha de resíduo de acerola e Storck e colaboradores (2015) identificaram 3,64, valores próximos ao encontrado pela presente pesquisa.

Tabela 1.3 – Resultados das análises físico-químicas da farinha de trigo, farinha do resíduo de acerola e misturas.

Formulações	pH *	Acidez (g de ácido citrílico.100 g ⁻¹) *	Vitamina C (mg de ácido ascórbico.100g ⁻¹) *	Compostos Fenólicos (mg AGE.100 g ⁻¹)*	Carotenoides (µg de carotenoides.g)*
FT	6,30 ^a ± 0,01	0,17 ^d ± 0,02	0,00 ^d ± 0,00	67,86 ^d ± 1,28	2,81 ^b ± 0,02
F5	5,33 ^b ± 0,04	0,36 ^{cd} ± 0,00	47,96 ^c ± 2,47	124,35 ^c ± 14,08	4,72 ^b ± 0,58
F10	4,76 ^c ± 0,13	0,57 ^{bc} ± 0,00	63,9 ^b ± 0,05	169,43 ^b ± 4,96	5,49 ^b ± 0,12
F15	4,62 ^c ± 0,12	0,72 ^b ± 0,05	67,49 ^b ± 0,08	209,98 ^b ± 16,11	7,42 ^b ± 0,20
FRA	3,55 ^d ± 0,06	4,40 ^a ± 0,17	426,22 ^a ± 0,06	1260,56 ^a ± 7,66	37,65 ^a ± 2,76

*Significativo (p<0,05); ^{ns}: Não significativo (p>0,05). Resultados expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey (p>0,05), seguidas de desvio padrão. FT: farinha de trigo; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10%; F15: substituição a 15%; e FRA: Farinha do resíduo de acerola.

3.4 Análise de acidez

A análise da acidez é uma importante avaliação físico-química utilizada para se verificar a conservação de alimentos, visto que a alteração da concentração de íons de hidrogênio quase sempre se altera em decorrência de um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação (IAL, 2005).

Pode-se observar (Tabela 1.3) que houve o aumento da acidez assim com a diminuição do pH na proporção em que ocorreu o aumento da substituição da farinha de trigo pela farinha de resíduo da acerola, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as diferentes formulações, entretanto a FT se assemelhou com a F5, a F5 com a F10 e a F10 com a F15 ($p > 0,05$). E o maior valor de acidez obtido foi para a FRA e a menor para a FT.

Aquino e colaboradores (2010) encontraram valor de 8,13 de acidez titulável expresso em g de ácido cítrico.100 g⁻¹ para FRA, valor superior ao encontrado nesta pesquisa e Storck et al. (2015) identificou de 0,69, valor inferior da presente pesquisa.

3.5 Determinação de vitamina C

A vitamina C, também denominada de ácido ascórbico, é uma vitamina termossensível e solúvel em água, é amplamente conhecida por seu potencial antioxidante e tem sido associada a 65% da participação da atividade antioxidante de frutas cítricas (MDITSHWA et al., 2017).

Em pesquisa realizada por Sousa et al. (2011) e Pereira et al. (2013), os valores de vitamina C obtidos foram de apenas 89,55 mg.100 g⁻¹ e 31,03 mg.100 g⁻¹ na farinha de resíduo de acerola, respectivamente. Entretanto, Aquino et al. (2010) identificou valor de 9.549,61 mg.100 g⁻¹ da farinha do resíduo, valor superior ao desta pesquisa, que foi de 426,22 mg.100 g⁻¹.

Pode-se observar (Tabela 1.3) que à medida que aumentava a substituição das farinhas, aumentava-se o teor de vitamina, com diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), apenas com exceção da formulação F10 e F15 que não obtiveram diferença ($p > 0,05$).

3.6 Determinação de compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias com atividade antioxidantes presentes naturalmente nas frutas que podem atuar na prevenção ou na diminuição de processos oxidativos em lipídeos, proteínas e aminoácidos, e podem atuar como sequestradores de radicais livres e bloqueadores de reações de cadeia impedindo danos ao organismo humano (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010). Essa classe de compostos possui uma característica em comum, que é um anel aromático com pelo menos uma hidroxila como substituinte (DECKER, 1997).

Ao analisar os resultados (Tabela 1.3), pode-se observar, estatisticamente, que houve diferença ($p < 0,05$) entre a maioria das formulações de farinhas, entretanto, apenas as amostras F10 e F15 que não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$). A farinha de resíduo de acerola apresentou alto teor de compostos fenólicos ($1260,56 \text{ mg AGE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), resultado semelhante ao de Rezende et al. (2017) que encontraram $1034 \text{ mg AGE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de resíduo utilizando etanol a 65% e ultrassom para o preparo do extrato. Silva et al. (2016) identificaram $446,4 \text{ mg AGE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de resíduo, valor inferior a esta pesquisa. Sousa e colaboradores (2011) encontraram $279,99 \text{ mg AGE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de resíduo, valor inferior a presente pesquisa.

Abozed et al. (2014) ao avaliarem o teor de compostos fenólicos de trigo durum, encontraram $121 \text{ mg AGE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, valor superior ao identificado por esta pesquisa.

Neste sentido, é importante considerar que o teor de compostos fenólicos pode ser influenciado por variados fatores, como o estágio de maturação da fruta, cultivo, clima, origem geográfica, forma de processamento da polpa, a análise metodológica relacionada ao tipo de solvente extrator e ao padrão de fenólicos utilizado para a quantificação dos compostos (SOARES et al., 2008).

3.7 Análise de carotenoides

Os carotenoides são pigmentos lipossolúveis responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha, presentes em muitas frutas e vegetais. Atuam como antioxidantes naturais que quando consumidos, podem proteger células e organismos contra danos oxidativos e podem contribuir com parte da vitamina A de

uma dieta, pois carotenoides como o β -caroteno desempenham função de pró-vitamínica A (KRINSKY, 1994; CAMPOS, 2006).

Para os resultados obtidos para carotenoides totais (Tabela 1.3), não foi identificado diferença estatística entre a farinha de trigo durum e as misturas de farinhas ($p>0,05$), entretanto, foi obtido maior teor para a farinha de resíduo de acerola, com $37,65 \mu\text{g.g}^{-1}$, diferenciando-se, estatisticamente, dos demais tratamentos ($p<0,05$).

Sousa et al. (2011) ao analisarem a quantidade de carotenoides presente em resíduo de acerola encontraram $881,56 \mu\text{g.100 g}^{-1}$ de carotenoides totais, Sobrinho (2014) identificou a média de $1622,73 \mu\text{g.100 g}^{-1}$ de carotenoides totais. Rezende et al. (2017) obtiveram o valor $5,4 \mu\text{g.g}^{-1}$ de β -caroteno equivalente, valores proporcionalmente inferiores ao desta pesquisa.

3.8 Análise de cor

A análise de cor foi avaliada por meio das coordenadas L^* , a^* e b^* . A coordenada L^* expressa luminosidade da amostra, ou seja, quanto mais clara ou mais escura é a amostra, variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca). A coordenada a^* , quando positiva, indica intensidade de vermelho e quando negativa indica verde. A coordenada b^* quando positiva indica tendência à tonalidade amarela e azul quando negativa (HUNTER, 2012; MINOLTA, 2013).

Ao avaliar a coordenada L^* (Tabela 1.4), pode-se observar que houve diferença significativa entre a maioria das amostras ($p<0,05$). As amostras se tornaram mais escuras com a substituição da farinha de trigo pela FRA. Porém, a diferença não foi observada, estatisticamente ($p>0,05$), entre as misturas de 10% (F10) e 15% (F15). A farinha de trigo se apresentou mais clara (87,02) e farinha de resíduo de acerola mais escura (51,93). Mesías et al. (2016) ao avaliarem farinha de trigo e farinha de chia, observaram que o aumento da substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de chia, proporcionou uma diminuição da luminosidade avaliado pelo coordenada L^* . A farinha de resíduo de acerola (FRA) avaliada por Sobrinho (2014) apresentou luminosidade (L^*) que variou entre 50,53 a 59,10 para diferentes lotes de farinhas, resultados que corroboram com o valor de 51,93 encontrado por esta pesquisa.

Tabela 1.4 – Resultados da análise de cor da farinha de trigo, farinha do resíduo de acerola e misturas.

Formulações	L*	a*	b*	ΔE^*
FT	87,02 ^a	1,47 ^d	28,45 ^a	-
F5	74,52 ^b	4,66 ^c	22,37 ^c	14,25 ^c
F10	68,98 ^c	6,27 ^b	21,94 ^c	19,76 ^b
F15	66,16 ^c	7,13 ^b	21,96 ^c	22,56 ^b
FRA	51,93 ^d	12,14 ^a	25,67 ^b	36,18 ^a

Significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: Não significativo ($p > 0,05$). Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). L (luminosidade que varia do preto ao branco), a* (varia do verde ao vermelho), b* (amarelo ao azul) e ΔE (diferença global de cor). FT: farinha de trigo; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10%; F15: substituição a 15%; e FRA: Farinha do resíduo de acerola.

A coordenada a* que varia entre o vermelho e o verde, identificou valores positivos indicando a predominância da cor vermelha e diferença estatística ($p < 0,05$) entre alguns tratamentos (Tabela 1.4), com exceção, assim como na coordenada L*, da mistura F10 e F15 ($p > 0,05$). A formulação FRA apresentou maior valor de a* e a formulação FT o menor valor.

Ao avaliar a coordenada b*, pode-se observar valores positivos para as amostras indicando a coloração amarela. A FT e a FRA diferiram-se estatisticamente ($p < 0,05$) das outras formulações, com maiores valores para a FT (28,45), seguido da FRA (25,67). Sobrinho (2014) também encontrou valores positivos (17,42 a 19,21) para a coordenada b*, porém um pouco abaixo do encontrado no presente estudo (25,67). Chang e Flores (2004) identificaram 18,35 para farinha de trigo durum, valor abaixo ao do presente estudo, mas que também indica a predominância da coloração amarela para o trigo, atribuída pelo caroteno e luteína, cor que é desejada nesta variedade de trigo.

Pela análise de diferença global de cor (ΔE), as formulações apresentaram diferença significativa de coloração em relação à FT ($p < 0,05$), com maior valor para a FRA, seguida da F5, porém as F10 e F15 não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Neste sentido, a cor é uma característica importante das farinhas, principalmente com aplicação em produtos panificados, de modo que, juntamente com a textura e aroma, proporciona a preferências e escolhas dos alimentos pelos consumidores, podendo assumir papel decisivo na aceitação ou rejeição (OLIVEIRA et al., 2003; GUTKOSKI, et al., 2011).

3.9 Granulometria

A determinação da granulometria de farinhas é um importante instrumento que pode auxiliar no direcionamento para diferentes aplicações das farinhas como ingrediente na alimentação humana (STORCK et al., 2015).

Conforme a Portaria nº 132 da ANVISA (BRASIL, 1999), 100% da farinha de trigo durum deve passar pela peneira de malha de 0,85 mm de abertura, como observado neste estudo (Tabela 1.5), e no máximo 10% deve passar pela peneira de 0,15 mm de abertura, entretanto, nesta pesquisa 1% a mais passou por esta peneira, não estando em conformidade com a legislação vigente.

Pode-se observar que para todas as farinhas, a peneira de abertura de 0,25 mm (60 mesh) manteve retido a maior proporção de farinhas, com maiores valores para a formulação F15, F10, F5, FT e FRA, respectivamente. Em pesquisa realizada por Chang e Flores (2004), a maior retenção da farinha de trigo durum (52,45%) ocorreu com a peneira de 0,18 mm (80 mesh), diferentemente do encontrado nesta pesquisa em que a maior retenção foi na peneira de 0,25 mm (60 mesh) com 65,60% e na peneira de 0,18 mm (80 mesh) foi 18,40%.

Tabela 1.5 – Porcentagem de farinha de trigo, farinha de resíduo de acerola e misturas retidas nas peneiras para análise de granulometria.

Formulações	20 mesh (0,85 mm)	32 mesh (0,50 mm)	40 mesh (0,42 mm)	60 mesh (0,25 mm)	80 mesh (0,18 mm)	100 mesh (0,15 mm)	Base
FT	0,00	0,10	0,60	65,60	18,40	4,50	11,00
F5	0,00	0,30	0,40	66,70	22,70	2,60	7,30
F10	0,00	0,60	1,10	67,50	19,90	4,60	6,20
F15	0,10	1,33	1,40	68,83	20,90	2,90	4,53
FRA	0,40	20,50	14,20	45,00	11,20	4,10	4,60

FT: farinha de trigo; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10%; F15: substituição a 15%; e FRA: Farinha do resíduo de acerola.

Tal diferença pode ser atribuída ao grau de extração da farinha, ou seja, a farinha de trigo durum utilizada por Chang e Flores (2004) obteve maior grau de extração, o que não foi satisfatório, indicando a presença de farelo, resultado confirmado pelo alto teor de cinzas presente na farinha. Entretanto, a maior retenção na peneira de 0,25 mm (60 mesh) da presente pesquisa está de acordo com semolinas comerciais usadas para a produção de massa alimentícia relatada por outros pesquisadores (DONELLY, 1979; WYLAND; D'APPOLONIA, 1982).

3.10 Conclusão

Pode-se constatar, de modo geral, que a farinha obtida do resíduo de acerola apresenta-se como um ingrediente alimentar que pode ser utilizado juntamente com a farinha de trigo sem afetar o produto final, devido às suas características físico-químicas e seu alto valor nutricional, atribuído principalmente, ao elevado teor de compostos fenólicos, vitamina C e fibras. Outras vantagens de seu uso são atribuídas à facilidade do seu preparo e por se apresentar como alternativa para agregar valor econômico ao resíduo que é apenas destinado para alimentação animal ou então descartado pelas indústrias produtoras de sucos.

3.11 Referências bibliográficas

AACC. **American Association of Cereal Chemists**. Approved Methods. 10. ed. St. Paul: AACC, 2000.

AACC. **American Association of Cereal Chemists**. Approved Methods. Paul Minn. 1983.

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Dietary Fiber Technical Committee. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v. 46, p. 112-146, 2001.

ABOZED, S. S.; EL-KALYOUBI, M.; ABDELRAHMAN, A.; SALAMA, M. F. Total phenolic contents and antioxidant activities of various solvent extracts from whole wheat and bran. **Annals of Agricultural Science**, v. 59, n.1, p. 63–67, 2014.

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC Internacional**. v.2, 17 ed. Gaithersburg: AOAC, 1998.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 18th ed. Gaithersburg. chap. 42, p.2-3, 2005.

AQUINO, A. C. M. S; MÓES, R. S.; LEÃO, K. M. M.; FIGUEIREDO, A. V. D.; CASTRO, A. A. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 379-86, 2010.

ASSIS, L. M.; ZAVAREZE, E. R.; RADÜNZ, A. L. 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.

ASSIS, S. A.; FERNANDES, P. F.; MARTINS, A. B. G.; FARIA OLIVEIRA, O. M. M. Acerola: importance, culture conditions, production and biochemical aspects. **Fruits**, n. 2, vol. 63, p. 93-101, 2008.

BENASSI, V. T.; WATANABE, E. Fundamentos da tecnologia da panificação. **EMBRAPA – CTAA**, 60p., Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União, de 26 de dezembro de 2003**. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 18 out. 2017.

BRASIL. Resolução de Direção Colegiada (RDC) nº 263, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União, de 29 de agosto de 2005**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 18 out. 2017.

BRASIL. Portaria nº 132, de 19 de fevereiro de 1999. Dispõe sobre a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer a sêmola ou semolina de trigo durum, farinha de trigo durum e farinha integral de trigo durum. **Diário Oficial da União, de 25 de fevereiro de 1999**. Brasília, 1999. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 18 out. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União, de 13 novembro 2012**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 20 out. 2017.

BRENNAN, C. S. Dietary fiber, glycemic response, and diabetes. **Molecular Nutrition & Food Research**, Weinheim, v. 49, n. 6, p. 560-570, 2005.

CAETANO, A. C. S.; MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G. et al. Extração de antioxidantes de resíduos agroindustriais de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 155-160, 2009.

CAMPOS, F. M. **Avaliação de práticas de manipulação de hortaliças visando a preservação de vitamina C e carotenoides**. 2006. 96 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2ª. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

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

CIACCO, C. F.; CHANG, Y. K. **Como fazer massas**. Icone Editora. Editora Unicamp. 1986.

COSTA, J. M. C.; FELIPE, E. M. F.; MAIA, G. A.; BRASIL, I. M.; HERNANDEZ, F. F. H. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.228-232, 2007.

COSTA, M. G.; SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1; p.220-220 225, 2008.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, p. 15-19, 2010.

DECKER, E. A. Phenolics: prooxidants or antioxidants? **Nutrition Reviews**, New York, v. 55, n. 11, p. 396-407, 1997.

DONELLY, B. J. Pasta products: Raw material, technology, evaluation. **Macaroni Journal**, v. 61, n. 1, p. 6-18, 1979.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e milho na produção de pães**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. v. 2, 81 p.

FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.3, p. 524-529, 2007.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 53, p. 1-7, 2003.

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.

HUNTERLAB, 2012. Disponível em: <<https://www.hunterlab.com/duplicate-of-an-1005-hunterlab-vs-cie-lab.pdf>>. Acesso em 22 de out de 2017.

IAL. **Instituto Adolfo Lutz**. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 4 ed. São Paulo, 2005.

Instituto de Ciência e Tecnologia em Alimentos - ICTA. Avaliação da Qualidade Tecnológica/Industrial da Farinha de Trigo. Disponível em:<<https://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/avaliacao-farinha-trigo/1a.php>>. Acesso em 16 dez. 2017.

KAMINSKI, T. A.; SILVA, L. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, A.; FERRÃO, T. S. Atributos nutricionais, tecnológicos e sensorias de macarrões de centeio. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 137-144, 2011.

KRINSKY, N. The biological properties of carotenoids. **Pure and Applied Chemistry**, v. 66, n.5, p.1003-1010, 1994.

LIMA, P. C. C.; AVILA, R. G.; SILVA, D. V.; CARDOSO, P. F.; OLIVEIRA, M. D. Utilização de resíduo do processamento de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) na confecção de biscoito tipo língua de gato. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 08, n. 02, p. 1488-1500, 2014.

LOUSADA JUNIOR J. E.; COSTA, J. M. C; NEIVA, J. N. M; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n.1, p. 70-6, 2006.

MARQUES, T. R. **Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: farinhas e barras de cereais**. 2013. 101 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

MDITSHWA, A.; MAGWAZA, L. S.; TEFAY, S. Z.; OPARA, U. L. Postharvest factors affecting vitamin C content of citrus fruits: A review. **Scientia Horticulturae**, vol, 218, p.95-104, 2017.

MESÍAS, M.; HOLGADO, F.; MARQUEZ-RUIZ, G.; MORALES, F. J. Risk/benefit considerations of a new formulation of wheat-based biscuit supplemented with different amounts of chia flour. **Food Science and Technology**, v. 73, p. 528-535, 2016.

MINOLTA. Disponível em:
<<http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>>.
Acesso em: 22 de out de 2017.

MIRANDA, M. Z.; GUARIENTI, E. M.; TONON, V. D. **Qualidade Tecnológica do Trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. Cap. 15, p. 371 - 390.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 463-470, abr. 2002.

NUNES, J. S.; SILVA, F. B.; GOMES, J. P.; SILVA, W. P. Caracterização físico-química de farinha resíduo de polpa de acerola. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015. Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza – CE 15 a 18 de setembro de 2015.

OLIVEIRA, A. P. V.; FRASSON, K.; YAMASHITA, F. et al. Medida Instrumental de Cor em Sobremesas Lácteas de Chocolate: uma Técnica de Baixo Custo e Versátil Utilizando Câmara Digital. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p. 191-196, 2003.

ORDONEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos - Alimentos de origem animal**, v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PEREIRA, C. T. M.; SILVA, C. R. P. S.; LIMA, A.; PEREIRA, D. M.; COSTA, C. N.; CAVALCANTE NETO, A. A. Obtenção e caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante *in vitro* da farinha de resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Acta Tecnológica**, vol. 8, n. 2, p. 50 -56, 2013.

PRABHASANKAR, P.; RAO, P. H. Lipids in wheat flour streams. **Journal of Cereal Science**, v. 30, n. 3, p. 315-322, 1999.

REZENDE, Y. R. R. S.; NOGUEIRA, J. P.; NARAIN, N. Comparison and optimization of conventional and ultrasound assisted extraction for bioactive compounds and antioxidant activity from agro-industrial acerola (*Malpighia emarginata* DC) residue. **LWT - Food Science and Technology**, v. 85, p. 158 - 169, 2017.

R Development Core Team. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>> Acesso em: 02 jul. 2017.

REZENDE, T. M. **Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola**: farinhas e barras de cereais. 2013. 101 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Critical review of provitamin A determination in plant foods. **Journal of Micronutrient Analysis**, v. 5, p. 191-225, 1989.

SCHMIELE, M.; JAEKEL, L. Z.; PATRICIO, S. M. C.; STEEL, C. J.; CHANG, Y. K. Rheological properties of wheat flour and quality characteristics of pan bread as modified by partial additions of wheat bran or wholegrain wheat flour. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 2141–2150, 2012.

SEBRAE. Mercado de fruticultura no Brasil: Panorama do setor no Brasil. Boletim de Inteligência. Out., 2015. Disponível em: < <http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/11/Panorama-do-mercado-de-fruticultura-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

SENA, R. F.; NUNES, M. L. Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de rações para carcinicultura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Bahia, v.7, n.2, p.94 -102, 2006.

SGARBIERI, V. C. Alimentação e Nutrição: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas: Ed. UNICAMP; São Paulo: Almed, 1987. 387 p.

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

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, Jaboticabal, 2008.

SOBRINHO, I. S. B. **Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas**. 2014. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Bahia, 2014.

STORCK, C. R.; BASSO, C.; FAVARIN, F. R.; RODRIGUES, A. L. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas v. 18, n. 4, p. 277-284, 2015.

SOUCI, S. W., FACHMAN, W., KRAUT, H. **Food composition and nutrition tables**, 6ª ed., Stuttgart: Medpharm, 2000.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M. Manoel de Jesus Marques da SILVA; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, maio/jun., 2011.

WYLAND, A. R.; D'APPOLONIA, B. L. Influence of drying temperature and farina blending on spaghetti quality. **Cereal Chemistry**, v. 59, n. 3, p. 199-201, 1982

WONG, J. M; JENKINS, D. J. Carbohydrate digestibility and metabolic effects. **The Journal of Nutrition**, v.137, n. 11, 2007.

CAPÍTULO II

ELABORAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS COM FARINHA DO RESÍDUO DE ACEROLA E SUA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

RESUMO

Massas alimentícias apresentam alta aceitação no Brasil e para sua elaboração, o uso de outros tipos de farinhas, que não somente a farinha ou sêmola de trigo tem sido avaliado como alternativa. O objetivo da pesquisa consistiu em avaliar a viabilidade da utilização de farinha mista de trigo durum (FT) e farinha de resíduo de acerola (FRA) na elaboração de uma massa alimentícia, tipo Talharim e realizar sua caracterização físico-química. Para a elaboração da massa, a FRA foi misturada à FT, utilizada como controle, para obter substituições parciais de FT de 5% (F5), 10% (F10) e 15% (F15) por FRA. As cinco amostras foram submetidas às análises físico-químicas. A mistura da FT com a FRA não proporcionou diferenças significativas nas variáveis de teor de água, lipídeos, proteínas, carboidratos e energia ($p > 0,05$). Uma redução dos valores pH e dos valores das coordenadas L^* e b^* para a análise de cor foi observada ($p < 0,05$). Um aumento no teor de cinzas, acidez, vitamina C, compostos fenólicos, carotenoides e nas coordenadas a^* e ΔE (diferença global de cor) foram identificados com o aumento da substituição da farinha de trigo por FRA em relação à amostra controle (F0) ($p < 0,05$). A farinha de resíduo da acerola possibilitou a substituição da farinha trigo em até 15% na massa alimentícia e influenciou positivamente no valor nutricional da massa produzida, confirmando o potencial do resíduo para ser aplicado em formulação de alimentos.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*, farinha mista, substituição, farinha de trigo durum.

ABSTRACT

Pasta is highly accepted in Brazil and for its elaboration, the use of other types of flour, which not only wheat flour or semolina has been evaluated as an alternative. The objective of the research was to evaluate the feasibility of the use of mixed flour durum (FT) and acerola residue flour (FRA) in the elaboration of a food type, Talharim type and perform its physicochemical characterization. For the mass elaboration, the FRA was mixed to the FT, used as control, to obtain partial substitutions of FT of 5% (F5), 10% (F10) and 15% (F15) by FRA. The five samples were submitted to the physical-chemical analysis. The mixture of FT and FRA did not provide significant differences in the variables of water content, lipids, proteins, carbohydrates and energy ($p > 0.05$). A reduction of the pH values and the values of the coordinates L^* and b^* for the color analysis was observed ($p < 0.05$). An increase in the ash content, acidity, vitamin C, phenolic compounds, and carotenoids in the coordinates a^* and ΔE (global color difference) were identified with the increase of substitution of wheat flour by FRA in relation to the control sample (F0) ($p < 0.05$). The acerola residue flour allowed the substitution of wheat flour by up to 15% in the food mass and positively influenced the nutritional value of the mass produced, confirming the potential of the residue to be applied in food formulation.

Keywords: *Malpighia emarginata*, mixed flour, substitution, durum wheat flour.

1 INTRODUÇÃO

A massa alimentícia ou macarrão está incorporado na alimentação dos brasileiros com alta aceitação. Pode ser servida como prato principal ou guarnição, se apresentado como um prato único ou acompanhada de carnes e legumes, em várias combinações compondo uma refeição (ABIMAPI, 2017).

A alta demanda pelo consumo das massas alimentícias está atribuída ao seu custo relativamente baixo, facilidade de preparo e a existência de uma variedade de tamanhos, formatos e cores ofertadas no mercado (KAMINSKI et al., 2001; ABIMAPI, 2017).

As massas alimentícias são produtos não fermentados e de modo geral, são obtidas pelo amassamento da farinha de trigo e da semolina ou sêmola de trigo com água (BRASIL, 2005; ABIMAPI, 2017). Podem ser adicionadas de outros ingredientes em sua formulação, desde que não ocorra a descaracterização do produto e também podem ser secas, frescas, pré-cozidas, instantâneas ou prontas para o consumo, em diferentes formatos e recheios (BRASIL, 2005).

Apesar de ser considerado um alimento energético, o macarrão elaborado somente com farinha de trigo apresenta deficiências nutricionais, como vitaminas, minerais, compostos fenólicos e fibras (MENEGASSI; LEONEL, 2006; GULL; PRASAD; KUMAR, 2015).

Assim, o uso de outros tipos de farinhas, que não somente a farinha ou sêmola de trigo tem sido avaliado como alternativa de aproveitamento e enriquecimento nutricional das massas, de modo que ocorra a manutenção das características tecnológicas e sensoriais do produto final (BENASSI; WATANABE, 1997). Neste sentido, o resíduo de acerola apresenta-se como uma fonte alternativa de nutrientes, uma vez que o fruto apresenta alto teor de vitaminas, compostos fenólicos, fibras, entre outros, que podem estar presentes no resíduo, devendo-se assim, avaliar a sua potencialidade para uso em formulações de produtos alimentícios (RITZINGER; KOBAYASHI; OLIVEIRA, 2003; LIMA et al., 2003; AQUINO et al., 2010; BENJAMIN et al., 2015).

O objetivo desta pesquisa consistiu em avaliar a viabilidade da utilização de farinha mista de farinha de trigo durum e farinha de resíduo de acerola na elaboração de massa alimentícia e realizar a sua caracterização físico-química.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Os resíduos de acerola foram adquiridos por uma agroindústria produtora de polpa de suco, situada no distrito do município de Alegre-ES. Para a obtenção do resíduo e posterior processamento da farinha do resíduo da acerola, primeiramente, a acerola (*Malpighia emarginata* DC.) adquirida foi despulpada na agroindústria, onde todas as etapas para a obtenção do resíduo foram acompanhadas.

O resíduo, constituído por casca e semente, foi levado para a Universidade Federal do Espírito Santo, onde foi realizada secagem em secador com circulação de ar a 60 °C por cerca de 20 horas e posteriormente triturado em liquidificador (Philips Walita, 600W, modelo RI2044) até a obtenção de uma farinha fina. A farinha de trigo (Semolina de trigo durum - *Triticum durum*) da marca Renata foi adquirida da empresa Novafitos, Valinhos – SP e ovo em pó pasteurizado desidratado da marca Salto's, adquirido da empresa Fluido Vital, São Paulo – SP.

2.2 Formulação das massas alimentícias

Para a elaboração das massas alimentícias tipo Talharim foi utilizada farinha de trigo durum, ovo em pó pasteurizado e água, de acordo com testes preliminares. Como formulação controle, em base de farinha de trigo, foi elaborada uma amostra (F0) e outras três formulações foram produzidas substituindo-se a farinha de trigo pela farinha do resíduo da acerola (FRA) em diferentes porcentagens, de 5% (F5), 10% (F10) e 15% (F15), conforme apresentado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Formulações utilizadas para o preparo das massas alimentícias, tipo Talharim, com as diferentes misturas de farinha de trigo e FRA.

Formulação	Ingredientes (proporções)			
	FT (g.100 g ⁻¹)	FRA (g.100 g ⁻¹)	Ovo (g.100 g ⁻¹)	Água (mL.100 g ⁻¹)
F0	100,00	-	7,40	36,00
F5	95,00	5,00	7,40	37,67
F10	90,00	10,00	7,40	41,25
F15	85,00	15,00	7,40	50,00

F0: formulação controle; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10% e F15: substituição a 15%.

Para a padronização das farinhas e para se obter uma massa alimentícia mais homogênea, em todas as substituições foi utilizada a FRA processada que se manteve retida na peneira de abertura de 0,25 mm (60 mesh).

O processo de elaboração da massa alimentícia consistiu na pesagem dos ingredientes, e então, colocados em extrusora Pastaia 2. Baseado em testes preliminares, foi definido o tempo da mistura ideal de 10 minutos. Após a hidratação e o tempo de mistura, a massa homogeneizada foi pressionada, por uma rosca sem fim, passando pela a trefila para adquirir o formato de massa alimentícia do tipo Talharim. Em seguida, as massas foram colocadas em bandejas perfuradas e levadas a um secador convectivo de ar forçado. A primeira fase da secagem ocorreu a 60 °C/90 min, seguida de uma segunda secagem a 45 °C/45 min.

Para a determinação das características físico-químicas, as massas alimentícias produzidas, foram moídas em moinho de facas tipo Willey Solab para obtenção de uma farinha. As farinhas provenientes das diferentes formulações de massas alimentícias foram armazenadas em embalagens metálicas individualizadas do tipo *TradPouch* 160MZ à temperatura de refrigeração até o momento da análise.

2.3 Análises físico-químicas das massas alimentícias

As análises físico-químicas das formulações de massas alimentícias utilizadas na pesquisa foram realizadas, conforme os métodos descritos a seguir.

2.3.1 Composição centesimal

2.3.1.1 Teor de água

O teor de água foi determinado por secagem direta em estufa (Nova Ética Ethik®) a 105 °C de acordo com o método 012/IV (IAL, 2005).

Inicialmente, as placas Petri foram lavadas e secas em estufa a 105 °C por uma hora. Após, o peso das placas foi identificado em balança da marca balança analítica Shimadzu® AUW320 (d = 0,1 mg), 2 g de cada amostra foram pesadas e levadas para estufa onde permaneceram por 4 horas ou até atingirem peso constante. O teor de água foi calculado pela Equação 2.1:

$$\text{Teor de água (\%)} = \frac{\text{Perda de massa (g)} \times 100}{\text{Peso da amostra (g)}} \quad (\text{Equação 2.1})$$

2.3.1.2 Teor de gordura

O teor de gordura das amostras foi determinado utilizando-se o método de extração direta em Soxhlet, que tem como princípio básico a extração da fração lipídica da amostra com éter de petróleo e posterior remoção do solvente por destilação (IAL, 2005 – nº 032/IV).

Os copos extratores foram lavados inicialmente e secos em estufa a 105 °C por duas horas e pesados. As amostras foram pesadas, cerca de dois gramas em cartucho de Soxhlet (Soksofit 33x80) e estes acoplados no aparelho extrator de óleos e graxas MA 491 Marconi® juntamente com os copos extratores, adicionados de 80 mL de éter de petróleo P.A. Por um período de 4 horas ocorreu a extração e após este tempo, o éter foi evaporado, o copo extrator resfriado em dessecador e pesado. O teor de lipídeos para as amostras foi determinado de acordo com a Equação 2.2.

$$\text{Teor de gordura (\%)} = \frac{\text{Lipídeos (g)} \times 100}{\text{Amostra (g)}} \quad (\text{Equação 2.2})$$

2.3.1.3 Determinação de proteína

A determinação de proteínas foi realizada por meio do método de Kjeldahl modificado (IAL, 2005 – nº 037/IV), em que há a decomposição da matéria orgânica e transformação do nitrogênio em amônia. Este método é baseado na digestão da amostra, na qual o nitrogênio é transformado em um sal de amônia.

Para cada tubo digestor pesou-se 0,3 g de cada amostra em balança analítica Shimadzu® AUW320 (d = 0,1 mg) e foram adicionadas cerca de 2 g de mistura catalítica (proporção de 1:10 de sulfato de cobre pentaidratado e sulfato de potássio). Posteriormente, os tubos foram alocados na capela de exaustão de gases e adicionados de 8 mL de ácido sulfúrico P.A. Os tubos permaneceram na chapa digestora à 350 °C por 2 horas. Após esse período, os tubos com as amostras digeridas foram resfriados e adicionados de 20 mL de água destilada.

Após a digestão, foi realizada a destilação em destilador de nitrogênio MA – 036 Marconi®. E em cada frasco de erlenmeyer de 250 mL foram adicionados de 50 mL de água destilada e 50 mL de ácido bórico 4% com solução indicadora mista composta por 0,132 g de vermelho de metila e 0,066 g de verde de bromocresol dissolvidos em 140 mL de álcool etílico.

Cada tubo digestor com a amostra digerida foi transferido para o conjunto de destilação e foi adicionada ao frasco, por meio de um funil com torneira, solução de hidróxido de sódio 50% até garantir um excesso de base, aquecido à ebulição e destilado até obter cerca de 100 mL do produto. O destilado contido no erlenmeyer foi titulado com solução de ácido clorídrico 0,1 N, até a viragem do indicador de verde para rosa.

O conteúdo de nitrogênio obtido foi convertido em proteína por meio do fator de conversão de 5,70 para a massa alimentícia (IAL, 2005).

2.3.1.4 Teor de cinzas

O teor de cinzas foi determinado por incineração da amostra em mufla modelo 115 da marca Stecno® a 550 °C até peso constante de acordo com o método nº 923.03 da AOAC (1998). Antes de iniciar a análise, cadinhos de porcelana utilizados foram previamente lavados e colocados em mufla a 250 °C por uma hora, resfriados em dessecador e pesados. Cinco gramas das amostras foram pesadas em balança da marca Sartorius® BT 224S (d = 0,0001 g) e transferidas para mufla a 550 °C, onde permaneceram por 5 horas. Após, as amostras foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente e pesadas. O teor de cinzas foi determinado conforme a Equação 2.3:

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{\text{Cinzas (g)} \times 100}{\text{Peso da amostra (g)}} \quad (\text{Equação 2.3})$$

2.3.1.5 Carboidratos

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença, subtraindo-se os valores encontrados para umidade, teor de lipídeos, proteínas e cinzas de 100 (SOUCI; FACHMAN; KRAUT, 2000).

2.3.1.6 Quantificação de energia

O valor calórico foi calculado multiplicando-se os valores de conversão para carboidratos (4 Kcal), lipídeos (9 Kcal) e proteína (4 Kcal), considerando cada grama (BRASIL, 2003).

2.3.1.7 Fibra total, insolúvel e solúvel

O percentual de fibra total, solúvel e insolúvel foi determinado de acordo com o método gravimétrico enzimático adaptado número 32-05 da AACC (1986) e número 985.29 da AOAC (1985). Cadinhos de placa porosa foram preparados em mufla modelo 115 da marca Stecno® a 525 °C por 5 horas e 45 minutos com adição de 1 g de celite e incinerados, após, resfriados em dessecador, e então pesados.

Para realizar a hidrólise enzimática, em um béquer foram adicionados 1 g da amostra e 50 mL de tampão fosfato pH 6,0. A esta solução, foram adicionados 100 µL de α-amilase termorresistente, o béquer foi coberto com papel alumínio, incubado em banho-maria à 97 °C por 30 minutos e agitado manualmente a cada 5 minutos. Após esse período, o frasco foi retirado do banho-maria, resfriado a temperatura ambiente e o pH ajustado para 7,5 com NaOH (0,275 N). Em seguida, adicionados de 0,2 mL de protease à solução pré-digerida, o frasco foi coberto e incubado a 60 °C em banho-maria com agitação por 30 minutos.

O béquer com amostra foi retirado do banho, adicionou-se 10 mL de HCl (0,325 N) para ajustar o pH em 4,3. Adicionou-se 0,1 mL de amiloglicosidade na solução e incubou-se a 60 °C com agitação por mais 30 minutos para a hidrólise final.

A amostra digerida foi transferida para um cadinho de placa porosa e filtrada com 10 mL de água destilada com uso de bomba a vácuo. Ao filtrado recolhido, que corresponde a fração solúvel, adicionou-se 320 mL de etanol a 98% aquecido a 60°C e foi reservado para precipitação por uma hora à temperatura ambiente. Prosseguindo à fração insolúvel, ao cadinho foram acrescentados 20 mL de etanol 95% e 20 mL de acetona. Levou-se o cadinho com o resíduo (fibra insolúvel) para estufa a 105 °C até peso constante (D1).

O filtrado (fibra solúvel), após o período de precipitação, foi transferido para um cadinho com placa porosa e adicionou-se ao cadinho 20 mL de etanol 78%, 20 mL de etanol 95% e 20 mL de acetona e filtrou-se com bomba a vácuo. O cadinho com o resíduo (fibra solúvel) foi transferido para estufa a 105 °C até peso constante (D2).

Separou-se 2 cadinhos de fibra insolúvel e 2 de solúvel e levou-se para mufla, onde foram incinerados a 550 °C por 5 horas e 45 minutos e, posteriormente pesados (I1 e I2). Os cadinhos que não foram para mufla, seguiram para

determinação de proteína de acordo com o método de Kjeldhal modificado (IAL, 2005).

Para o branco foram realizados os mesmos procedimentos, no entanto, sem as amostras (B1 e B2). O percentual de fibras insolúveis, solúveis e totais foi calculado com base nas Equações 2.4, 2.5 e 2.6, respectivamente:

$$\% \text{ fibra insolúvel} = \frac{D1 - I1 - B1}{W} \times 100 - \% \text{ proteína} \quad (\text{Equação 2.4})$$

$$\% \text{ fibra solúvel} = \frac{D2 - I2 - B2}{W} \times 100 - \% \text{ proteína} \quad (\text{Equação 2.5})$$

$$\% \text{ fibras totais} = \% \text{ fibra insolúvel} + \% \text{ fibra solúvel} \quad (\text{Equação 2.6})$$

Em que: W = massa da amostra (g);

D = massa após secar (g);

I = massa após incinerar (g);

B = branco.

2.3.2 Análise de pH

A determinação de pH foi realizada de acordo com a metodologia número 943.02 da AOAC (1998). Em que uma solução de 50 mL de água destilada contendo 5 g de amostra foi preparada e homogeneizada por 10 minutos em agitador magnético. Em seguida, foi realizada a leitura do líquido sobrenadante em pHmetro digital da marca Tekna® T-100.

2.3.3 Análise de acidez

Para a determinação da acidez titulável, 5 g de amostra foram pesadas e misturadas a 50 mL de água destilada. Em seguida, as suspensões foram tituladas com solução de hidróxido de sódio 0,1 M e a variação do pH acompanhada por pHmetro (Tekna® T-100) e determinada a acidez de acordo com o ponto de viragem da fenolftaleína em pH 8,2. A acidez foi expressa em g de ácido cítrico por 100 g da amostra (IAL, 2005), conforme, Equação 2.7:

$$AT = \frac{v \times N \times Eq}{10 \times p} \quad (\text{Equação 2.7})$$

Onde: N = normalidade da solução de hidróxido de sódio;

v = volume da solução de hidróxido de sódio gastos na titulação em mL;

p = massa da amostra em grama;

Eq = equivalente-grama do ácido.

2.3.4 Determinação de vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado segundo método da AOAC (2005) número 967.21. O método consiste na titulação utilizando indicador 2,6- diclorofenol-indofenol (DCFI). O ácido ascórbico reduz o DCFI a uma substância incolor, e no ponto final da titulação, o excesso do indicador não reduzido, confere à solução ácida uma coloração rosa. A quantidade de vitamina C foi dada em mg de ácido ascórbico presente em 100 g de massa.

2.3.5 Análise de compostos fenólicos

A determinação de polifenóis totais foi realizada pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, segundo a metodologia proposta por Singleton e Rossi (1965) adaptada.

A extração foi realizada pela preparação de extrato hidroalcoólico 70%, em que 2 g da farinha obtida das massas alimentícias foram adicionadas em 100 mL de solução extratora. A solução foi homogeneizada por 10 minutos em agitador magnético, centrifugada (Centrífuga Excelsa® II - 206 BL) a 3500 rpm por 20 minutos e filtrada em papel filtro com auxílio de bomba a vácuo. A leitura das absorbâncias foi realizada em espectrofotômetro (Bel Spectro, S-2000 UV) a 720 nm. Utilizou-se como padrão o ácido gálico nas concentrações de 2, 5, 10, 20, 30, 50, 70, 90 e 110 mg.L⁻¹ ppm para construir a curva de calibração. Os resultados foram expressos em ácido gálico equivalente (mg AGE.100 g⁻¹).

2.3.6 Carotenoides

A determinação de carotenoides realizada conforme metodologia proposta por Rodriguez-Amaya (1989) adaptada, em que foram pesados cerca de 5 gramas de cada formulação de massa alimentícia. Para cada amostra, adicionou-se 40 mL de acetona resfriada e procedeu-se a agitação da farinha com pistilo em um almofariz, o procedimento foi realizado por mais duas vezes objetivando a extração total do

pigmento. Em seguida, a mistura obtida foi filtrada em bomba a vácuo com auxílio de um Kitassato.

Em um funil de separação foram adicionados 45 mL de éter de petróleo resfriado e o extrato transferido para o funil de separação. Em seguida, adicionou-se água destilada no funil de separação. As amostras foram lavadas por mais duas vezes para a remoção total da acetona. A solução extratora de pigmentos em éter de petróleo foi transferida para um balão volumétrico, completando-se o volume para 50 mL com éter de petróleo. O extrato foi armazenado a -5 °C em vidro âmbar, a leitura foi realizada em espectrofotômetro (Bel Spectro, S-2000 UV), baseando-se na absorbância máxima e adotando o coeficiente de absorvidade de 2592 para β -caroteno e comprimento de onda de máxima absorção (450 nm) em éter de petróleo (RODRIGUEZ-AMAYA,1989).

O teor de carotenoides totais foi determinado pela equação abaixo e os resultados expressos em μg de carotenoides/ g da amostra.

$$\text{Carotenoides totais} = \frac{A \times V \times 10^6}{A^{1\%}(\epsilon) \times m \times 100} \quad (\text{Equação 2.8})$$

Onde:

A= absorbância;

V= volume final em mL;

$A^{1\%}$ = Coeficiente de absorvidade de carotenoides em éter de petróleo= 2592 cm^{-1} ;

m = Massa final da amostra em gramas.

2.3.7 Análise de cor

As massas alimentícias foram analisadas quanto à variação de cor, utilizando-se colorímetro da marca Konica Minolta CM-5 no modo reflectância, com escala de cor do sistema CIELAB, iluminante D65 e ângulo de observação de 10°, conforme o método 14-22 da AACC (2000). As coordenadas retangulares de cor L^* indicam luminosidade que variam do branco ($L^*=100$) ao preto ($L^*=0$), a^* tendência à região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$) e coordenada b^* indica tendência à tonalidade amarela ($+b^*$) ao azul ($-b^*$).

A diferença global de cor para cada amostra de massa alimentícia em relação ao controle foi calculada pelo parâmetro ΔE de acordo com a Equação 2.9 descrita abaixo:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} \quad (\text{Equação 2.9})$$

2.4 Análise dos dados

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com duas repetições em triplicata e analisados por ANOVA e teste de comparação de médias de Tukey a 5% de significância, por meio do programa R Core Team (2017) versão 3.4.1. Somente os dados obtidos da análise de fibras seguiram ao DIC em duas repetições em duplicata e analisados por média e desvio padrão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição centesimal

3.1.1 Teor de água

A avaliação da umidade em macarrão é um importante fator que visa controlar e determinar a eficiência do processo de secagem e avaliar se o produto produzido apresenta condições adequadas de armazenamento. É uma medida que está diretamente relacionada à aceleração de reações químicas e crescimento de microrganismos, que se não controlado, pode acarretar em alterações nas características tecnológicas e sensoriais (CASAGRANDE et al., 1999; FARONI, 2007).

De acordo com a Resolução nº 93 da ANVISA (BRASIL, 2000), a massa alimentícia seca, após a etapa de secagem, deve possuir umidade máxima de 13%. Assim, o resultado encontrado (Tabela 2.2) para todas as formulações de massas alimentícias estão de acordo com a legislação, em que os resultados permaneceram abaixo de 12,17% e não diferiam estatisticamente entre as formulações ($p > 0,05$).

Tabela 2.2 – Resultados obtidos da composição centesimal das massas alimentícias tipo Talharim.

Formulações	Teor de água (%) ^{NS}	Lipídeos (%) ^{NS}	Proteína (%) ^{NS}	Cinzas (%) [*]	Carboidrato (%) ^{NS}	Valor Calórico (kcal.100 g ⁻¹) ^{NS}
F0	12,17 ± 0,27	2,68 ± 0,18	12,16 ± 1,50	0,88 ^c ± 0,01	72,10 ± 0,56	361,18 ± 0,18
F5	12,08 ± 0,44	2,28 ± 0,50	12,57 ± 1,49	0,95 ^{bc} ± 0,02	72,11 ± 1,41	359,28 ± 0,65
F10	10,61 ± 0,97	3,03 ± 0,32	12,50 ± 1,23	1,05 ^{ab} ± 0,00	72,81 ± 1,1	368,51 ± 5,52
F15	9,70 ± 0,94	3,34 ± 0,25	14,44 ± 1,50	1,12 ^a ± 0,05	73,38 ± 1,10	373,42 ± 4,77

*Significativo (p<0,05); ^{NS}: Não significativo (p>0,05). Resultados expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey (p>0,05), seguidas de desvio padrão. F0: formulação controle; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10% e F15: substituição a 15%.

3.1.2 Teor de gordura

O teor de lipídeos tem importante função em relação à maciez e uniformidade da massa alimentícia. Os lipídeos têm a capacidade de envolver os grânulos de amido e neutralizar a carga superficial existente entre os grânulos, e assim evitam a repulsão, e como consequência facilitam a extrusão e permitem que o produto obtenha uma massa com superfície mais lisa e macia (CIACC; YOON, 1986).

Ao determinar o teor de lipídeos nas diferentes formulações de macarrão tipo Talharim, não foi observada diferença estatística ($p > 0,05$) em relação à formulação controle (Tabela 2.2). Tal resultado é importante para que se mantenha a qualidade do produto, pois com a manutenção do teor de lipídeos, possibilita-se a obtenção de uma massa lisa e macia.

Cavalcante Neto (2012), ao analisar a quantidade de lipídeos em massa alimentícia fresca tipo talharim, preparada com farinha de trigo e mesocarpo de babaçu, observou o acréscimo do teor de lipídeos à medida que aumentou a substituição ($p < 0,05$), diferente do encontrada nesta pesquisa, em que não houve diferença significativa entre as formulações, sendo um resultado satisfatório.

3.1.3 Determinação de proteínas

De acordo com os resultados encontrados (Tabela 2.2), o teor de proteína das diferentes formulações de macarrão (F5, F10 e F15) não apresentou diferença estatística ($p > 0,05$) em relação à formulação controle (F0).

Apesar de não se ter obtido diferença estatística, das formulações com substituição em relação ao controle, é importante notar que em maiores níveis de substituição da farinha de trigo pela farinha de resíduo da acerola, pode-se afetar a integridade da massa, pois é conhecido que as características desejáveis para produção de pão ou massas alimentícias é atribuído às proteínas formadoras da rede de glúten, gliadinas e gluteninas, presentes em produtos provenientes de cereais como a farinha de trigo. Proteínas estas que atribuem propriedades viscoelásticas à massa e conferem estabilidade para que não se quebre durante a secagem (CIACC; YOON, 1986).

3.1.4 Teor de cinzas

Ao avaliar a composição centesimal (Tabela 2.2), apenas o teor de cinzas aumentou na composição do macarrão à medida que substituição foi realizada, com diferença estatística ($p < 0,05$) em relação à formulação controle (F0), com maior valor para a formulação F15 de macarrão.

Análise de cinzas em farinhas para massas é uma importante ferramenta para determinação de qualidade, pois elevados teores podem indicar alto grau de extração das farinhas de trigo, principalmente, propiciando a inclusão do farelo nas mesmas, que pode interferir na continuidade da rede glúten de massas e determinar uma cocção inferior (COSTA et al., 2008).

Conforme a resolução RDC nº 93 da ANVISA (BRASIL, 2000), que dispõe sobre a qualidade de massas alimentícias, o teor máximo de cinzas presente em massa alimentícia deve ser igual ao limite máximo de cinzas estabelecido em regulamento técnico específico para a farinha de trigo mencionada na designação. Entretanto, nesta pesquisa, a farinha utilizada apresenta a designação de mista e como não há regulamentação vigente para farinhas mistas, e a maior proporção de farinha utilizada na formulação das massas foi a farinha de trigo durum, o teor máximo de cinzas deve estar de acordo com preconizado pela legislação vigente para essa farinha.

De acordo com a Portaria nº 132 da ANVISA (BRASIL, 1999), sêmola ou semolina de trigo durum deve ter o teor máximo de cinzas de 0,92%. Assim, apenas a formulação controle (F0) está em acordo com a legislação, e as demais formulações, encontram-se acima do permitido, apresentando valores de 0,95% (F5), 1,05% (F10) e 1,12% (F15). O resultado era esperado, uma vez que a farinha do resíduo da acerola apresentava valores de cinzas de 2,83%, como mostraram os trabalhos preliminares.

3.1.5 Carboidratos

O teor de carboidrato não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) com o aumento da substituição da FRA nas formulações de macarrão em relação à formulação controle, variando de 72,10% (F0) a 73,38% (F15). Neste sentido o macarrão produzido com farinha de resíduo de acerola, caracteriza-se por ser um

alimento essencialmente energético, pois o teor de carboidrato se destaca em relação ao demais nutrientes.

Fogagnoli e Seravalli (2014) também avaliaram a substituição da farinha de resíduo de maracujá em 5%, constituído pela casca, em substituição da farinha de trigo em massa alimentícia, encontraram valores de carboidratos de 52,45%, valor abaixo do presente trabalho em comparação a F5 (72,11%) e as demais formulações.

3.1.6 Quantificação de energia

O valor energético das massas alimentícias, conforme Tabela 2.2, variou entre 361,18 a 373,42 Kcal.100 g⁻¹, porém não apresentaram diferenças significativas entre as diferentes formulações ($p > 0,05$), ou seja, à medida que aumentou a substituição da farinha de trigo durum pela a FRA não houve alteração dos valores energéticos.

3.1.7 Fibra total, insolúvel e solúvel

A análise de fibras foi realizada somente para a formulação de massa alimentícia com maior de percentual de substituição (F15), conforme Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Valor de fibra total, insolúvel e solúvel da massa alimentícia tipo Talharim com 15% de substituição.

Formulação	Fibra Total (%)	Fibra Insolúvel (%)	Fibra Solúvel (%)
F15	14,41 ± 0,07	11,13 ± 0,73	3,78 ± 0,04

Resultado expresso em média ± desvio padrão.

Fogagnoli e Seravalli (2014) ao analisarem a fibra alimentar total para macarrão elaborado com 5% da farinha de resíduo de maracujá encontraram um valor de 5,22%. Kaminski e colaboradores (2011) identificaram um valor de 3,45%, 2,55% e 0,90% para fibra total, fibra insolúvel e fibra solúvel, respectivamente, para macarrão formulado com farinha de centeio a 10%, resultando em um aumento significativo em relação à formulação controle. Os valores encontrados nesta pesquisa, com farinha de resíduo de acerola, foram superiores ao encontrados para as pesquisas com farinha de centeio e farinha de resíduo de maracujá.

A massa alimentícia pode ser considerada com alto conteúdo de fibra alimentar, pois contém 14,41% de fibra alimentar total, estando em acordo com a

Resolução RDC nº 54 de 2012, que dispõe sobre regulamento técnico sobre informação nutricional complementar, que para ser assim considerada, deve conter no mínimo 6 g de fibra por 100 g do alimento (BRASIL, 2012).

Neste sentido, a fibra alimentar tem desempenhado importante função na alimentação na atualidade, considerada alimento funcional, pode atuar no organismo humano intervindo no metabolismo de carboidratos e lipídeos, e assim assegurando uma absorção mais lenta dos nutrientes e promovendo a saciedade (UCHOA et al., 2008).

Em produtos panificados, em geral, a adição de fibras em altos níveis pode interferir na qualidade final do produto obtido, proporcionando uma coloração mais escura; pode afetar a firmeza das massas, reduzir o volume da massa de pães, por enfraquecer a rede de glúten; e em alguns casos, até mesmo alterar o sabor do produto obtido (WANG; ROSELL; BARBER, 2002; KAMINSKI et al., 2011; GULL; PRASAD; KUMAR, 2015). Entretanto, a adição de fibras é relevante do ponto de vista nutricional, porém deve ser limitada de modo que não descaracterize o produto ao qual será adicionada.

3.2 Análise de pH

A determinação do pH é uma das avaliações que possuem grande importância em relação a estabilidade do alimento, pois pode influenciar diretamente na deterioração do produto por crescimento de microrganismos e por atividades enzimáticas e pode até mesmo determinar a escolha da embalagem do alimento (CECCHI, 2003).

Os valores de pH das massas alimentícias (Tabela 2.4) obtiveram um decréscimo à medida que foi realizada a substituição da FRA nas formulações, variando de 6,91 (F0) a 4,99 (F15), com diferença significativa entre as formulações ($p < 0,05$).

Valores mais baixos de pH podem influenciar na durabilidade e na qualidade dos alimentos, visto que produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração e presença de ácidos orgânicos podem influenciar no sabor, odor, na estabilidade e também na manutenção da qualidade (CECCHI, 2003; COUTO, 2007).

Tabela 2.4 – Resultados das análises físico-químicas das diferentes formulações de massas alimentícias tipo Talharim.

Formulações	pH [*]	Acidez (g de ácido cítrico.100 g ⁻¹) [*]	Vitamina C (mg de ácido ascórbico.100g ⁻¹) [*]	Compostos Fenólicos (mg AGE.100 g ⁻¹) [*]	Carotenoides (µg de carotenoides.g ⁻¹) [*]
F0	6,91 ^a ± 0,01	0,07 ^d ± 0,00	0,00 ^d ± 0,01	46,97 ^c ± 0,78	3,13 ^c ± 0,42
F5	5,93 ^b ± 0,00	0,22 ^c ± 0,02	1,59 ^c ± 0,01	73,10 ^{bc} ± 10,92	3,76 ^{bc} ± 0,04
F10	5,38 ^c ± 0,07	0,34 ^b ± 0,02	2,92 ^b ± 0,01	129,71 ^{ab} ± 3,50	5,36 ^{ab} ± 0,57
F15	4,99 ^d ± 0,03	0,59 ^a ± 0,02	3,18 ^a ± 0,01	160,00 ^a ± 3,88	7,04 ^a ± 0,44

*Significativo (p<0,05); ^{ns}: Não significativo (p>0,05). Resultados expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey (p>0,05), seguidas de desvio padrão. F0: formulação controle; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10% e F15: substituição a 15%.

3.3 Análise de acidez

A análise de acidez das formulações de massas alimentícias variou significativamente ($p < 0,05$), com menor valor para a F0 (0,07) e maior valor para a F15 (0,59). Tal resultado era esperado, uma vez que a farinha do resíduo da acerola apresenta alto valor de acidez.

A acidez é uma importante análise para se determinar a conservação de um alimento, uma vez que o seu teor tem influência direta no crescimento de microrganismos, na atividade enzimática, na escolha da embalagem, no sabor e estabilidade do alimento (CECCHI, 2003; UCHOA et al., 2008). Assim, por meio da sua avaliação é possível obter importantes dados que interferem o processamento e o estado de conservação dos alimentos, uma vez que alimentos mais ácidos são naturalmente mais estáveis à deterioração (CECCHI, 2003).

3.4 Determinação de vitamina C

A vitamina C ou, simplesmente, ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil presente em vegetais, que além de apresentar atividade antioxidante, possui importante atividade fisiológica, atuando na absorção de ferro pelo organismo e na síntese de colágeno. Entretanto, seus níveis podem ser diminuídos durante o processamento, assim a sua retenção é usada como indicativo de qualidade nutricional ou até mesmo de conservação (ASHOOR; WOODROW; WELTY, 1984; SPÍNOLA; LLORENT-MARTÍNEZ; CASTILHO, 2014).

Ao avaliar o teor de vitamina C, pode-se observar (Tabela 2.4) um aumento significativo ($p < 0,05$) à medida que aumentava a substituição da FRA em todas as formulações de macarrão em relação à formulação controle (F0), com resultados expressos em mg de ácido ascórbico contidas em 100 g de macarrão. Importante resultado identificado, pois mesmo após a secagem da massa foram obtidos teores significativos de vitamina C em relação à formulação controle.

3.5 Análise de compostos fenólicos

Ao avaliar o teor de compostos fenólicos nas massas alimentícias formuladas com farinha de resíduo de acerola, pode-se observar uma diferença estatística ($p < 0,05$) entre a formulação F0 com menor teor (46,9 mg.100 g⁻¹) e F15 (160 mg.100

g⁻¹) com maior teor, entretanto a F5 apresentou semelhança com a F0 e F10 (p>0,05) e a F10 com semelhança a F5 e F15.

Khan et al. (2013) avaliaram o teor de compostos fenólicos em massas alimentícias formuladas com substituição de farinha de trigo durum por sorgo em 20%, 30% e 40% e também observaram um aumento do percentual de compostos fenólicos nas massas antes e após o cozimento, resultado semelhante ao da presente pesquisa, que também observou um aumento do teor de compostos fenólicos com a substituição da farinha de resíduo de acerola na massa sem cozimento. Do mesmo modo, Ovando-Martinez et al. (2009) avaliaram o teor de fenólicos em massa de espaguete formulada com a substituição da farinha de trigo durum por farinha de banana verde em 15%, 30% e 45% e obtiveram um aumento, estatisticamente significativo com a substituição, aumento que variou entre 1,57 mg AGE.g⁻¹ a 1,68 mg AGE. g⁻¹, resultado próximo ao da presente pesquisa quando comparado com a maior substituição da farinha de resíduo de acerola que foi de 15% (160 mg AGE.100 g⁻¹).

3.6 Análise de carotenoides

A maior substituição da FRA na formulação de macarrão (F15) influenciou de modo significativo no teor de carotenoides (p<0,05), apresentando maior valor (7,04 µg.g⁻¹) em relação a formulação controle (Tabela 2.4). Do mesmo modo, na análise de compostos fenólicos, a F5 apresentou semelhança com a F0 e F10 (p>0,05) e a F10 semelhante a F5 e F15.

O trigo durum utilizado para a produção de macarrão contribui com teor significativo de carotenoides para alimentação humana, nutriente este que atua como antioxidante lipofílico e inibe a oxidação lipídica de ácidos graxos poliinsaturados presentes nas membranas celulares e assim desempenham papel fundamental na prevenção de doenças degenerativas (VAN DEN BERG et al., 2010; HIDALGO; BRANDOLINI; PONPEI, 2010).

Entretanto, Hidalgo, Brandolini e Ponpei (2010) ao avaliarem o teor de carotenoides em macarrão formulado com trigo durum, observaram perdas de até 49% no teor de carotenoides durante o processamento da massa. Assim, o teor de carotenoides presentes no resíduo de farinha de acerola pode ser uma alternativa de reforçar o quantitativo na massa alimentícia formulada com trigo durum, de modo que a perda final seja menor do que a massa formulada somente com trigo durum.

3.7 Análise de cor

A análise de cor foi avaliada por meio das coordenadas L*, a* e b*. A coordenada L* expressa luminosidade da amostra, ou seja, quanto mais clara ou mais escura é a amostra, variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca). A coordenada a*, quando positiva, indica intensidade de vermelho e quando negativa indica verde. A coordenada b* quando positiva indica tendência à tonalidade amarela e azul quando negativa (HUNTER, 2012; MINOLTA, 2013).

Ao avaliar a coordenada L* (Tabela 2.5), pode-se observar que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações de macarrão com substituição da farinha de resíduo de acerola em relação à amostra controle (F0). Esta se apresentou mais clara (68,67) e relação às demais amostras, entretanto, não houve diferença entre as amostras com substituição, F5, F10 e F15 ($p > 0,05$).

Gull e colaboradores (2015) ao avaliarem o macarrão produzido somente com a adição de farinha de trigo durum, sem a adição de outra farinha, encontraram um valor de 79,72 para a coordenada L*, valor superior ao da presente pesquisa, mas ao realizar a substituição da farinha de trigo pela farinha de resíduo de cenoura, também observaram diferença significativa das amostras com substituição em relação à formulação controle.

Tabela 2.5 – Resultados da análise das diferentes formulações de massas alimentícias tipo Talharim.

Formulações	L*	a*	b*	ΔE^*
F0	68,67 ^a	6,94 ^b	36,54 ^a	-
F5	46,54 ^b	8,63 ^a	19,21 ^b	28,17 ^b
F10	42,86 ^b	8,82 ^a	17,72 ^b	32,05 ^{ab}
F15	40,41 ^b	9,02 ^a	16,77 ^b	34,60 ^a

Significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: Não significativo ($p > 0,05$). Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). L (luminosidade que varia do preto ao branco), a (varia do verde ao vermelho), b* (amarelo ao azul) e ΔE (diferença global de cor). F0: formulação controle; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10% e F15: substituição a 15%.

A coordenada a* que varia entre o vermelho e o verde, identificou valores positivos indicando a predominância da cor vermelha e diferença estatística ($p < 0,05$) das formulações com substituição (F5, F10 e F15) em relação à formulação controle (F0) (Tabela 2.5). Mirhosseini et al. (2015) também observaram uma coloração mais intensa com tendência ao vermelho à medida que se utilizou maiores teores de

farinha de abóbora (25% e 50%) em substituição à farinha de milho para formulação de macarrão isento de glúten.

Ao avaliar a coordenada b^* , pode-se observar valores positivos das amostras indicando a coloração amarela. A formulação controle (F0) apresentou maior intensidade de amarelo (36,54) em relação a todas as formulações com substituições (F5, F10 e F15), com diferença significativa ($p < 0,05$). Islas-Rubio et al. (2014) ao avaliarem a coloração de macarrão elaborado com farinha de trigo durum encontraram o valor de 30,4 para a coordenada b^* indicando a predominância da coloração amarela proporcionada pelo trigo durum devido a presença de carotenoides, valor próximo ao da presente pesquisa (36,54). Gull e colaboradores (2015) ao aumentarem a substituição da farinha de resíduo de abóbora observam um aumento proporcional no valor da coordenada b^* com o aumento da substituição. Porém, na presente pesquisa em que foi realizada a substituição da farinha de trigo por farinha de resíduo de acerola, os valores foram superiores ao controle ($p < 0,05$), mas se mantiveram sem diferença significativa ($p > 0,05$) entre as substituições à medida que esta aumentava. Os valores positivos de a^* e b^* nas amostras de macarrão são devido à maior concentração de fibras alimentares e pigmentos, como antocianinas e carotenoides, presentes na farinha de resíduo de acerola.

Pela análise de diferença global de cor (ΔE), as formulações apresentaram diferença significativa de coloração em relação ao macarrão controle ($p < 0,05$), com maior valor para a formulação com F15, seguida da F5, entretanto F10 não diferiu da F5 e da F15 ($p > 0,05$).

Neste sentido, a análise de cor consiste em um importante atributo a ser considerado em alimentos, pois por meio das características visuais, os consumidores são induzidos a aceitar ou rejeitar um alimento, e com uma cor atraente dificilmente o alimento não é provado pelo consumidor. Assim, o impacto visual é um elemento determinante na indústria de alimentos (DUTCOSKY, 2013).

3.8 Conclusão

A substituição da farinha de trigo durum pela farinha de resíduo de acerola, em massas alimentícias do tipo Talharim, influenciou no resultado de grande parte dos atributos físico-químicos avaliados, possibilitando agregar valor nutricional a massa alimentícia elaborada, principalmente em relação ao teor de fibras, vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos.

Tal resultado era esperado dado pela diferença da composição química das farinhas utilizadas. Tais resultados foram positivos, pois foi constatado que a farinha proveniente do resíduo da acerola possui potencial para a aplicação em formulações de alimentos, apresentando-se nutritiva, de fácil produção e uma alternativa para o aproveitamento do resíduo que não somente destinado à alimentação animal.

3.9 Referências bibliográficas

AACC. **American Association of Cereal Chemists**. Approved Methods. 10. ed. St. Paul: AACC, 2000.

AACC. **American Association of Cereal Chemists**. Approved Methods. Paul Minn. 1983.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC Internacional**. v.2, 17 ed. Gaithersburg: AOAC, 1998.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 18th ed. Gaithersburg. chap. 42, p.2-3, 2005.

AQUINO, A. C. M. S.; MÓES, R. S.; LEÃO, K. M. M.; FIGUEIREDO, A. V. D.; CASTRO, A. A. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 379-86, 2010.

ASHOOR, S. H.; WOODROW C. M.; WELTY J. Liquid chromatographic determination of ascorbic acid in foods. **Journal of International Association of Official Analytical Chemists**, v. 67, p. 78-80, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES & BOLOS INDUSTRIALIZADOS (ABIMAPI). Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/anuario/pdf/Cap3.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2017.

BENASSI, V. T.; WATANABE, E. Fundamentos da tecnologia da panificação. **EMBRAPA – CTAA**. p. 60, Rio de Janeiro, 1997.

BENJAMIN, S. R.; OLIVEIRA NETO, J. R.; MACEDO, I. Y. L.; BARA, M. T. F.; CUNHA, L. C.; CARVALHO, L. A. F.; GIL, E. S. Electroanalysis for Quality Control of Acerola (*Malpighia emarginata*) Fruits and their Commercial Products. **Food Analytical Methods**, Goiás, v. 8, p. 86 - 92, 2015.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União, de 26 de dezembro de 2003**. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 18 out. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação

Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União, de 13 novembro 2012.** Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 20 out. 2017.

CASAGRANDE, D. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SALGADO, J. M. et al. Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 137-143, 1999.

CAVALCANTE NETO, A. A. **Desenvolvimento de massa alimentícia mista de farinhas de trigo e mesocarpo de babaçu (*Orbignya sp.*)** 2012. 68 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos.** 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CIACCO, C. F.; YOON, K. C. **Massas: tecnologia e qualidade.** Campinas, Sp: Ed. da UNICAMP; São Paulo: Icone, 1986. 127p.

COSTA, M. G.; SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1; p. 220-225, 2008.

COUTO, E. M. **Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) na elaboração de pão de forma.** 2007. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2007.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos.** 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 49 p.

FARONI, L. R. D. et al. Qualidade da farinha obtida de grãos de trigo fumigados com dióxido de carbono e fosfina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 115-119, 2007.

FOGAGNOLI, G.; SERAVALLI, E. A. G. Aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 204-212, 2014.

GULL, A.; PRASAD, K.; KUMAR, P. Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, p. 470-474, 2015.

HIDALGO, A.; BRANDOLINI, A.; POMPEI, C. Carotenoids evolution during pasta, bread and water biscuit preparation from wheat flours. **Food Chemistry**, v.121, p. 746 - 751, 2010.

HUNTERLAB, 2012. Disponível em: <<https://www.hunterlab.com/duplicate-of-an-1005-hunterlab-vs-cie-lab.pdf>>. Acesso em 22 de out de 2017.

IAL. **Instituto Adolfo Lutz.** Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 4 ed. São Paulo, 2005.

ISLAS-RUBIO, A. R.; BARCA, A. M. C.; CABRERA-CHÁVEZ, F. et al. Effect of semolina replacement with a raw: popped amaranth flour blend on cooking quality and texture of pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v.57, p. 217-222, 2014.

KAMINSKI, T. A.; SILVA, L. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, A.; FERRÃO, T. S. Atributos nutricionais, tecnológicos e sensorias de macarrões de centeio. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 137-144, 2011.

KHAN, I.; YOUSIF, A.; JOHNSON, S. K.; GAMLATH, S. Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta. **Food Research International**, v. 54, p. 578–586, 2013.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, D. E. S. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 101-103, 2003.

MENEGASSI, B.; LEONEL, M. Análises de qualidade de uma massa alimentícia mista de mandioca-salsa. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 2, p.2736, outubro, 2006.

MINOLTA, 2013. Disponível em:
<<http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>>.
Acesso em: 22 de out de 2017.

MIRHOSSEINI, H.; RASHID, N. F. A.; AMID, B. T.; CHEONG, K. W.; KAZEMI, M.; ZULKURNAIN, M. Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta. **Food Science and Technology**, v. 63, p.184-190, 2015.

OVANDO-MARTINEZ, M.; SÁYAGO-AYERDI, S.; AGAMA-ACEVEDO, E. et al. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. **Food Chemistry**, v. 113, p. 121–126, 2009.

RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. **A cultura da aceroleira**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, p. 164-184, 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Critical review of provitamin A determination in plant foods. **Journal of Micronutrient Analysis**, v. 5, p. 191-225, 1989.

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

SOUCI, S. W.; FACHMAN, W.; KRAUT, H. **Food composition and nutrition tables**, 6ª ed., Stuttgart: Medpharm, 2000.

SPÍNOLA, V.; LLORENT-MARTÍNEZ, E. J.; CASTILHO, P. C. Determination of vitamin C in foods: Current state of method validation. **Journal of Chromatography A**, v. 1369, p. 2-17, 2014.

UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; SILVA, M. C.; CARVALHO, A. F. F. U.; MEIRA, T. R. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 15, n. 58-65, 2008.

VAN DEN BERG, H. V. D.; FAULKS, R.; GRANADO, H. F.; HIRSCHBERG, J.; OLMEDILLA, B.; SANDMANN, G., et al. The potential for the improvement of carotenoid levels in foods and the likely systemic effects. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p.880–912, 2000.

WANG, J.; ROSELL, C. M.; BARBER, C. B. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. **Food Chemistry**, v. 79, p. 221–226, 2002.

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS ELABORADAS COM FARINHA DO RESÍDUO DA ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.)

RESUMO

Farinhas mistas têm sido empregadas na formulação de massas alimentícias, mas a quantidade a ser adicionada, além de promover melhoria nutricional não deve comprometer as propriedades sensoriais e tecnológicas da massa alimentícia. Assim, objetivo desta pesquisa foi avaliar as implicações da substituição da farinha de trigo durum (FT) por farinha de resíduo de acerola (FRA) nas características tecnológicas e atributos sensoriais da massa alimentícia tipo Talharim. Foram elaborados quatro tipos de formulações, um controle (F0), com apenas a FT e as demais substituindo-se parte da FT pela FRA em diferentes porcentagens, de 5% (F5), 10% (F10) e 15% (F15). Foram observados bons resultados para a análise de sólidos solúveis e textura instrumental, uma vez que não houve diferença estatística das formulações com substituições em relação a controle (F0) ($p > 0,05$). Ao avaliar o rendimento das massas com substituição foi observado como adequado pelo índice de absorção, porém ocorreu um baixo rendimento quando avaliado pelo índice de expansão do volume. Uma diminuição significativa ($p < 0,05$) do tempo de cozimento foi detectada, com máximo 12 e mínimo de 5 minutos, atribuído pela diminuição do teor de glúten presente. Por meio da análise sensorial foi observada uma boa aceitação das massas com substituição, avaliadas como “gostei ligeiramente”. Para a intenção de compra, as massas com substituição obtiveram uma avaliação intermediária, em que os avaliadores indicaram que “talvez comprariam” ou “talvez não comprariam” a massa alimentícia, obtendo-se maior nota de intenção de compra para a F10.

Palavras-chave: farinha mista, macarrão, análise tecnológica, análise sensorial.

ABSTRACT

Mixed flours have been used in the formulation of pasta, but the quantity to be added, besides promoting nutritional improvement should not compromise the sensory and technological properties of the pasta. Therefore, the objective of this research was to evaluate the implications of substitution of durum wheat flour (FT) for acerola residue flour (FRA) on the technological characteristics and sensorial attributes of the Talharim type pasta. Four types of formulations were formulated, one control (F0), with only FT and the others replacing part of FT by FRA in different percentages, from 5% (F5), 10% (F10) and 15% (F15). Good results were observed for the analysis of soluble solids and instrumental texture, since there was no statistical difference of the formulations with substitutions in relation to the control (F0) ($p>0.05$). When evaluating the yield of the substitute masses, it was observed as adequate by the absorption index, but a low yield occurred when evaluated by the index of volume expansion. A significant decrease ($p<0.05$) in the cooking time was detected, with a maximum of 12 and a minimum of 5 minutes, attributed by the decrease of the present gluten content. By means of the sensorial analysis a good acceptance of the masses with substitution was observed, being evaluated like "slightly liked". For the intention to buy, the substitutes had an intermediate valuation, in which the evaluators indicated that "they might buy" or "maybe they would not buy" the pasta, obtaining a higher purchase intention grade for the F10.

Keywords: mixed flour, pasta, technological analysis, sensory analysis.

1 INTRODUÇÃO

As massas alimentícias são amplamente consumidas em todo o mundo, devido à sua boa aceitação sensorial e conveniência em seu preparo. Convencionalmente, a massa alimentícia possui alto teor de carboidratos como amido e baixo teor de vitaminas, minerais, substâncias antioxidantes e fibras (GULL; PRASAD; KUMAR, 2015).

Em massas alimentícias a presença de glúten proveniente da farinha de trigo é determinante na qualidade tecnológica da massa, pois confere extensibilidade e resistência ao alongamento (GALLAGHER et al., 2004).

Entretanto, o aumento da conscientização dos consumidores nos últimos tempos por aproveitamento integral dos alimentos e por consumo de alimentos mais saudáveis, tem proporcionado o desenvolvimento de pesquisas para melhorar o perfil nutricional de uma gama de alimentos, assim como as massas alimentícias (CHILLO et al., 2008).

Neste sentido, diferentes ingredientes como as farinhas mistas têm sido testadas para a aplicação na formulação de massas alimentícias, mas a quantidade a ser adicionada além de promover melhoria nutricional, não deve comprometer as propriedades sensoriais e tecnológicas da massa alimentícia (GULL; PRASAD; KUMAR, 2015).

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar as implicações da substituição da farinha de trigo durum por farinha de resíduo de acerola nas características tecnológicas e atributos sensoriais da massa alimentícia tipo Talharim.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Os resíduos de acerola foram adquiridos por uma agroindústria produtora de polpa de suco, situada no município de Alegre-ES. Para a obtenção do resíduo e posterior processamento da farinha do resíduo da acerola, primeiramente, a acerola (*Malpighia emarginata* DC.) adquirida foi despulpada na agroindústria, onde todas as etapas para a obtenção do resíduo foram acompanhadas.

O resíduo, constituído por casca e semente, foi embalado em sacola plástica transparente de polietileno e armazenado em freezer da própria agroindústria à temperatura de congelamento e, posteriormente transportado em caixa térmico para a Universidade Federal do Espírito Santo. Para o processamento, primeiramente, foi descongelado à temperatura de refrigeração (10 ± 2 °C) e armazenado em bandejas plásticas por 24 horas. Posteriormente, foi realizada secagem em secador com circulação de ar a 60 °C por cerca de 20 horas e triturado em liquidificador (Philips Walita, 600W, modelo RI2044) até a obtenção de uma farinha fina. A farinha de trigo (Semolina de trigo durum - *Triticum durum*) da marca Renata foi adquirida da empresa Novafitos, Valinhos – SP e ovo em pó pasteurizado desidratado da marca Salto's, adquirido da empresa Fluido Vital, São Paulo – SP.

2.2 Formulação das massas alimentícias

Para a elaboração das massas alimentícias tipo Talharim foi utilizado farinha de trigo durum, ovo em pó pasteurizado e água. Foram elaboradas quatro tipos de formulações, conforme ensaios preliminares. Um controle, com apenas a farinha de trigo e as demais substituindo-se parte da farinha de trigo pela farinha do resíduo da acerola (FRA) em diferentes porcentagens, de 5%, 10% e 15%, conforme apresentado na Tabela 3.1.

O processo de elaboração da massa alimentícia consistiu na pesagem dos ingredientes, e foram então colocados em extrusora Pastaia 2. Baseado em testes preliminares, foi definido o tempo da mistura ideal de 10 minutos. Após a hidratação e o tempo de mistura, a massa homogeneizada foi pressionada, por uma rosca sem fim, passando pela trefila para adquirir o formato de massa alimentícia do tipo Talharim. Em seguida, as massas foram colocadas em bandejas perfuradas e

levadas para um secador convectivo de ar forçado. A primeira fase da secagem ocorreu a 60 °C/90 min, seguida de uma segunda secagem a 45 °C/45 min.

Tabela 3.1 – Formulações utilizadas para o preparo das massas alimentícias, tipo Talharim, com as diferentes misturas de farinha de trigo e FRA.

Ingredientes (proporções)				
Formulação	FT (g.100 g⁻¹)	FRA (g.100 g⁻¹)	Ovo (g.100 g⁻¹)	Água (mL.100 g⁻¹)
F0	100,00	-	7,40	36,00
F5	95,00	5,00	7,40	37,67
F10	90,00	10,00	7,40	41,25
F15	85,00	15,00	7,40	50,00

F0: formulação controle; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10% e F15: substituição a 15%.

2.3 Análises tecnológicas

2.3.1 Testes de cozimento

As análises para determinação da qualidade das massas alimentícias produzidas foram realizadas em duas repetições com triplicatas segundo método n° 16-50 da American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995).

2.3.1.1 Tempo de cozimento

Amostras de 10 g de cada formulação foram adicionadas a 300 mL de água destilada em ebulição. Após 5 minutos de cozimento foram comprimidas em lâminas de vidro de 2 em 2 minutos até que o eixo principal da massa desaparecesse e o amido estivesse completamente gelatinizado e o macarrão fosse considerado cozido.

2.3.1.2 Índice de absorção de água

O aumento de peso foi determinado pela razão entre o peso da massa cozida pelo peso da massa crua, expresso em porcentagem (%) de acordo com a Equação 3.1.

$$AA (\%) = \frac{\text{Peso da massa cozida (g)}}{\text{Peso da massa crua (g)}} \times 100 \quad (\text{Equação 3.1})$$

Para determinar esta razão, pesou-se 10 g de massa antes da cocção e estas foram cozidas de acordo com o tempo de cozimento ideal obtido de cada amostra, conforme metodologia descrita no item 2.3.1.1, que após a cocção foram drenadas durante 5 minutos e pesadas novamente.

2.3.1.3 Expansão do volume

Foi determinada pelo aumento de volume das massas antes e após o cozimento. Em que 10 g das amostras foram imersas em uma proveta contendo 50 mL de hexano e foi medido o volume do hexano deslocado pelas massas cruas e cozidas. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) que a massa aumenta de volume após cozimento.

$$\text{EV (\%)} = \frac{\text{Vol. (mL) deslocado após cozimento}}{\text{Vol. (mL) deslocado antes do cozimento}} \times 100 \quad (\text{Equação 3.2})$$

2.3.1.4 Perda de sólidos solúveis

Amostras de 10 g de cada formulação de massa foram cozidas em 300 mL de água, utilizando o tempo ótimo de cozimento obtido, conforme metodologia descrita no item 2.3.1.1. Após, foram coletados 10 mL do volume de água utilizada no cozimento e colocados em estufa a 105 °C até peso constante.

A porcentagem de sólidos solúveis foi calculada de acordo com a Equação 3.3:

$$\text{Sól. (\%)} = \left[\frac{\text{Peso do resíduo seco (g)} \times \text{Volume da água de cozimento (mL)}}{\text{Peso da amostra (g)} \times \text{Volume da alíquota (mL)}} \right] \times 100$$

(Equação 3.3)

2.3.2 Análise de textura

O teste de firmeza das massas alimentícias foi conduzido segundo o método nº 16-50 da AACC (1995). A textura foi avaliada utilizando-se o texturômetro Texture Pro CT V1.4 Build 17 (Brookfield Engineering Laboratories, Middleboro, USA). As massas alimentícias foram cozidas de acordo com o tempo de cozimento ideal obtido de cada amostra, conforme metodologia descrita no item 2.3.1.1. Após o

cozimento, foram lavadas em água fria, cortadas em 8 cm de comprimento e drenadas, esperou-se 5 min, e posteriormente, foram submetidas à análise.

A “probe” (acessório para a medida da firmeza) utilizada na análise foi a TA-7 de formato guilhotina, utilizando-se 10 Kg de carga. Após pré-testes, as condições ideais de operação do texturômetro para a medida da força em compressão foram: velocidade pré-teste 0,5 mm/s, velocidade de teste de 1 mm/s, velocidade pós- teste de 10 mm/s, distância de 1,5 mm/s e carga de *trigger* de 0,20 N. O resultado da análise foi expresso em N (Newton).

2.4 Análise sensorial

O teste de aceitação sensorial e intenção de compra das formulações de massas alimentícias foi realizado com 70 avaliadores, com idade entre 18 e 58 anos. Para o teste de aceitação sensorial utilizou-se escala hedônica de nove pontos (MINIM, 2013), com os termos variando entre “desgostei extremamente” (nota 1) e “gostei extremamente” (nota 9), avaliando os atributos de sabor, aroma, textura, aparência e impressão global das amostras (Apêndice A). As amostras de macarrão tipo Talharim, foram apresentadas com aproximadamente 10 gramas cada, codificadas com números aleatórios de três dígitos e apresentadas de forma monádica e aleatória em uma única sessão em cabines individuais, sob luz branca (IAL, 2005 – nº 167/IV).

O teste de intenção de compra também foi aplicado juntamente com o teste de aceitação sensorial, na mesma ficha (Apêndice A), constituído por uma escala estruturada de cinco pontos, no qual, os avaliadores responderam se certamente comprariam o produto (5), possivelmente comprariam o produto (4), talvez comprariam ou talvez não comprariam (3), possivelmente não comprariam (2) e certamente não comprariam o produto (1) (IAL, 2005 – nº 167/IV).

2.5 Aspectos éticos

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa e aprovada sob o número de parecer: 1.673.456 e CAAE: 56290716.5.0000.5060.

2.6 Análise dos dados

O experimento foi conduzido por um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com duas repetições em triplicata e analisados por ANOVA e teste de comparação de médias de Tukey a 5% de significância, por meio do programa R Core Team (2017) versão 3.4.1.

As notas hedônicas de aceitação sensorial e de intenção de compra foram analisadas pela análise de variância, com fontes de variação entre a amostra e o avaliador. O teste de Tukey a 5% de significância foi aplicado com o auxílio do programa R Core Team (2017) versão 3.4.1 para comparação das médias quando os tratamentos apresentavam diferença estatística.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises tecnológicas

As massas alimentícias obtidas substituindo-se a farinha de trigo pela farinha do resíduo da acerola (FRA) em diferentes porcentagens (5%, 10% e 15%), após preparo e processo de secagem, conforme Figura 3, foram submetidas às análises tecnológicas, de cozimento e textura, e a análise sensorial.



Figura 3 - Formulações de massas alimentícias controle (F0), com substituição de 5% (F5), 10% (F10) e 15% (F15), respectivamente, obtidas após a etapa de secagem.

3.1.1 Testes de cozimento

O teste de cozimento fornece importantes informações em relação ao comportamento da massa alimentícia durante a cocção, e os seus resultados determinam a qualidade do produto obtido. O tempo ótimo de cozimento foi determinado, e observou-se uma diminuição significativa ($p < 0,05$) com o aumento da substituição da FRA na massa (Tabela 3.2). Tal resultado é explicado pela redução do teor de glúten com o aumento da substituição da FRA, uma vez que o teor de glúten favorece o aumento do tempo de cozimento (BORGES et al., 2003).

Tabela 3.2 – Resultados dos testes de cozimento aplicado nas formulações das massas alimentícias.

Formulações	Tempo de Cozimento (min)*	Índice de Absorção de Água (%)*	Expansão do Volume (%)*	Perda de Sólidos Solúveis (%) ^{NS}
F0	12 ^a	273,29 ^a ± 16,90	131 ^a ± 0,00	5,61 ± 0,42
F5	8 ^b	235,96 ^{ab} ± 5,76	119 ^b ± 0,00	5,36 ± 0,36
F10	6 ^c	228,57 ^b ± 2,69	119 ^b ± 0,00	5,70 ± 0,08
F15	5 ^d	241,62 ^b ± 8,30	119 ^b ± 0,01	5,54 ± 0,02

*Significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: Não significativo ($p > 0,05$). Resultados expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). F0: formulação controle; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10% e F15: substituição a 15%.

A firmeza da massa é uma característica determinante da qualidade do macarrão que deve ser avaliada (CHANG; FLORES, 2004), e verificou-se que após atingir o tempo ótimo de cozimento, a firmeza das massas foi mantida nas diferentes formulações.

Kaminski e colaboradores (2011) ao substituírem na massa alimentícia padrão, farinha de centeio, também observaram uma diminuição do tempo de cozimento na proporção que a substituição aumentava. Entretanto, para Fogagnoli e Seravalli (2014) na elaboração de macarrão com aplicação de farinha de casca de maracujá com percentuais de 5% e 8% em relação à formulação padrão ocorreu um aumento no tempo de cozimento, diferindo dos encontrados nesta pesquisa.

Segundo Duszkiwicz-Reinhard et al. (2004), o tempo de cozimento tem efeito significativo no aumento de absorção de água, na perda de sólidos solúveis e na firmeza da massa, pois quando há o aumento no tempo de cozimento, há um aumento no teor de absorção de água, ocorre uma maior perda de sólidos solúveis e proporciona uma diminuição da firmeza. Entretanto, os resultados encontrados nesta

pesquisa não apresentaram esta tendência. Não foi verificada diferença significativa ($p>0,05$) para a perda de sólidos solúveis entre as formulações, conforme mostrado na Tabela 3.2; o índice de absorção de água somente obteve maior índice para a F0 e F5; e a firmeza (Tabela 3.3) não foi observada diferença significativa ($p>0,05$) entre as formulações.

O índice de absorção de água (Tabela 3.2) foi maior para o macarrão controle (F0), e a substituição de 5% (F5) se assemelhou ($p>0,05$) com a substituição controle e com as demais substituições (F10 e F15), esse maior valor para a F0 é justificado pelo maior tempo de cozimento requerido.

O menor índice de absorção de água para as substituições (F5, F10 e F15), deve-se ao menor tempo de cozimento, que não foi suficiente para que as fibras presentes na farinha de resíduo de acerola absorvessem a quantidade de água que são capazes de absorver e também devido a maior proporção de fibra insolúvel presente.

Para Donnelly (1979), o aumento de peso deve estar entre 200 a 250%, enquanto Hummel (1966) cita valores mínimos de 100%, assim os resultados deste estudo estão dentro dos parâmetros de qualidade (Tabela 3.2). Estes resultados reforçam que a qualidade da massa foi mantida com o aumento das substituições.

Casagrandi et al. (1999) encontraram um aumento de absorção de água de em torno de 136,3% para o macarrão controle e para a substituições adicionadas de farinha de feijão guandu, valores de 145,7% a 137,5%, semelhante aos trabalhos de Hummel (1966). Sant'Anna et al. (2014) identificaram valores de 89,2% a 85,24% em substituições de farinha de resíduo de uva na formulação padrão de macarrão tipo Fettuccini, abaixo dos parâmetros de qualidade determinado pelos autores citados acima.

De acordo com Hummel (1996) a expansão do volume esperado para macarrão é em torno de 200 a 300%. Entretanto, nesta pesquisa os valores encontram-se abaixo do esperado, variando entre 131% para a formulação controle e 119% para as substituições (Tabela 3.2). O resultado apresentou diferença significativa ($p<0,05$) das formulações com substituição (F5, F10 e F15) em relação à formulação controle (F0). Fogagnoli e Seravalli (2014) encontraram valores de 1,45 (145%) para o coeficiente de expansão de volume em macarrão adicionado de farinha de casca de maracujá, valor assim como do presente estudo, abaixo do determinado como adequado.

Ao avaliar o teor de sólidos solúveis, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as formulações (Tabela 3.2). Todas as formulações apresentaram valores abaixo de 6%, indicando um resultado satisfatório. Pois segundo Ormenese e Chang (2003), massas alimentícias de ótima qualidade não devem ter perda de sólidos superior a 6%, de média qualidade entre 6% a 8%, e com mais de 10%, são considerados de baixa qualidade. Outros autores também observaram que a adição de fibra dietética insolúvel na massa também promoveu a redução da perda de sólidos solúveis (ARAVIND et al., 2012; BIERNACKA et al., 2017).

A perda de sólidos solúveis em grandes quantidades é indesejável e é indicativo da alta solubilidade do amido, proporcionando alta turbidez na água de cozimento e baixa tolerância ao cozimento. Outro fator que também proporciona o aumento da turbidez é a ausência das proteínas do glúten presente na farinha, uma vez que as proteínas formadoras da rede de glúten são responsáveis pela manutenção da integridade física da massa durante o cozimento impedindo a perda dos sólidos durante o cozimento (BHATTACHARYA; ZEE; CORKE, 1999; GULL; PRASAD; KUMAR, 2015).

Sant'Anna et al. (2014) ao incorporarem farinha de resíduo de uva em macarrão, na substituição até 25%, encontraram valores de 5,38% de perda de sólido solúveis, nas substituições acima de 25%, os valores encontrados foram acima de 6% para perda de sólidos solúveis. Ovando-Martinez et al. (2009) ao prepararem macarrão com farinha de banana verde em substituição parcial da farinha de trigo durum, com até 15%, a perda de sólido solúveis foi de 5,28%, obtendo uma massa de ótima qualidade, acima desses valores o resultado passou de 6%, identificando uma qualidade média.

3.1.2 Análise de textura

Para a avaliação de textura, as massas alimentícias foram cozidas, previamente, de acordo o tempo ótimo de cozimento obtido pela análise descrita no item 2.3.1.1.

A textura é importante atributo sensorial presente nos alimentos que influencia a aceitação dos consumidores. Para descrever textura, existe uma gama de palavras usadas, e entre elas existe firmeza ou dureza, que é um parâmetro utilizado para descrever uma escala de resistência, no qual quando avaliada

instrumentalmente, consiste em avaliar a aplicação de uma dada força de compressão no alimento simulando uma mordida humana (SZCZESNIAK, 2002).

Os resultados para a análise de firmeza (Tabela 3.3), não apresentaram diferença significativa das formulações F5, F10 e F15 em relação à formulação controle ($p>0,05$), mesmo com a diminuição do tempo de cocção e com redução do índice de absorção da água em relação a F0 (Tabela 3.2). Tal resultado pode estar relacionado à seleção do tamanho dos grânulos da farinha do resíduo de acerola do mesmo tamanho da farinha de trigo durum, no qual foram utilizados para ambos grânulos retidos em peneira de malha de 60 mesh (0,25 mm).

De acordo com Borges et al. (2003), a uniformidade do tamanho das partículas além de promover um cozimento adequado e homogêneo da massa alimentícia, previne a dureza e o cozimento parcial, influenciando de modo positivo nas características físicas de firmeza.

Diferentemente do presente estudo em que o teor de fibras insolúveis não interferiram na textura do macarrão, Biernacka et al. (2017) realizaram substituição da farinha de trigo comum por farinha fibrosa de alfarroba em macarrão e observaram uma redução da firmeza da massa nas diferentes formulações em relação ao controle, que possivelmente pode ser explicado pelo enfraquecimento da estrutura das massas devido a presença da fibra e a interferência na matriz proteica da rede de glúten, tornando-a enfraquecida. Aranvind et al. (2012), ao adicionarem fibra insolúvel proveniente do farelo de trigo durum, também observaram uma diminuição da firmeza do macarrão.

Tabela 3.3 – Médias dos resultados da análise de textura instrumental aplicada nas formulações das massas alimentícias.

Formulações	Textura (N) ^{NS}
F0	5,10 ± 0,73
F5	6,42 ± 0,27
F10	6,37 ± 0,19
F15	5,70 ± 0,40

*Significativo ($p<0,05$); ^{NS}: Não significativo ($p>0,05$). Resultados expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey ($p>0,05$), seguidas de desvio padrão. F0: formulação controle; F5: substituição a 5%; F10: substituição a 10% e F15: substituição a 15%.

3.2 Análise sensorial

De acordo com Dutcosky (2013), dentre os aspectos de um produto alimentício, a qualidade sensorial é um dos que mais está relacionado à qualidade do alimento que deva ser constatada pelo consumidor, determinando diretamente em sua escolha ou não pelo alimento a ser adquirido.

O teste de aceitação sensorial e intenção de compra foram realizados com todas as formulações F0 (controle) e as substituições F5, F10 e F15 (Tabela 3.4).

Para a análise de aceitação sensorial foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) para todas as formulações com substituição pela FRA em relação à controle, em todos atributos avaliados, com exceção apenas para o atributo de textura da F10. A amostra controle (F0) obteve as maiores notas de aceitação para todos atributos, aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, com os resultados expressando que os avaliadores gostaram moderadamente. De modo geral, em todos atributos, as notas variam entre “gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente”, apresentando valor médio acima de 5 (indiferente), indicando assim uma boa aceitação.

Para o atributo aparência e impressão global não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações com substituição, entretanto apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à formulação controle. Já para os atributos de aroma e sabor, as formulações de macarrão F5 e F10 se assemelharam ($p > 0,05$) em relação ao controle e apenas a formulação F15 se diferenciou estatisticamente ($p < 0,05$), assim como o atributo de textura.

Tabela 3.4 – Médias das notas de aceitação sensorial e intenção de compra para as amostras das massas alimentícias controle e com aplicação da farinha de resíduo de acerola.

Formulações	Aparência*	Aroma*	Sabor*	Textura*	Impressão Global*	Intenção de Compra*
F0	7,88 ^a	7,61 ^a	7,40 ^a	7,52 ^a	7,58 ^a	4,07 ^a
F5	6,15 ^b	7,28 ^{ab}	7,04 ^{ab}	6,95 ^{ab}	6,92 ^b	3,62 ^b
F10	6,31 ^b	7,05 ^{ab}	7,05 ^{ab}	7,01 ^a	6,90 ^b	3,64 ^{ab}
F15	6,07 ^b	6,95 ^b	6,67 ^b	6,35 ^b	6,61 ^b	3,25 ^b

*Significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: Não significativo ($p > 0,05$). Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

O perfil de textura das amostras de massas alimentícias com substituição (F5, F10 e F15) não se diferenciou, estatisticamente, em relação à amostra controle (F0)

quando avaliadas pela análise instrumental de textura (Tabela 3.3). Entretanto, por meio da análise sensorial (Tabela 3.4), os avaliadores julgaram a amostra F15 com menor nota em relação à amostra controle, a amostra F10 com semelhança relação a controle, e a F5 com semelhança em relação a controle e a F15.

Tal resultado foi encontrado, pois a qualidade sensorial de um produto alimentício deve ser determinada por meio de testes sensoriais, e nenhum instrumento e nem combinações de instrumentos podem substituir plenamente os sentidos humanos. Entretanto, sempre que possível deve-se utilizar um instrumento para avaliar a qualidade do produto alimentício, e verificar se existe correlação com a medida sensorial (LASSOUED et al., 2008; DUTCOSKY, 2013).

A análise de intenção de compra avalia se o consumidor está disposto ou não a adquirir o alimento e está atrelada a aceitação sensorial do mesmo (IAL, 2005 – n° 167/IV). De acordo com resultados de intenção de compra das massas alimentícias, a formulação F0 (controle) e F10 não se diferenciaram ($p > 0,05$), e obtiveram uma intenção de compra de que possivelmente compraria e talvez compraria ou talvez não compraria, respectivamente.

Costa et al. (2015) avaliaram a intenção de compra de macarrão de massa fresca tipo Talharim enriquecido com farinha de maracujá, obtiveram diferença estatística das amostras com substituições em relação à amostra controle, resultado próximo ao da presente pesquisa, entretanto apenas F10 se assemelhou estatisticamente à amostra controle.

Um resultado satisfatório foi encontrado na presente pesquisa, uma vez que as médias das notas de intenção de compra variam entre possivelmente compraria e talvez compraria ou talvez não compraria o macarrão, indicando a possibilidade de comercialização.

3.3 Conclusão

A substituição da farinha de trigo pela farinha de resíduo de acerola (FRA) nas massas alimentícias apresentou-se como uma boa opção para o aproveitamento do resíduo, possibilitando agregar valor econômico ao resíduo, viabilizar a elaboração de um macarrão com características tecnológicas satisfatórias, resultado este confirmado pela análise de índice de absorção de água, perda de sólidos solúveis e textura instrumental. A massa também apresentou boa aceitação e

intenção de compra intermediária quando analisadas pelos avaliadores por meio da análise sensorial realizada.

3.4 Referências bibliográficas

ARAVIND, N.; SISSONS, M.; EGAN, N.; FELLOWS, C. Effect of insoluble dietary fibre addition on technological, sensory, and structural properties of durum wheat spaghetti. **Food Chemistry**, vol. 130, p. 299-309, 2012.

BHATTACHARYA, K.; ZEE, S. Y.; CORKE, H. Physico chemical properties relates to quality of rice noodles. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 76, n. 6, p. 861-867, 1999.

BIERNACKA, B.; DZIKI, D.; GAWLIK-DZIKI, U.; ROZYŁO, R.; SIASTAŁA, M. Physical, sensorial, and antioxidant properties of common wheat pasta enriched with carob fiber. **LWT - Food Science and Technology**, v. 77, p. 186-192, 2017.

BORGES, J. T. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*), polido por extrusão termoplástica. **Boletim do Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 303-322, 2003.

CASAGRANDE, D. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SALGADO, J. M. et al. Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 137-143, 1999.

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

CHILLO, S.; LAVERSE, J.; FALCONE, P.; PROTAPA, M. A.; DEL NOBILE, M. A. Influence of buckwheat flour and durum wheat bran on Spaghetti quality. **Journal of Cereal Science**, v.47, n.2, p.144-152, 2008.

COSTA, E. L.; AGUIAR, E. V.; DOMINGUEZ, M. L. et al. Produção e aceitação de massa fresca tipo talharim enriquecida com farinha de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) e verificação do seu efeito na glicemia. **Nutrire**, v. 40, n. 3, p.352-360, 2015.

DONNELLY, B. J. Pasta products: raw material, technology, evaluation. **The Marconi Journal**, v. 61, n. 1, p. 6-18, 1979.

DUSZKIEWICZ-REINHARD, W.; KHAN, K.; DICK, J. W.; HOLM, Y. Shelf Life Stability of Spaghetti Fortified with Legumes Flours and Protein. Concentrate. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 65, n. 4, p. 278-281, 1988.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat,. 49 p. 2013

FOGAGNOLI, G.; SERAVALLI, E. A. G. Aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 204-212, 2014.

GALLAGHER, E. et al. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, n.3-4, p.143-152, 2004.

GULL, A.; PRASAD, K.; KUMAR, P. Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v.63, p.470 - 474, 2015.

HUMMEL, C. Macaroni products: manufacture processing and packing. 2. ed. London: Food Trade 287p. In: CRUZ, R.S. 1966.

KAMINSKI, T. A.; SILVA, L. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, A.; FERRÃO, T. S. Atributos nutricionais, tecnológicos e sensorias de macarrões de centeio. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 137-144, 2011.

LASSOUED, N.; DELARUE, J.; LAUNAY B.; MICHON C. Baked product texture: Correlations between instrumental and sensory characterization using Flash Profile. **Journal of Cereal Science**, v. 48, p. 133-143, 2008.

MINGUITA, A. P. S.; CARVALHO, J. L. V.; OLIVEIRA, E. M. M.; GALDEANO, M. C.. Produção e caracterização de massas alimentícias a base de alimentos biofortificados: trigo, arroz polido e feijão carioca com casca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.10, p.1895-1901, 2015.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. cap. 3, p.65.

ORMENESE, R. C. S. C.; CHANG, Y. K. Macarrão de arroz: características de cozimento e textura em comparação com o macarrão convencional e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 91-97, 2003.

OVANDO-MARTINEZ, M.; SÁYAGO-AYERDI, S.; AGAMA-ACEVEDO, E. et al. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. **Food Chemistry**, v. 113, p. 121–126, 2009.

R Development Core Team. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>> Acesso em: 02 jul. 2017.

SANT'ANNA, V.; CHRISTIANO, F. D. P.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C.; THYS, R. C. S. The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 58, p.497 - 501, 2014.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v. 13, n. 4, p. 215 - 225, 2002.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração da farinha do resíduo da acerola e sua aplicação em massa alimentícia tipo Talharim, apresentou-se como alternativa para o aproveitamento do resíduo obtido das indústrias produtoras de sucos da fruta.

A mistura da farinha do resíduo da acerola em 5%, 10% e 15% com a farinha de trigo durum exibiu altos teores de acidez, vitamina C, compostos fenólicos, coordenada a^* e diferença global de cor (ΔE) à medida que foi realizado o aumento da substituição. Para os teores de água, lipídeos, proteínas, cinzas, carboidratos e carotenoides totais não foram observadas diferenças em relação à farinha controle. Porém, uma diminuição em relação aos valores de pH, à coordenada de luminosidade (L^*) e coordenada b^* foi identificada. Um alto teor de fibras foi encontrado na farinha de resíduo de acerola, permitindo classificá-la como alimento com alto teor de fibras, resultado positivo, considerando que na atualidade grande parte dos consumidores almeja aumentar o teor de fibras da dieta.

Para a aplicação da farinha do resíduo da acerola na elaboração da massa alimentícia, aspectos positivos foram observados com o aumento da substituição da farinha de trigo durum pela farinha do resíduo de acerola, quanto à manutenção do teor de água, lipídeos, proteínas, carboidratos e energia, e devido ao aumento da quantidade de substâncias antioxidantes, como a vitamina C, compostos fenólicos e carotenoides, uma vez que o consumo de alimentos fontes desses compostos tem sido estimulado nos últimos tempos.

Por meio dos resultados encontrados, pode-se observar que a utilização das farinhas mistas para a elaboração da massa alimentícia promoveu diferença significativa em todas as substituições da massa alimentícia somente em relação ao tempo de cozimento, devido ao menor teor de glúten presente, à medida que foi realizada a substituição, mas para as demais análises tecnológicas foi observada semelhança entre as substituições, ou de alguma substituição comparada à amostra controle, e até mesmo semelhança entre todas as amostras, como observado para a expansão do volume; índice de absorção de água; análise de perda de sólidos solúveis e textura, respectivamente.

Em relação à aceitação sensorial, para todos os atributos avaliados, as notas variam entre “gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente”, apresentando valor médio acima de 5 (indiferente), indicando assim uma boa aceitação da massa

alimentícia em relação as características sensoriais, porém foi observada nota intenção de compra intermediária por parte dos avaliadores, com maior nota para a formulação F10, em que apresentou semelhança estatística com a formulação controle (F0) .

Neste sentido, a utilização da farinha do resíduo da acerola em substituição parcial a farinha de trigo durum foi possível e deve ser estimulada em produtos panificáveis, devido a sua funcionalidade atribuída às fibras e compostos antioxidantes, elevando o valor nutricional no produto ao qual será adicionado, permitindo agregar valor econômico e nutricional ao resíduo, e sem afetar as características físico-químicas e sensoriais, e assim propiciando o aproveitamento integral da acerola.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Ficha de aceitação sensorial e intenção de compra

Nome: _____ Data: ____/____/____
Sexo: _____ Idade: _____

Por favor, avalie a amostra quanto aos atributos de **aparência, aroma, sabor, textura e impressão global** utilizando a escala abaixo:

Código da amostra: _____

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| 9 - Gostei extremamente | () Aparência |
| 8 - Gostei muito | () Aroma |
| 7 - Gostei moderadamente | () Sabor |
| 6 - Gostei ligeiramente | () Textura |
| 5 - Indiferente | () Impressão Global |
| 4 - Desgostei ligeiramente | |
| 3 - Desgostei moderadamente | |
| 2 - Desgostei muito | |
| 1 - Desgostei extremamente | |

Assinale a sua intenção de compra em relação ao produto:

- () Certamente compraria
- () Possivelmente compraria
- () Talvez compraria/ talvez não compraria
- () Possivelmente não compraria o produto
- () Certamente não compraria o produto

Comentários:
