



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
**GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

LETÍCIA LIMA ALVES

**FARINHA DE TRIGO ENRIQUECIDA COM FARINHA DE RESÍDUO DE  
ACEROLA**

JOÃO PESSOA - PB

2019

LETÍCIA LIMA ALVES

**FARINHA DE TRIGO ENRIQUECIDA COM FARINHA DE RESÍDUO DE  
ACEROLA**

Trabalho de Conclusão do Curso  
apresentado como requisito parcial para obtenção  
do título de Tecnólogo em Alimentos, do curso de  
Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal  
da Paraíba, Centro de Tecnologia e  
Desenvolvimento Regional, Campus I, João  
Pessoa.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Luiza Mattos Braga

Coorientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carolina Lima  
Cavalcanti de Albuquerque

JOÃO PESSOA - PB

2019

A474f Alves, Leticia Lima.

FARINHA DE TRIGO ENRIQUECIDA COM FARINHA DE RESÍDUO DE  
ACEROLA / Leticia Lima Alves. - João Pessoa, 2019.  
68 f. : il.

Orientação: Dra Ana Luiza Mattos Braga.

Coorientação: Dra Carolina Lima Cavalcanti de  
Albuquerque.

Monografia (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Farinha de Trigo. 2. Resíduo Agroindustrial de  
acerola. 3. Aproveitamento. 4. Ácido ascórbico. 5.  
Reologia. I. Braga, Dra Ana Luiza Mattos. II.  
Albuquerque, Dra Carolina Lima Cavalcanti de. III.  
Título.

UFPB/BC

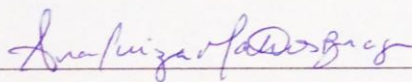
LETÍCIA LIMA ALVES

**FARINHA DE TRIGO ENRIQUECIDA COM FARINHA DE  
RESÍDUO DE ACEROLA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado a Universidade Federal da  
Paraíba, como parte das exigências para  
a obtenção do título de Tecnólogo de  
Alimentos.

João Pessoa, 10 de maio de 2019.

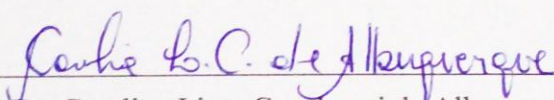
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Ana Luiza Mattos Braga

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

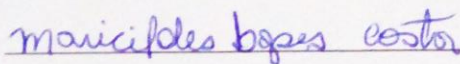
(Orientador e Presidente da Banca Examinadora)



Prof. Dr. Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

(Membro da Banca Examinadora)



Maricildes Lopes Costa

(Membro da Banca Examinadora)

Dedico à Deus e aos meus pais, Severino  
Mendes Alves e JÚnia de Sousa Lima Alves.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, por ter sido meu auxílio e farol neste momento tão difícil e complicado.

Agradeço aos meu pais, Severino e Júnia, por todo esforço feito pela minha vida e meus sonhos, sem vocês nada teria sido possível.

Agradeço aos meus irmãos, por todos os momentos vividos e compartilhados.

Agradeço à minha orientadora Prof. Ana Luiza, pelo total auxílio, esforço, prontidão neste momento tão dificultoso e árduo pelo que passei, sem a sua competência não conseguiria terminar este trabalho.

Agradeço aos meus demais familiares, por todo suporte dado, em especial minha Avó Maria.

Agradeço aos amigos conquistados nesses quatro anos de UFPB, pelas alegrias e momentos passados.

Agradeço aos professores, técnicos e toda a staff do CTDR, por todos os ensinamentos recebidos, em especial à Prof. Carol, pelo auxílio neste momento.

Agradeço a minha supervisora de estágio, Mari, pelos ensinamentos passados e auxílio neste trabalho.

Agradeço aos companheiros de todas as manhãs no Laboratório de Qualidade Moinho, sem vocês não teria conseguido.

‘Muitos são os propósitos no coração do homem,  
porém o que prevalece é o propósito do Senhor’.

- Provérbios 19:21

## RESUMO

A farinha de trigo e a acerola (*Malpighia emarginata*) têm importante valor nutricional e econômico à saúde humana, estando todos os dias na mesa dos brasileiros. O consumo de acerola ocorre a partir da fruta in natura e de seus derivados como polpas de frutas, sucos, geleias, dentre outros. O processamento de acerola por agroindústrias resulta em grande quantidade de resíduos ainda ricos em componentes nutricionais, que possivelmente poderiam ser utilizados em novos produtos. Portanto esta pesquisa expressa as etapas de processamento do resíduo da acerola rico em ácido ascórbico para a geração de farinha enriquecedora para farinha de trigo e sua viabilidade de uso ao invés de ácido ascórbico sintético. No processo de formulação da farinha, o resíduo foi submetido a diferentes temperaturas de secagem (50°C, 60°C e 80°C), moagem e tamização para separação de frações do novo produto. Posteriormente à fabricação da farinha e escolha da fração, avaliou-se as qualidades físico-químicas de umidade, pH, acidez, cinzas, determinação de ácido ascórbico, glúten e colorimetria, além das análises reológicas e enzimática da sua utilização. A qualidade das farinhas de trigo, enriquecidas por ácido ascórbico e por farinha do resíduo, comprovou que, em parâmetros físico-químicos, enzimáticos e reológicos, os valores encontrados não apresentaram diferença tecnológica, estando dentro das especificações firmadas pelo MAPA para farinhas de trigo. Concluindo-se que a farinha elaborada com resíduo de acerola resultou em um produto de excelente valor tecnológico a parâmetros legais vigentes, possibilitando uma nova alternativa de alimentação saudável e de uso do resíduo do processamento da acerola.

Palavras-chave: Farinha de Trigo ; Resíduo Agroindustrial de acerola ; Aproveitamento ; Ácido ascórbico ; Reologia .



## ABSTRACT

Wheat flour and acerola (*Malpighia emarginata*) have an important nutritional and economic value to human health being every day at Brazilians meals. Acerola is consumed as fruit or as juices, jams. The industrialization of this fruit generates high amount of residue, which is still rich in nutritional components that could possibly be used in new products. Therefore the objective of this research is to obtain an acerola residue flour rich in ascorbic acid and to check the technical viability to use it as additive in wheat flour instead of synthetic ascorbic acid. In the flour formulation process, the residue was dried at different temperatures (50 ° C, 60 ° C and 80 ° C), grinding and sieving for separation of fractions of the new product. Subsequently the acerola residue flours were analysed physicochemically in order to control its quality considering the following parameters: moisture, pH, acidity, ash, ascorbic acid concentration, gluten and color, in addition to the rheological and enzymatic analyses of its use. The quality of wheat flours enriched by ascorbic acid or by the acerola residue flour proved that in physicochemical parameters, enzymatic and rheological, the values found did not have no technological difference, being within the specifications signed by MAPA for wheat flours. Concluding that the flour elaborated with acerola residue resulted in a product of excellent technological value to current legal parameters enabling a new healthy diet alternative and alternative for use of the acerola residue.

Keywords: Wheat flour ; Agroindustrial residue of Acerola ; Use ; Ascorbic acid ; Rheology .

## LISTA DE FIGURAS

|             |                                                                        |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 -  | Estrutura do Grão.....                                                 | 21 |
| Figura 2 -  | Processo de Moagem de Trigo.....                                       | 22 |
| Figura 3 -  | Processo básico de moagem de grãos de trigo em moinho .....            | 24 |
| Figura 4 -  | Formação da Rede do Glúten.....                                        | 28 |
| Figura 5 -  | Esquema de processo de análise do gluten.....                          | 29 |
| Figura 6 -  | Espaço de Cor L*a*b*.....                                              | 30 |
| Figura 7 -  | Alveógrafo Chopin.....                                                 | 31 |
| Figura 8 -  | Alveograma.....                                                        | 32 |
| Figura 9 -  | Representação de Farinografia.....                                     | 33 |
| Figura 10 - | Esquema de processo de análise de Falling Number.....                  | 35 |
| Figura 11 - | Molécula de Ácido Ascórbico.....                                       | 37 |
| Figura 12 - | Esquema de Obtenção da Farinha de Resíduo de Acerola.....              | 41 |
| Figura 13 - | Cinética de secagem do resíduo da acerola em diferentes temperaturas.. | 46 |
| Figura 14 - | Farinha aditivada por farinha do resíduo da acerola farinograma.....   | 55 |
| Figura 15 - | Farinha aditivada por ácido ascórbico farinograma.....                 | 55 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Classificação da farinha de trigo segundo o MAPA.....                                                              | 26 |
| Tabela 2 - Granulometria das farinhas em diferentes temperaturas.....                                                         | 47 |
| Tabela 3 – Resultado das análises físico-químicas do resíduo de acerola e a<br>farinha obtida em diferentes temperaturas..... | 51 |
| Tabela 4 - Resultado das análises físico-químicas da farinha de trigo e<br>farinhas aditivadas.....                           | 52 |
| Tabela 5 - Resultado do Falling Number da farinha de trigo e farinha<br>aditivadas.....                                       | 54 |
| Tabela 6 - Resultados Reológicos da farinha de trigo e farinhas aditivadas.....                                               | 56 |

## **LISTA DE ABREVIações E SIGLAS**

AACC - American Association of Cereal Chemists

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CTDR - Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

et al – outros

FU – Unidades farinograficas

g – grama

h – hora

ICTA – Instituto De Ciência E Tecnologia De Alimentos.

J - joule

kg- kilograma

L - extensibilidade

máx. – máximo

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

mg - miligrama

min – minuto

mín. – mínimo

mm – milímetro

P – Tenacidade

PB - Paraíba

pH – potencial Hidrogeniônico

P/L- relação do P e L

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

W – força do glúten

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C - grau Celsius

μm - micrômetro

L\* - luminosidade

a\*- saturação

b\*- coloração

n° - número

## SUMÁRIO

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                                                              | 16 |
| 2. OBJETIVO.....                                                                | 18 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL.....                                                         | 18 |
| 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....                                                   | 18 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                                                  | 19 |
| 3.1 TRIGO.....                                                                  | 20 |
| 3.1.1 Estrutura do grão.....                                                    | 20 |
| 3.1.2 Processo de moagem do Trigo.....                                          | 22 |
| 3.2 QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO.....                                          | 24 |
| 3.2.1 Legislação para Farinha de Trigo.....                                     | 25 |
| 3.2.2 Teor de umidade.....                                                      | 26 |
| 3.2.3 Teor de Cinzas.....                                                       | 27 |
| 3.2.4 Teor de Glúten.....                                                       | 28 |
| 3.2.5 Colorimetria.....                                                         | 29 |
| 3.2.6 Alveografia.....                                                          | 30 |
| 3.2.7 Farinografia.....                                                         | 32 |
| 3.2.8 Número de Queda (Falling Number).....                                     | 34 |
| 3.3 ADITIVOS MELHORADORES DE FARINHA DE TRIGO.....                              | 35 |
| 3.3.1 Ácido Ascórbico (Vitamina C).....                                         | 36 |
| 3.4 ACEROLA .....                                                               | 37 |
| 3.4.1 Farinha de Resíduo da Acerola.....                                        | 38 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS .....                                                     | 40 |
| 4.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DO RESÍDUO DA ACEROLA.....                              | 40 |
| 4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE RESÍDUO E DO RESÍDUO DA ACEROLA..... | 41 |
| 4.2.1 Potenciometria.....                                                       | 41 |
| 4.2.2 Determinação da acidez titulável.....                                     | 42 |
| 4.2.3 Determinação da ácido ascórbico.....                                      | 42 |
| 4.2.4 Determinação da colorimetria.....                                         | 42 |
| 4.2.5 Determinação dos açúcares redutores .....                                 | 43 |
| 4.2.6 Determinação umidade.....                                                 | 43 |
| 4.2.7 Alveografia.....                                                          | 43 |
| 4.2.8 Farinografia.....                                                         | 44 |
| 4.2.9 Cinzas.....                                                               | 44 |

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.10 Glutén.....                                                                         | 44 |
| 4.2.11 Número de Queda.....                                                                | 45 |
| 4.3. ENRIQUECIMENTO DA FARINHA DE TRIGO.....                                               | 45 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                             | 46 |
| 5.1. CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DO RESÍDUO DA ACEROLA....                                   | 46 |
| 5.2. CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DA ACEROLA.....                                             | 50 |
| 5.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE TRIGO E<br>FARINHAS DE TRIGO ENRIQUECIDAS..... | 51 |
| 5.4. ANÁLISE ENZIMÁTICA DA FARINHA DE TRIGO E FARINHAS<br>DE TRIGO ENRIQUECIDAS.....       | 53 |
| 5.5. ANÁLISES REOLÓGICAS DA FARINHA DE TRIGO E FARINHAS<br>DE TRIGO ENRIQUECIDA.....       | 54 |
| 6. CONCLUSÃO.....                                                                          | 59 |
| 7. REFERÊNCIAS.....                                                                        | 60 |

## 1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma planta gramínea de ciclo anual, cultivada durante o inverno e a primavera, sendo um dos cereais mais cultivados no planeta. É consumido na forma de pão, massa alimentícia, bolo e biscoito. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do Trigo, em 2018 foram processadas 12,174 milhões de toneladas do cereal, 3,4% a mais que em 2017. Os valores divulgados apontam ainda que a maior parte da farinha proveniente do cereal produzido é destinado para processos panificáveis, cerca de 56%. Sendo os outros 26% da produção para indústria de massas e biscoitos, 11% para vendas no varejo e 7% para outras finalidades, como produção de farelo e ração animal.

Os mercados consumidores do cereal têm exigido matéria prima com boas características físico-químicas capazes de oferecer produtos com alta qualidade física e nutricional. A qualidade da farinha oriunda do trigo é uma consequência da qualidade da matéria prima, o trigo, sofrendo também impactos do processo de moagem aos quais os grãos são submetidos. Uma série de análises e testes instrumentais específicos são realizados rotineiramente pelos laboratórios de controle de qualidade de farinhas. Estas características podem ser divididas em físicas, químicas, enzimáticas e reológicas (RASPER, 1991).

A farinha de trigo é composta por amido, água, proteínas, polissacarídeos não amiláceos, lipídeos e cinzas. A composição química do grão de trigo afeta suas características funcionais e tecnológicas e, juntamente às propriedades estruturais e à população microbiológica, define a qualidade da farinha de trigo (MOUSIA et al., 2004). Entretanto, dentre esses componentes, os mais abundantes são as proteínas e o amido, sendo responsáveis pelas características tecnológicas e reológicas da farinha.

Visando o beneficiamento da farinha, há mistura de ingredientes por finalidade de promover melhores características ao processamento, sua qualidade sensorial e a vida de prateleira, tendo interferência direta em capacidades reológicas e viscoelásticas das redes de glúten formadas pelas proteínas gliadina e glutenina, quando a farinha de trigo é misturada com água sob forte cisalhamento. De modo geral, estes insumos são compostos antioxidantes, como o ácido ascórbico, o bromato de potássio e o azodicarbonamida (DIONIZIO, 2017)



A utilização de antioxidantes como melhoradores têm por finalidade promover o aumento da retenção dos gases e a diminuição da extensibilidade, resultando em um maior volume, melhoria da granulidade e da textura dos produtos finais, por decorrência direta da ação do antioxidante sobre a cadeia proteica do glúten. Industrialmente, há uma preferência pelo uso do ácido ascórbico no enriquecimento de farinhas, por ser uma substância que, além de fortalecer as massas, não possui um limite a ser utilizado e pode ser obtida de produtos naturais (LETICIA et al., 2010; LOPES et al., 2007; STEEL, 2009). A adição de ácido ascórbico, geralmente, varia de 10 a 200 mg/kg de farinha, dependendo do efeito requerido na qualidade final dos produtos (FITCHETT, C. S.; FRAZIER, 1987; NGUYEN, 2006).

O ácido ascórbico, também conhecido como vitamina C, é encontrado em diversas frutas variando de acordo com o tipo de cultivar, estágio de maturação, condições de cultivo entre outros (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010). As melhores fontes naturais de vitamina C, são camu-camu (*Myrciaria dubia* H. B. K. (McVough) e acerola (*Malpighia emarginata*). Contudo, outras frutas possuem altos índices de vitamina C, sendo elas: laranja, goiaba, kiwi, morango, goji berry, cranberry e caju.

O processamento industrial de frutas em países tropicais, como o Brasil, é elevado, com o consumo de 23,8 milhões de toneladas do total de frutas produzidas. No entanto, dependendo da fruta, a produção de resíduos pode chegar a até 50% da matéria-prima (NUNES, 2015). Além de gerar problemas ambientais, os resíduos constituem perda de matéria orgânica e energia, e requerem investimentos expressivos em tratamentos para controlar a poluição (PELIZER et al., 2007).

Segundo Laufenberg et al. (2003), os resíduos podem conter muitas substâncias de alto valor nutritivo, componentes advindos das suas frutas de origem, além de possuir alto valor de fibras. Se for empregada uma tecnologia adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais como ingredientes alimentícios.

Uma possibilidade para o aproveitamento desses resíduos é a transformação destes em farinhas, que podem ser ricas em: fibras, vitaminas, minerais, substâncias antioxidantes, apresentam efeitos benéficos à saúde, boa conservação e diferentes propriedades físicas e químicas, o que permite uma ampla gama de aplicações como ingrediente na produção de panificáveis

## 2. OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade tecnológica da farinha de resíduo de acerola como enriquecedor nutricional e/ou agente melhorador da farinha trigo em substituição ao ácido ascórbico sintético comercialmente utilizado.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ☐ Produzir farinha do resíduo de acerola em diferentes temperaturas de secagem;
- ☐ Analisar físico-química mente o resíduo da acerola e suas farinhas obtidas a partir dos parâmetros de umidade, pH, açúcares redutores, ácido ascórbico, cor e cinzas;
- ☐ Analisar a qualidade da farinha de trigo aditivada pelo resíduo e pelo ácido ascórbico, através dos parâmetros físico-químicos de umidade, glúten, cor e cinzas;
- ☐ Realizar análises reológicas das farinhas de trigo *in natura*, da adicionada de ácido ascórbico e de farinha de resíduo de acerola;
- ☐ Comparar os resultados obtidos nas análises com os parâmetros estipulados pela legislação vigente para farinha de trigo e também pela literatura.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A alimentação é um dos fatores determinantes para a saúde e qualidade de vida, o que nos leva a refletir sobre a necessidade de estudos que enfatizem a importância da utilização de alimentos que promovam o bem-estar e sejam capazes de aumentar de maneira significativa o valor nutritivo e terapêutico, desta maneira conferindo saúde ao indivíduo que o consumir (PAIVA, 2008).

Em todo o mundo, a alimentação humana baseia-se em cereais, como fonte de carboidratos na dieta e também sendo provedor de nutrientes, como proteínas, vitaminas, minerais e fibras, aos consumidores pela capacidade tecnológica de adquirir várias formas de utilização.

Entende-se por cereais partes comestíveis da família das gramíneas, plantas herbáceas que apresentam flores muito pequenas e frutos secos chamados grãos ou cariopses, compreendendo cerca de 9.000 espécies. Os cereais mais cultivados a alimentação humana e animal são: trigo, arroz, milho, cevada, aveia, centeio e sorgo, contudo, outros cereais são produzidos em menor escala, o painço, o triticale, a espelta, e os pseudocereais, como o amaranto, o trigo sarraceno e a quinoa. Sendo o Trigo (*Triticum aestivum*) um dos três cereais mais cultivados no mundo (CONAB, 2017).

Segundo a Associação Brasileira de Trigo (ABITRIGO, 2013), seu cultivo remonta há mais de 10 mil anos, tendo sido iniciado na Mesopotâmia, área que atualmente vai do Egito ao Iraque. A partir daí se difundiu para todo o mundo. Inicialmente, o trigo era consumido em forma de papa com frutas e peixes, passando mais tarde a ser consumido na forma de pão, pela descoberta da fermentação de sua farinha por volta de 4.000 a.C. No Brasil, o trigo foi trazido por Martim Afonso de Souza, em 1534, mas somente em 1940 seu cultivo espalhou-se pelo país, em especial no Rio Grande do Sul e Paraná, sendo os maiores produtores de trigo do Brasil.

A principal destinação dos cereais na indústria alimentícia é a fabricação de farinha para a produção de produtos de panificáveis, devido a sua composição centesimal, como (70 – 75%) de amido, (12-13%) de água, (9-13 %) de proteína, (2-5%) de lipídios, (0,5-2%) de fibras e (1-3 %) de minerais (CONAB, 2017).

### 3.1 TRIGO

O trigo é uma planta gramínea, pertencente à família *Poaceae*, subfamília *Pooideae* e ao gênero *Triticum*, é classificado em diferentes espécies, conforme o número de cromossomos: *Triticum monococcum* com 14 cromossomos, *Triticum durum* com 28 cromossomos e *Triticum aestivum* com 42 cromossomos, o trigo comum. (POPPER et al., 2006). A palavra trigo derivada do latim *triticum*, significa quebrado, triturado, fazendo referência à atividade que deve ser realizada para separar o grão da casca que o recobre (LEON, 2007 apud ROSSEL, 2010).

Atualmente, o trigo é uma das principais fontes de alimento do homem e segundo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o USDA, em 2018, a colheita de trigo correspondente a safra 2018/2019 é de 747,76 milhões de toneladas de trigo. Tendo o Brasil o consumo correspondente há 12,100 milhões de tonelada da safra e cerca de 50 kg de farinha de trigo *per capita* por cidadão brasileiro ao ano.

#### 3.1.1 Estrutura do grão

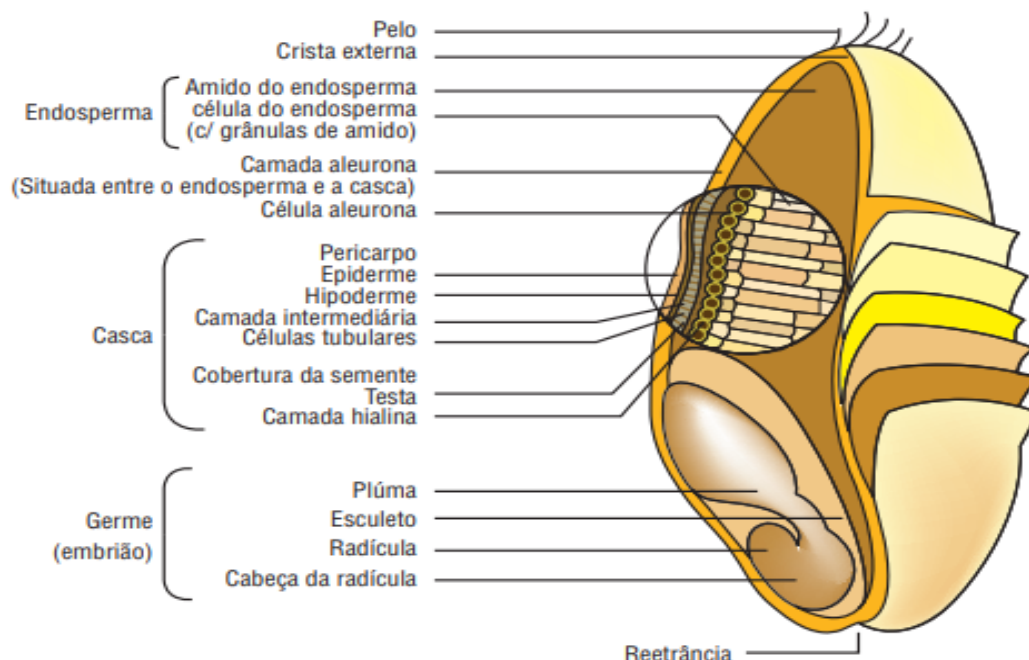
O trigo é um grão caríopside, ou seja, possui uma única semente, tendo ela formato oval, com 6 a 8 mm de comprimento e 3 a 4 mm de largura. Estruturalmente, o trigo está dividido em três regiões distintas (Figura 1): o germe (2,8 a 3,5%) ou gérmen, o endosperma (87 a 89%) e o pericarpo (7,8 a 8,6%), comumente denominado de farelo ou casca. Cada parte compreende dois ou mais tecidos anatomicamente diferentes.

O pericarpo, comumente denominado de farelo ou casca, representa a camada mais externa do grão, invólucro protetor da semente. É a região rica em celulose e comporta em sua estrutura o maior teor de minerais encontrado no grão, detendo de 7,8% a 8,6% de minerais do grão de trigo. A região é rica em pentosanas, celulose e cinzas. A aleurona é uma camada rica em cinzas (fósforo, fitato), proteínas, lipídios, vitaminas (niacina, tiamina, riboflavina, piridoxina e ácido pantotênico, além de tocoferol) e enzimas (EMBRAPA, 2006).

O gérmen é a região embrionária da planta, onde se encontra grande parte dos lipídeos encontrados no grão e compostos fundamentais à germinação. Ele é localizado uma das extremidades do trigo corresponde a cerca de 2,8 a 3,5% do grão. Durante o

processo de moagem para a produção de farinha de trigo, o embrião é removido, pois seu teor de gordura pode iniciar processo de oxidação do produto final durante a estocagem.

Figura 1 – Estrutura do Grão



Fonte: BRANDÃO (2011)

O endosperma representa a maior parte do grão constituindo-se de grânulos de amidos, ou seja, camada onde se extrai farinha de trigo, mas sua parte mais externa (subaleurona) contém mais proteínas que a porção interna. As proteínas insolúveis contidas no endosperma são as responsáveis pela formação do glúten. O endosperma detém cerca de 87% a 89% do peso do grão.

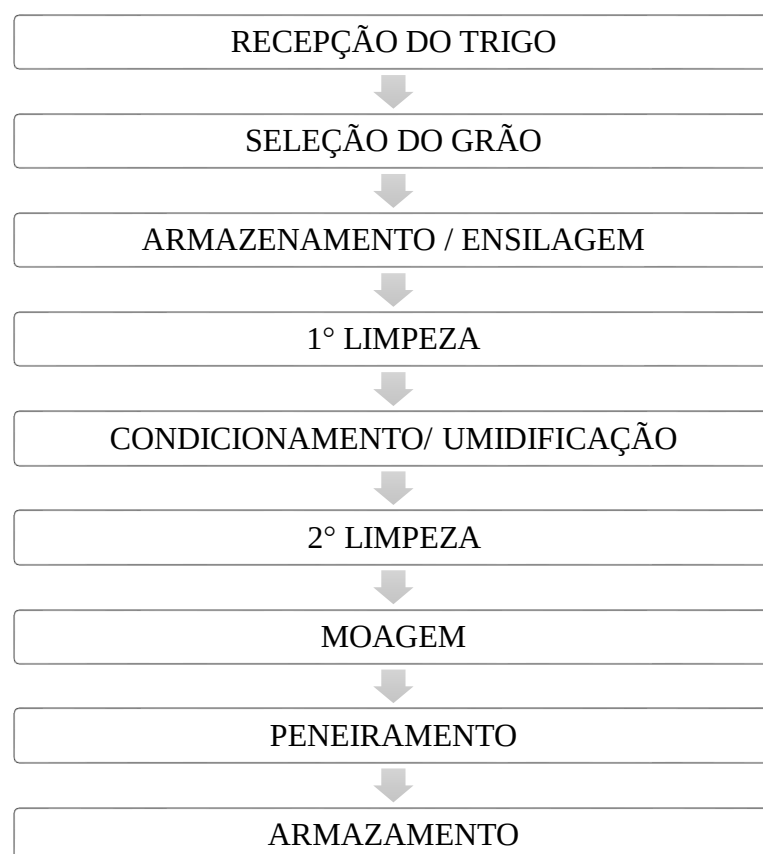
Essa constituição estrutural anatômica do endosperma caracteriza a textura do trigo em duas propriedades: vitreosidade e dureza (HADDAD et al, 2001). A vitreosidade é o fator visual determinado pelas condições de crescimento (como temperatura, água e nitrogênio disponíveis) e que se refere ao grau de compacidade do endosperma. A dureza (grau de resistência à deformação) é o parâmetro físico definido por fatores genéticos (GREFFEUILLE et al, 2007). A dureza é um aspecto muito importante a ser considerado no processo de moagem do grão, pelo fato de ser determinante das características de qualidade (EL-KHAYAT et al, 2006), o que tem efeito subsequente em fatores como o condicionamento do grão pré-moagem, o tamanho da partícula da farinha,

a quantidade de amido resistente, a absorção de água e a razão de extração durante a moagem (HOSENEY, 1991 apud EL-KHAYAT et al, 2006).

### 3.1.2 Processamento do Trigo

O principal produto obtido pela moagem do grão de trigo é a farinha, matéria-prima abundantemente utilizada para elaboração de diversos alimentos, como pães, biscoitos, bolos e massas. O processo de moagem do trigo é segregado em cinco etapas principais: recepção de grãos, a seleção de grãos, o condicionamento, a moagem e o armazenamento (Figura 2).

Figura 2 – Processo de Moagem de Trigo



Fonte: Autor

O processo de moagem para obtenção da farinha de trigo branca é definido como a redução do endosperma à farinha, procedido da separação do farelo e do gérmen, para a elaboração de produtos com maior qualidade (SCHEUER et al., 2014).

Segundo El-Dash (1994), teoricamente todo o endosperma pode ser extraído produzindo farinha. Entretanto, este teor de extração é possível apenas quando o farelo e o gérmen são facilmente removidos. Na prática, o limite de teor de extração é de 72 a 78%. À medida que a quantidade de farinha extraída do grão do trigo aumenta, as características químicas e tecnológicas da farinha se alteram. A qualidade de panificação para a maioria dos tipos de pães tende a cair quando o grau de extração excede 78%.

A primeira etapa da moagem do grão consiste na recepção do trigo transportados por navios até o porto. Na chegada à indústria, a matéria-prima é descarregada na moega, onde posteriormente passa pela primeira de limpeza dos grãos, sendo a separação do trigo das impurezas maiores e grosseiras, como palha, pedaços de madeira pedra e papel e a primeira separação magnética, segregação realizada por imã, responsável pela separação de resíduos metálicos contidos ou transportados juntamente ao grão. Realizada a separação de impurezas, o trigo é armazenado em diferentes silos metálicos, em perfeitas condições de higiene, temperatura e umidade para poder garantir um melhor produto final, determinados pela espécie, variedade e composição química de acordo com análises realizadas ao recebimento do cereal.

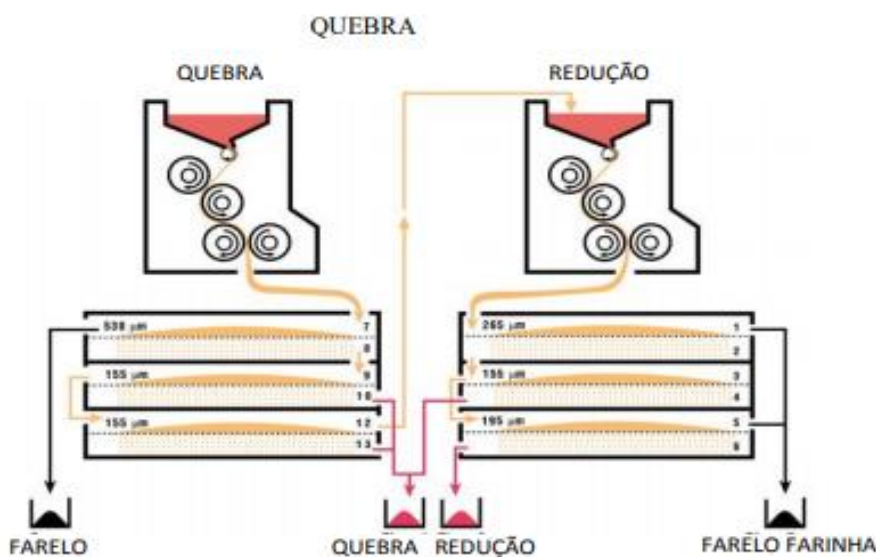
No processo de primeira limpeza e condicionamento, ocorre a separação de sujidades de menor densidades, como terra, sementes de outras culturas e pó presentes ao trigo que causam danos aos equipamentos e também desqualifica o produto final. Contudo outra fase essencial e determinante ao processo de moagem é a umidificação dos grãos, comumente chamada de condicionamento. No condicionamento, processo final da limpeza que auxilia na remoção das camadas de farelo do endosperma, adiciona-se água ao grão e deixa umedecer por até 24 horas, variando de acordo com o tipo de trigo, a quantidade de água utilizada e o tempo de umedecimento (ALVES, 2014).

Na etapa de moagem o objetivo principal do processo é quebrar o grão e separar na forma mais pura o endosperma, para que este possa ser moído e reduzido em farinhas livre de germe ou de farelo. Previamente à moagem, ocorre a segunda separação magnética, segregação realizada por imã, realizada para a retirada de quaisquer resíduos metálicos ainda contidos, como forma de prevenção a qualquer dano aos equipamentos e à qualidade da farinha. Este estágio consiste na dilaceração do grão por conjunto de cilindros que trabalham em pares e giram a velocidades distintas. Os cilindros utilizados são estriados em diferentes profundidades e os raiados das roturas seguintes vão sendo progressivamente mais finas.

A etapa é sucedida pela operação de peneiramento, por “plansifter”, peneiras oscilatórias. A separação é possível em função das diferentes propriedades físicas de granulometria do farelo, do germe e do endosperma. O processo completo de moagem, consiste em diversas etapas de moagens e de peneiramento (Figura 3). A matéria resultante é recolhida por roscas transportadoras. Para bancos de cilindros onde são classificados, sendo identificados em farinha, o farelo e a semolina.

Posteriormente à moagem, as farinhas são direcionadas aos silos de armazenamento com controle de umidade e de insetos, para o período de maturação de acordo com características químicas, físicas e tecnológicas específicas. Antes dos silos, as farinhas são aditivadas de ácido fólico e ferro, conforme exige a legislação brasileira.

Figura 3 - Processo básico de moagem de grãos de trigo em moinho



Fonte: Bradenber , 2019

### 3.2 QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO

De acordo com Zardo (2010), é possível compreender a qualidade da farinha de trigo ofertada, através de seus resultados na elaboração de produtos finais ótimos, que satisfaça o consumidor, o atraindo para que use novamente esta farinha e também para que atenda a um padrão econômico viável.



Por ser matéria-prima na produção de diversos produtos na área de panificáveis, as propriedades da farinha exigidas são elevadas características de retenção de gases e uma atividade enzimática adequada. Portanto, antes a aplicação da farinha, é fundamental o estudo das características reológicas e físico-químicas, para viável criação de mix de trigos para o processo de moagem.

A qualidade da farinha proveniente do trigo é determinada por características e propriedades físico-químicas, enzimáticas e tecnológicas específicas, a reologia. Sendo regida por especificações determinadas a cada finalidade de destinação. As análises físico-químicas básicas realizadas nas farinhas são teor de umidade, teor de cinzas minerais, teor de glúten úmido e seco e a colorimetria. E as análises reológicas são a alveografia, a farinografia e o número de queda.

### 3.2.1 Legislação para Farinha de Trigo

A primeira legislação brasileira, a estabelecer e definir farinha de trigo foi Instrução Normativa nº 354 de junho 1996 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que define a farinha de trigo como o produto obtido a partir da espécie *Triticum aestivum* ou de outras espécies do gênero *Triticum* reconhecidas, exceto *Triticum durum*, a partir do processo de moagem do grão de trigo beneficiado (BRASIL, 1996).

Em 30 de novembro de 2010 o MAPA, para melhor avaliação e classificação das farinhas de trigo no Brasil, implantou a Instrução Normativa nº 38, para estabelecer legislação específica, com base em análises físico-químicas e reológicas realizadas nas farinhas provenientes do trigo. O MAPA denominada a legislação "Regulamento Técnico do Trigo", que classifica o trigo em dois grupos. O grupo I, destinado diretamente a alimentação humana, e o grupo II, destinado à moagem e a outras finalidades, sendo elas o uso como Melhorador, Pão, Doméstico, Básico e para Outros Usos (BRASIL, 2010)

De acordo com o MAPA, as farinhas de trigo também são classificadas em tipo 1, 2 e 3 quando de acordo com os valores estabelecidos pela legislação para os limites de tolerância da farinha de trigo, em relação ao teor de cinzas, umidade, granulometria, proteínas e acidez graxa (Tabela 1). Se por acaso seus valores não corresponderem aos estabelecidos, então se considera a farinha como fora de tipo (BRASIL, 2010).

**Tabela 1 - Classificação da farinha de trigo segundo o MAPA**

| <b>Tipos</b>             | <b>Teor de cinzas (máx.)</b> | <b>Teor de Proteína (mín.)</b> | <b>Umidade (máx.)</b> | <b>Acidez Graxa (mg de KOH/100g do produto) (máx.)</b> | <b>Granulometria</b>                                                    |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipo 1</b>            | 0.80%                        | 7.5%                           | 15.0%                 | 100                                                    | 95% do produto deve passar pela peneira com abertura de malha de 250 µm |
| <b>Tipo 2</b>            | 1.40%                        | 8.0%                           | 15.0%                 | 100                                                    |                                                                         |
| <b>Tipo 3 (integral)</b> | 2.50%                        | 8.0%                           | 15.0%                 | 100                                                    | -                                                                       |
| Fonte: BRASIL, 2010      |                              |                                |                       |                                                        |                                                                         |

### 3.2.2 Teor de umidade

O conteúdo de umidade de uma farinha é importante não apenas para determinar a sua vida de prateleira, mas também para conhecer o conteúdo de sólidos (POPPER, et al 2006).

O teor de umidade recomendável para o trigo é de 15%, podendo os grãos com umidade superior a esta, serem comercializados desde que não esteja ocasionando fatores de risco à saúde humana (ALVES, 2014). Entretanto, trabalha-se com 14% de umidade, considerando variação 1%, pois as farinhas são muito higroscópicas, e elas estão sempre perdendo ou ganhando umidade ao ambiente.

No armazenamento com temperatura ou teor de água elevadas, pode ocorrer o desenvolvimento de pragas e fungos, que danificam os grãos e alteram a qualidade tecnológica da farinha (ORO, 2013). Sendo a operação de secagem dos produtos agrícolas o processo mais utilizado para assegurar sua qualidade e estabilidade durante o armazenamento.

A conservação pela secagem baseia-se no fato de que tanto os micro-organismos deterioradores, quanto as enzimas e todo o mecanismo metabólico, necessitam de água para suas atividades. Com a redução da quantidade de água disponível até níveis seguros para armazenagem, são reduzidos a atividade de água, a velocidade das reações químicas

no produto e o desenvolvimento de micro-organismos (GONELI et al., 2007 apud ORO, 2013).

### 3.2.3 Teor de Cinzas

De acordo com a legislação vigente, o teor de cinzas, o resíduo resultante da queima de matéria orgânica, sendo, no caso do trigo, é constituído por fosfatos e sulfatos de potássio, por cálcio e por magnésio. Sendo seus limites legais de 0,8% a 2,5% em base seca.

A maior concentração de mineral encontra-se na parte mais externa do grão no farelo, portanto subentende-se que quanto maior a quantidade de farelo na farinha, maior será o teor de cinzas resultante (EMBRAPA, 1996). Portanto na indústria moageira, o conteúdo de cinzas é utilizado como medida da eficiência do processo de moagem.

Os teores de matéria mineral são maiores nas farinhas originárias do mesmo grão de trigo, ou seja, com maior extração, quando comparadas com as de menor extração, portanto, o teor de matéria mineral também pode ser usado para avaliar a qualidade da farinha de trigo, sendo estipulado os teores máximos de 0,45% para a farinha especial e 1,00% para a farinha comum, com base na matéria seca (PIZZINATO, 1999).

### 3.2.4 Teor de Glúten

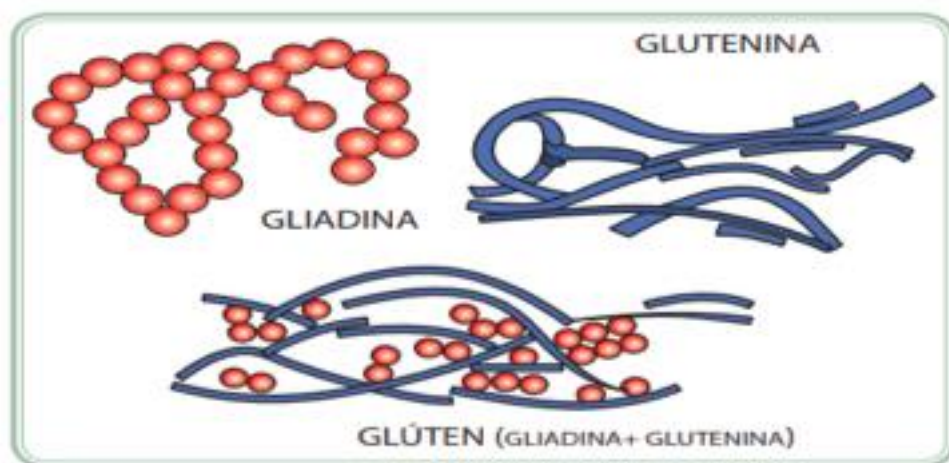
As proteínas presentes no trigo estão divididas em dois grupos: as proteínas não formadoras de glúten, como as albuminas e as globulinas; e as proteínas formadoras de glúten, como as gliadinas, as gluteninas e o resíduo protéico (EMBRAPA, 1996).

As proteínas que constituem o trigo são aproximadamente 10 a 15% do peso dos grãos. De acordo com Hoseney (1991), cerca de 15% das proteínas do trigo são proteínas solúveis em água e os 85% restantes estão constituídos pelo glúten, que representa a porção insolúvel das proteínas.

As proteínas de reserva do trigo, que formam o glúten, são as gliadinas pertencentes à classe das prolaminas e as gluteninas pertencentes à classe das glutelinas. É conhecido que as gluteninas contribuem principalmente para as propriedades elásticas do glúten, enquanto as gliadinas contribuem para as propriedades de viscosidade.

Segundo o Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) em 2010, quando a farinha de trigo sofre mistura a água, sob esforço mecânico, as duas proteínas hidratam-se formando um complexo proteico pela sua associação através de pontes de hidrogênio, ligações de van der Waals e ligações dissulfeto, esta rede proteica chama-se glúten (Figura 4).

Figura 4 – Formação da Rede do Glúten



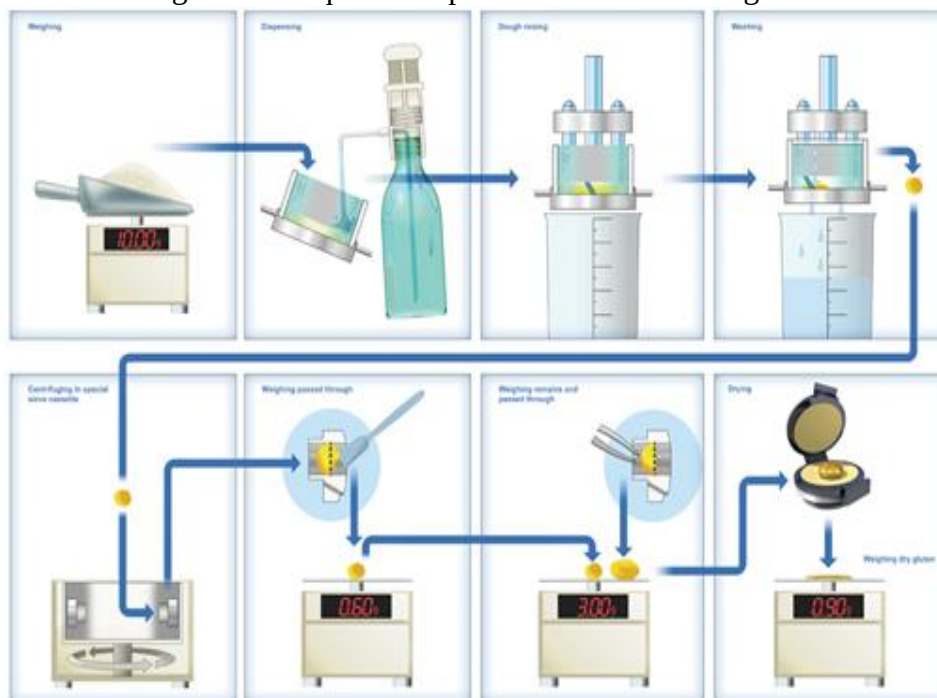
Fonte: BRANDÃO (2011)

A determinação do teor de glúten pode ser realizada manualmente, por método semiautomatizado padronizado internacionalmente que utiliza o conjunto de equipamentos da marca Perten, sendo eles Glutomatic, centrífuga e o Glutork (Figura 5). A determinação do teor de glúten baseia-se na propriedade das proteínas funcionais do trigo unirem-se para formar a rede de glúten (MELLADO, 2006; VÁZQUEZ, 2009).

O procedimento analítico é realizado com trigo integral moído ou farinha refinada que é lavada com solução salina diluída a 5%. Durante o procedimento de lavagem, a massa é separada do amido e outros componentes solúveis em água (polissacarídeos, minerais e proteínas não formadoras de glúten). Ao final do processo, resulta em uma massa muito elástica formada pelas proteínas formadoras do glúten da farinha e a água que estas proteínas retêm pelo processo de mistura. Esta massa é chamada de glúten úmido e está altamente relacionada com o conteúdo de proteínas insolúveis da farinha de trigo. Se o glúten úmido for submetido a um processo de secagem, ele resultará em glúten seco com valor reduzido a pouco mais de um terço do valor do glúten úmido. Por outro lado, se o glúten úmido for colocado e centrifugado em um pequeno tamiz do

equipamento, será possível calcular o índice de glúten. A percentagem de glúten úmido que não passar pelo tamise é o índice de glúten (ORO, 2013). Valores deste índice acima de 90% indicam trigo forte (MELLADO, 2006).

Figura 5 – Esquema de processo de análise do glúten



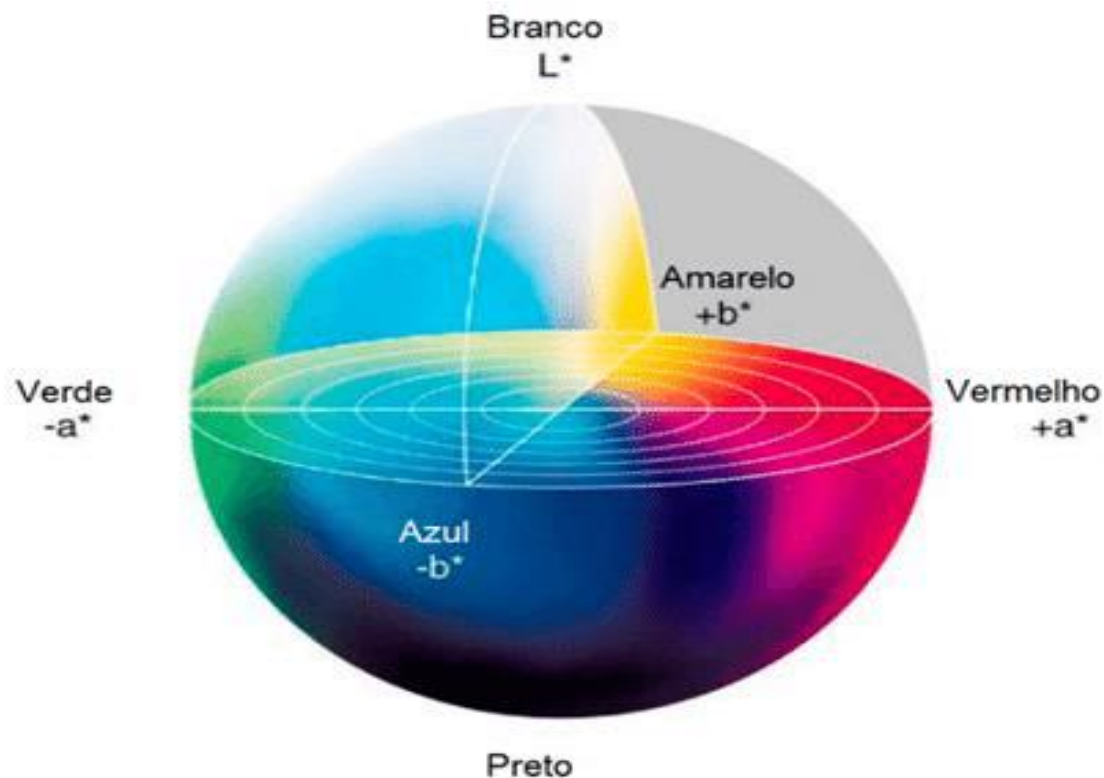
Fonte: Perten, 2019

### 3.2.5 Colorimetria

A análise de colorimetria é a técnica que quantifica a cor medindo os três componentes primários da luz vista pelo olho humano, especificamente; vermelho, verde e azul. A análise é obtida em resultado de faixas de cores, no sistema L\*, a\* e b\* (Figura 6).

- L\*: luminosidade varia de 0 (preto) a 100 (branco), ou seja, próximo do limite superior, mais branca é a farinha;
- a\*: saturação (negativo verde, positivo vermelho)
- b\*: coloração (positivo amarelo, negativo azul)

Figura 6 – Espaço de Cor L\*a\*b\*



Fonte: Konica Minolta (2019)

De acordo com a ICTA (2013) a cor é um importante atributo de qualidade e deriva principalmente do teor de carotenoides, proteínas e de fibras, além da presença de impurezas na moagem. As especificações técnicas para a coloração para as farinhas, são preconizadas apenas pelo L\* seja superior ou equivalente a 92. Embora os consumidores prefiram as farinhas mais brancas, nem sempre essas são as de melhor qualidade para todos os produtos finais (EMBRAPA, 2011).

### 3.2.6 Alveografia

A alveografia é a simulação experimental do comportamento da massa durante a fermentação no processo de panificação, devido a formação de alvéolos na massa pelo gás carbônico (CO<sub>2</sub>). A análise determina as características plásticas da massa, com hidratação constante, a força necessária para romper a massa à medida que ela é estendida em alveógrafo pelo método 54-30 da AACC, a American Association of Cereal Chemists. Para isso é utilizado o equipamento alveógrafo (Figura 7).

Figura 7 – Alveógrafo Chopin



Fonte: Granotec, 2019

A análise de alveografia consiste em um teste reológico que determina a força ou trabalho mecânico necessário de uma massa para expansão. Bem como, avalia as características de tenacidade e de extensibilidade de uma farinha submetida às condições do teste. A Figura 8 apresenta um gráfico típico dos resultados obtidos em um experimento de alveografia.

Os parâmetros obtidos nesta análise são (Figura 8):

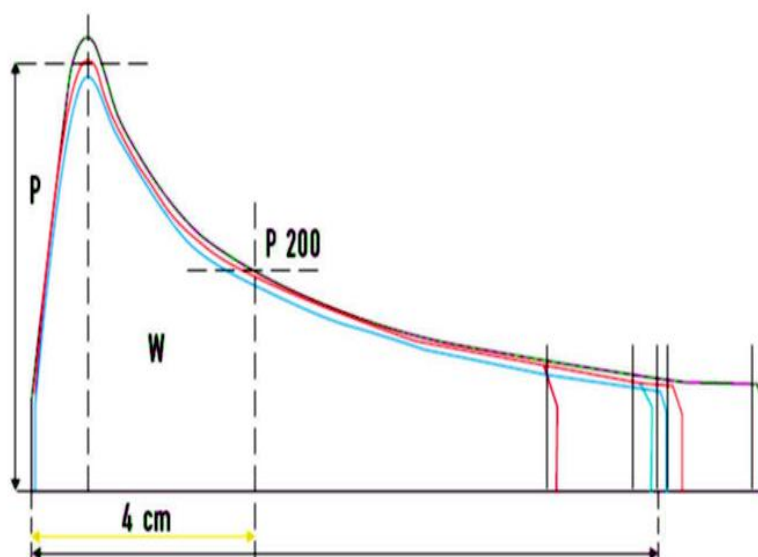
W – força do glúten (expressa em  $10^{-4}$  J): representa o trabalho de deformação da massa e indica a qualidade panificativa da farinha;

P – tenacidade (expressa em mm): é a pressão máxima necessária para expandir a massa, sendo uma medida da capacidade de absorção de água da farinha. É considerada como índice de estabilidade da massa, indicando a resistência ao trabalho de deformação;

L – extensibilidade da massa (expressa em mm): é a capacidade de extensão da massa sem que ela se rompa. Um alto grau de extensibilidade está ligado a baixo rendimento de farinha. É utilizada para prever o volume de pão, juntamente com a proteína;

P/L – Relação tenacidade/extensibilidade (adimensional): expressa o equilíbrio da massa para sua resistência a deformação. Para pães o ideal são farinhas balanceadas ( $P/L$  entre 0,5 – 1,20), para bolos e biscoitos farinhas extensíveis ( $P/L < 0,49$ ) e para massas alimentícias farinhas tenazes ( $P/L > 1,21$ ) (EMBRAPA, 1996).

Figura 8 – Alveograma



Fonte: ICTA, 2013

Através da análise de alveografia é possível determinar a finalidade da farinha que está sendo analisada, ou seja, a farinha que tiver uma boa relação entre P/L é indicada para uso em panificação. Quando o P é consideravelmente maior que L, essa é indicada para massas e quando o L é maior que o valor de P a farinha é indicada para produção de biscoito e bolos (ICC, 1995).

### 3.2.7 Farinografia

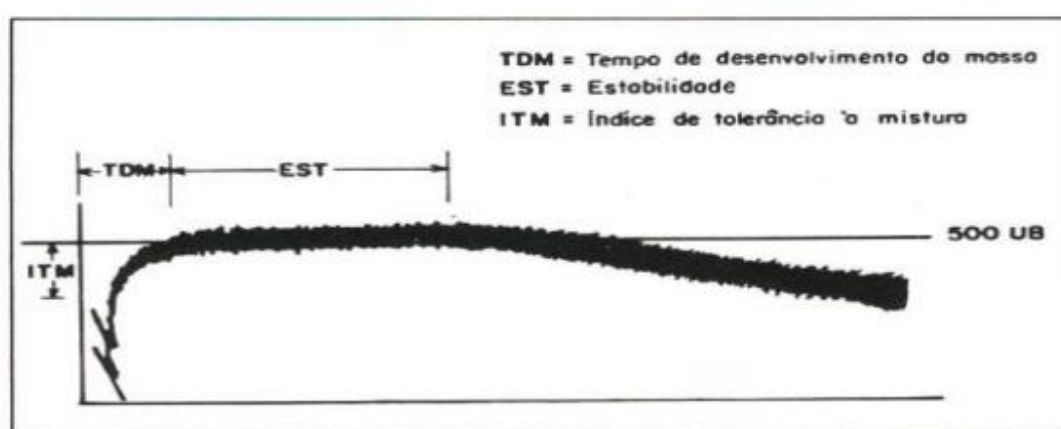
A análise no farinógrafo têm por finalidade avaliar as propriedades de mistura e processamento das massas de farinha de trigo quando submetida à ação mecânica, e medir a qualidade de uma farinha quanto à sua capacidade de absorver água durante os processos de fabricação de pães e produtos correlatos. O equipamento consiste em uma masseira com dois braços de geometria idêntica, braços em forma de “Z” que rodam em velocidades iguais em direções opostas. Um dinamômetro é utilizado para registrar a



resistência que a massa apresenta ao movimento dos braços amassadores à medida que a água é adicionada de uma bureta (VÁZQUEZ, 2009).

A capacidade de absorção de água é um valor de importância econômica em panificação, visto que, quanto maior for a absorção de água, maior será a quantidade de pão que se pode elaborar a partir de uma mesma quantidade de farinha. Um valor de absorção abaixo de 55% (55 litros de água para 100 kg de farinha) é considerado muito baixo. Usualmente, o valor desejável é acima de 60% (VÁZQUEZ, 2009).

Figura 9 – Representação de Farinografia



Fonte: EMBRAPA (2019)

Segundo a EMBRAPA (2019), os parâmetros mais comuns para se interpretar o farinograma (Figura 9) e, portanto, avaliar as propriedades da farinha, são: absorção de água, tempo de desenvolvimento da massa, estabilidade e índice de tolerância.

- Absorção – relaciona-se com a quantidade de água requerida pela farinha para manter-se na linha dos 500 (FU – Unidades Farinograficas). É o tempo em que a massa suporta ser misturada sem perder a sua consistência desejada. Os altos valores de absorção são desejáveis, desde que eles aumentem o rendimento dos produtos panificáveis. As variações no conteúdo de amido danificado da massa são conhecidas como os fatores de maior influência na absorção de água.

- Tempo de desenvolvimento da massa – é o tempo desde o início até o desenvolvimento máximo da curva, imediatamente antes da primeira indicação da queda.

Este valor também é chamado tempo de pico. Farinhas fortes normalmente requerem um tempo de desenvolvimento maior que as farinhas fracas.

- Estabilidade – é definida como a diferença de tempo, em minutos, entre o ponto do topo da curva que intercepta a linha das 500 FU e o ponto do topo da curva que deixa a mesma linha. Esse parâmetro fornece um indicativo da resistência que a massa possui ao tratamento mecânico e ao tempo do processo fermentativo, geralmente indica a força de uma farinha.

- Índice de tolerância à mistura (M.T.I.) – é a diferença entre o topo da curva do pico e o topo da curva, medido em cinco minutos após atingido o pico máximo. As farinhas que tem boa tolerância à mistura têm menor M.T.I. e quanto maior for o índice de tolerância, mais fraca é a farinha.

O objetivo da análise farinográfica é atingir a curva ideal que se encontra no centro do gráfico, ou seja, atingir as 500 unidades farinográficas. A curva pode ser mais ou menos acentuada, dependendo da força do glúten da farinha (GUARIENTI, 1996). Pois de acordo com hidratação, a massa vai sendo desenvolvida, perdendo a mobilidade e aumentando a força necessária para desenvolvê-la. O nível máximo de resistência está diretamente relacionado com a consistência, a qual depende principalmente da quantidade de água que se adiciona (MELLADO, 2006).

### 3.2.8 Número de Queda

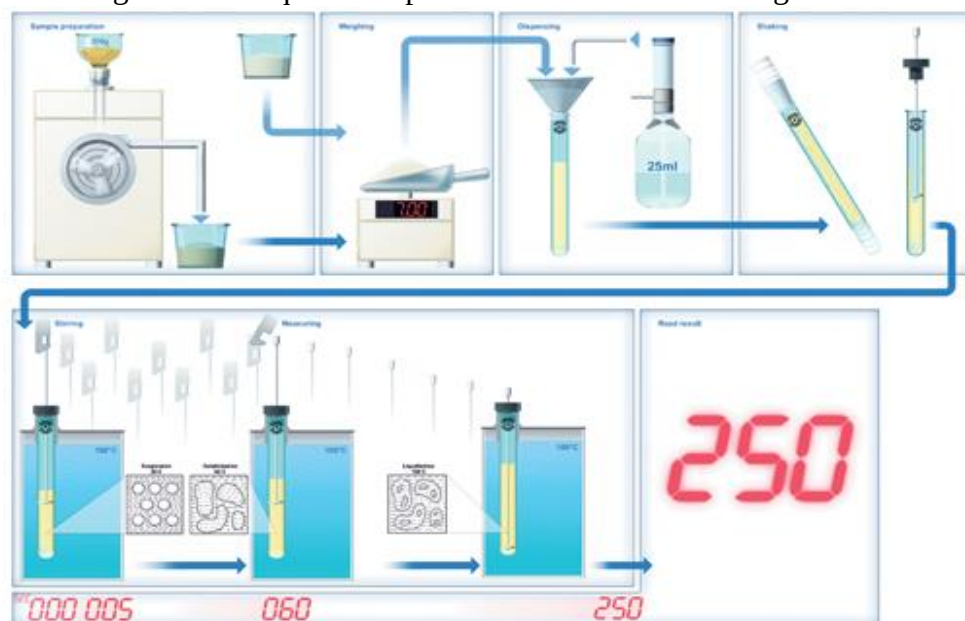
O falling number, comumente chamado de número de queda é uma estimativa do conteúdo de  $\alpha$ -amilase, enzima que degrada o amido em oligossacarídeos e monossacarídeos. Este teste mede a redução da viscosidade de uma suspensão de farinha, devido à ação da enzima sobre o amido do endosperma baseando-se na viscosidade de um gel formado pelo amido de trigo (MELLADO, 2006; VÁZQUEZ, 2009 apud ORO, 2013). O método utilizado é o 56-81 da AACC (Figura 10).

A análise consiste no aquecimento da farinha em banho de água fervente, onde por ação da enzima  $\alpha$ -amilase o amido gelificado é liquefeito pela atividade desta enzima, obtendo seu resultado em segundos, condizendo esta análise com o processo de forneamento do pão, pois dependendo do seu resultado, o pão poderá apresentar

características finais, diferentes, principalmente em seu miolo, devido a degradação do amido (JUNIOR, 1998). O valor do número de queda considerado bom para a prática panificável está entre 250 e 350 segundos (ORTOLAN, 2006).

Os valores observados ao final da análise são inversamente proporcionais, sendo assim farinhas com valores altos de falling number possuem atividade da  $\alpha$ -amilase baixa, portando farinhas de baixo valor de falling number possuem alta atividade da  $\alpha$ -amilase, sendo resultante da germinação do trigo.

Figura 10 – Esquema de processo de análise de Falling Number



Fonte: Perten, 2019

### 3.3 ADITIVOS MELHORADORES DE FARINHA DE TRIGO

Visando o beneficiamento da farinha, há aplicação de insumos por finalidade de promover melhores características ao processamento, sua qualidade sensorial e a vida de prateleira, tendo interferência direta em capacidades reológicas e viscoelásticas das redes de glúten formadas pela mistura de farinha de trigo e água. De modo geral, estes insumos são compostos antioxidantes, como o ácido ascórbico, o bromato de potássio e o azodicarbonamida (DIONIZIO, 2017), algumas enzimas como amilases, o ácido láctico, surfactantes, o ácido sórbico, entre outros.

A utilização de antioxidantes como melhoradores têm por finalidade promover o aumento da retenção dos gases e na diminuição da extensibilidade, melhoria da granulidade e na textura dos produtos finais, por decorrência direta da ação do antioxidante sobre a cadeia proteica do glúten. A adição de ácido ascórbico varia de 10 a 200 mg/kg de farinha, dependendo do efeito requerido na qualidade final dos produtos (FITCHETT, et al 1987; MAFORIMBO, et al 2006).

Contudo, existe uma preferência pelo uso do ácido ascórbico no enriquecimento de farinhas, por ser uma substância que além de fortalecer as massas, não possui um limite a ser utilizado e pode ser obtido de produtos naturais, por ser considerada um melhorador e não um antioxidante (LETICIA et al., 2010; LOPES et al., 2007; STEEL, 2009). Atuando também como branqueador, melhorador na maturação e além de diminuir o tempo de fermentação de produtos panificáveis.

### 3.3.1 Ácido Ascórbico (Vitamina C)

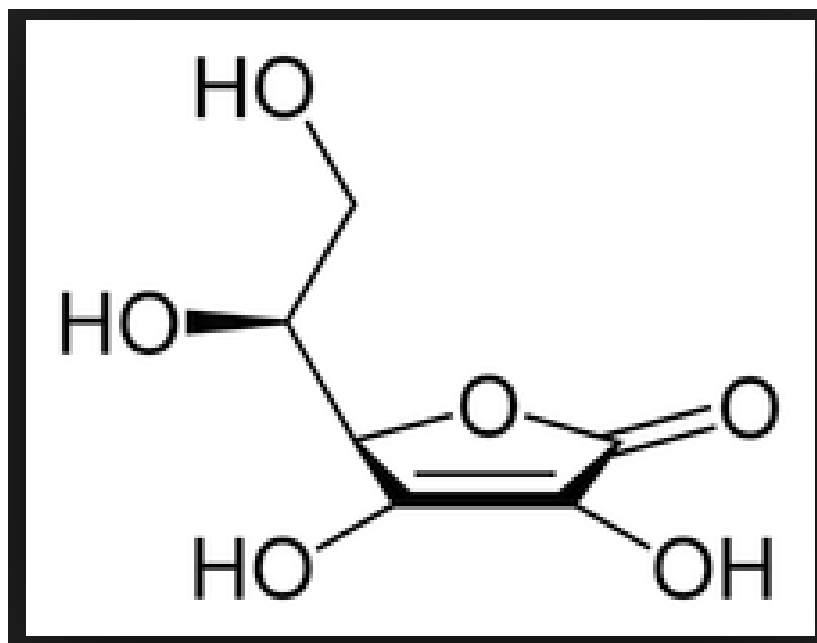
A vitamina C ou, simplesmente, ácido ascórbico (AA) é vitamina hidrossolúvel e termolábil. A dose recomendada para manutenção de nível de saturação da vitamina C no organismo é de cerca de 100mg por dia. A vitamina C (Figura 11) encontra-se na natureza sob duas formas: reduzida ou oxidada (ácido deidroascórbico); ambas são igualmente ativas nas substâncias naturais (AZULEY, 2003).

A vitamina C, termo comumente utilizado para o ácido ascórbico, é encontrada em diversas frutas variando de acordo com o tipo de cultivar, estágio de maturação, condições de cultivo entre outras (COUTO, et al 2010). As melhores fontes naturais de vitamina C, são camu-camu (*Myrciaria dubia* H. B. K. (McVough) e acerola (*Malpighia emarginata*). Contudo, outras frutas possuem altos índices de vitamina C, sendo elas: laranja, goiaba, kiwi, morango, goji berry, cranberry e caju.

No Brasil, agente oxidante mais utilizado em panificáveis é o ácido ascórbico. A rigor, quimicamente, o ácido ascórbico é um antioxidante, mas na massa atua como oxidante através de um mecanismo que é alvo de muita controvérsia e que ainda não foi totalmente esclarecido. Sua adição à farinha causa o aumento da coesividade da massa, aumento do volume do pão e melhoria da estrutura do miolo (PEREIRA, 2009).

Segundo a Resolução nº 386 do MAPA, o ácido ascórbico, em panificação, é considerado um melhorador de farinha, podendo ser utilizado de acordo com as Boas Práticas de Fabricação, com limite quantum satis, ou seja, em quantidade suficiente para obter-se o efeito desejado (BRASIL, 1999).

Figura 11 – Molécula de Ácido Ascórbico



Fonte: Wikipedia, 2019

### 3.4 ACEROLA

A aceroleira é uma planta que pertence à família *Malpighiaceae*, originária da América Tropical. A acerola, também conhecida como cereja das antilhas, é um arbusto frutífero cujo cultivo para fins comerciais vem se expandindo no Brasil, país considerado o maior produtor, consumidor e exportador de acerola do mundo (CHAVES et al., 2004).

A acerola, o fruto da aceroleira, é uma drupa, carnosa, variando na forma, tamanho e peso. Nela, o epicarpo (casca externa) é uma película fina; o mesocarpo é a polpa e o endocarpo é constituído por três caroços unidos, com textura pergaminácea, que dão ao fruto o aspecto trilobado. Cada caroço pode conter no seu interior uma semente, com 3 a 5 mm de comprimento, de forma ovóide e com dois cotilédones (ALMEIDA et al., 2002).

A acerola é um fruto climatérico, com elevado pico da taxa respiratória, mas com uma baixa taxa no pico de produção de etileno. A composição química do fruto é dependente das espécies, condições ambientais e, também, do estágio de maturação da fruta. Estima-se que a cada 100g de polpa, a acerola apresenta em média de 600 a 1.000 mg de vitamina C (CECÍLIO et al., 2009).

#### 3.4.1. Farinha do resíduo da Acerola

A acerola é comumente utilizada na alimentação dos brasileiros em forma de suco gerando resíduo de aproximadamente 40% após a operação. Para agregar valor, é necessário o conhecimento dos seus constituintes, através de investigações científicas e tecnológicas (VIEIRA et al., 2009).

Os resíduos possuem muitas substâncias de alto valor alimentício como: fibras, vitaminas, minerais, substâncias antioxidantes. Visto que os resíduos produzidos têm grande potencial de reutilização, aliado a esta preocupação com o meio ambiente, numerosos estudos são realizados com o intuito de aproveitá-los (ZHANG et al., 2007).

No caso do resíduo da acerola, estima-se que cerca de 34,40 mil toneladas desse fruto por ano são processadas nas indústrias brasileiras, o que equivale a 7,16% do total de frutas colhidas no país. As acerolas processadas geram, aproximadamente, 18 mil toneladas de sucos e polpas por ano, concentrando-se esta produção na região Nordeste (FREITAS et al., 2006).

É de conhecimento a alta concentração de ácido ascórbico, comumente chamado de vitamina C na acerola. Este alto teor de ácido promove a atração do setor industrial à cultura. Segundo estudos de Chaves (2004), o teor de vitamina C na polpa de acerola variou de 1.879 a 15.140 mg.100 g<sup>-1</sup> de matéria seca. Em resíduo de acerola, composto por semente, casca e resto de polpa, foram encontrado teores de vitamina C de 541,1 mg.100 g<sup>-1</sup> e 10.448,2 mg.100 g<sup>-1</sup> de matéria seca (AQUINO et al., 2010; SOUSA et al., 2011), comprovando assim que mesmo após operações unitárias envolvendo temperaturas elevadas, o teor de ácido ascórbico encontrado é alto.

Além da vitamina C, o resíduo é composto por alto teor de fibra e alguns compostos benéficos dependendo da concentração, como os compostos fenólicos, as

antocianinas, os fitatos, as saponinas, os inibidores de tripsina, o ácido oxálico e os nitratos.

As fibras podem ser classificadas quanto a sua solubilidade em água em fibras solúveis e insolúveis. A fibra alimentar solúvel é composta por pectinas, beta-glicanas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses. Os compostos insolúveis são celulose, hemicelulose, lignina e amido resistente. As fibras solúveis têm a finalidade de aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, diminuindo a atividade de certas enzimas digestivas e influenciado diretamente na taxa de digestão e absorção de nutrientes a fim de reduzir o colesterol plasmático, a modulação da glicemia bem como de regular o apetite ( MARQUES, 2013).

As substâncias bioativas podem ser definidas como nutrientes e/ou não com ação metabólica ou fisiológica específica. Algumas destas substâncias já possuem alegações aprovadas como os ácidos fenólicos, ácidos graxos monoinsaturados, cafeína, estearato de sódio, fibras, fitoesteróis e outros (ANVISA, 2013). Estas substâncias podem exercer seus efeitos agindo como antioxidantes, bloqueando a atividade de toxinas virais ou bacterianas, inibindo a absorção do colesterol, diminuindo a agregação plaquetária ou destruindo bactérias gastrintestinais nocivas (PENNINGTON, 2002).

O processo de secagem proporciona uma considerável redução de volume, ocasionando em uma redução de custos em transportes e manipulação do produto, além de possibilitar a conservação da matéria-prima por maior tempo e aumentar o percentual de princípios ativos em relação a massa inicial da planta (PRATES et al., 2012).

A secagem é um assunto abrangente e de alta complexidade, pois envolve trocas simultâneas de calor, massa e momento. Esta operação unitária é responsável por transferir a umidade que está em um sólido para uma fase gasosa não saturada de forma a adequar o produto a uma determinada especificação de mercado (ARRUDA, 2008).

Uma das formas de secagem é realizada mediante passagem de uma corrente de ar atmosférico aquecido pelo sólido úmido, envolve simultaneamente a transferência de calor e massa, reduzindo a quantidade de água presente no corpo-sólido (FOUST, 2006). Seu comportamento é definido pela análise das mudanças de umidade em função do tempo (MENEZES et al., 2013).

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

Os ingredientes utilizados na formulação das amostras foram cedidos por indústrias locais, sendo o resíduo de acerola cedido pela empresa Polpa de Fruta Ideal Ltda., localizado no distrito industrial de Mangabeira, na cidade de João Pessoa e a farinha de trigo, sem adição de ingredientes, e ácido ascórbico (100% puro) cedidos por empresa local (confidencial). Os materiais químicos utilizados em análises foram todos de grau analítico e provenientes dos Laboratórios de Operações Unitárias e de Físico Química onde a pesquisa foi desenvolvida, no Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional – CTDR, localizado no distrito industrial de Mangabeira, na cidade de João Pessoa – PB.

Os testes realizados para análise de qualidade e fabricação de farinha do resíduo de acerola foram: obtenção da farinha de resíduo por secagem, moagem, peneiramento, acidez titulável, açúcares, pH, umidade e vitamina C. Os testes realizados para análise de qualidade de farinha de trigo padrão sem adição de insumos, farinha aditivada com 0,022% de ácido ascórbico e a farinha aditivada a 1% de farinha do resíduo da acerola foram: cinzas, colorimetria, glúten, número de queda (falling number), umidade por infravermelho, alveografia, farinografia.

##### 4.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DO RESÍDUO DA ACEROLA

O resíduo da acerola proveniente da indústria de polpas foi recebido congelado e acondicionado em embalagens plásticas, a matéria-prima foi conservada em freezer a -18° C, dois dias até iniciação das análises. Para a realização de análises e obtenção da farinha, o resíduo foi descongelado em refrigerador doméstico até adquirir temperatura de 25 °C.

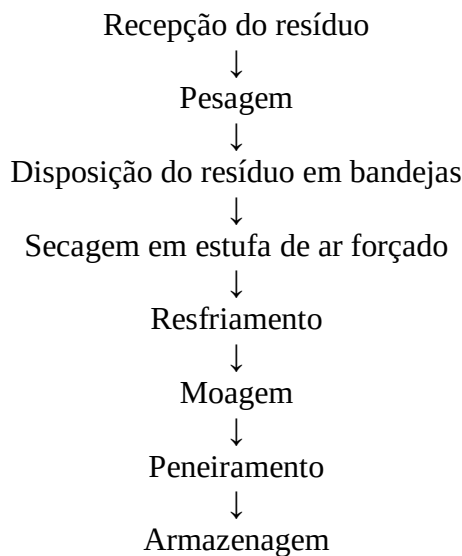
Para a secagem foram dispostas 300 gramas de resíduo em bandejas de aço inox, recobertas por papel alumínio em estufa de circulação de ar forçado em temperaturas diferentes (50°C; 60°C e 80°C) até ser atingido o peso constante. Em seguida, a amostra seca obtida foi desintegrada por moinho de facas SL- 31, da marca Solab, por 30 segundos a cada 5 gramas. Após o resíduo foi segregado por peneiras em um agitador oscilatório da marca Lab1000, utilizando as peneiras de abertura 1,70mm; 1,28mm; 850 µm; 600 µm; 425 µm; 300 µm e a base, com velocidade de vibrações eletromagnéticas com frequência de 50 vezes/segundo por 10 minutos, cada fração foi separada pesada e



armazenada. Para a realização de análises físico-químicas, a farinha obtida na tamisação da abertura da malha de 300µm foi selecionada, por assemelha-se a granulometria preconizada pelo MAPA para farinhas de trigo.

A obtenção da farinha seguiu o fluxograma descrito na Figura 12.

Figura 12 – Esquema da Obtenção da Farinha de Resíduo de Acerola



Fonte: Autor

## 4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE RESÍDUO E DO RESÍDUO DA ACEROLA

### 4.2.1 Potenciometria

Para a determinação de pH, foram diluídas 10 gramas de amostra diretamente coletada da embalagem de envase em temperatura ambiente de 25°C, diluída e homogeneizada em água desmineralizada, e transferida para recipientes descartáveis, o qual fez a mediação em triplicata do pH, por meio do pHmêtro digital (IAL, 2008).

#### 4.2.2 Determinação da acidez titulável

Para a determinação da acidez titulável 10 gramas de amostra foram pesadas e diluídas em água desmineralizada até obtenção de solução homogênea, que posteriormente foi filtrada e transferida para erlenmeyers, onde foi efetuada a determinação da acidez titulável em triplicata por titulação com solução de hidróxido de sódio a 0,1M (IAL, 2008).

#### 4.2.3 Determinação de Ácido Ascórbico

Para a determinação de ácido Ascórbico, foi pesada 1 g de cada amostra, foram diluídas e homogeneizadas em água desmineralizada, filtradas e transferidas para erlenmeyers, onde foi efetuada a determinação do ácido ascórbico pelo método de Tillmans (IAL, 2008).

#### 4.2.4 Determinação da Colorimetria

Para a determinação foi necessário a utilização do Colorímetro Konica Minolta (Tóquio, Japão). Para a análise foram utilizadas 50 g de cada amostra, onde foram transferidas para recipientes descartáveis, onde homogeneizou-se a amostra, posicionou-se levemente o canhão do equipamento sobre a amostra, sem movimentá-lo e acionou-se o botão de leitura. A análise foi registrada pelo software do equipamento, obtendo resultado em faixas de cores, no sistema L\*, a\* e b\*. Cada amostra foi realizada em triplicata.

- L: luminosidade varia de 0 (preto) a 100 (branco)
- a: saturação (negativo verde, positivo vermelho)
- b: coloração (positivo amarelo, negativo azul)

#### 4.2.5 Determinação dos açúcares redutores

Para a determinação de açúcares redutores foram diluídas 5 g de cada amostra em água desmineralizada e posteriormente homogeneizadas, filtradas e transferidas para erlenmeyers, onde foi efetuada a determinação de açúcares redutores por redução de íons cobre em soluções alcalinas com solução de Fehling (IAL, 2008).

#### 4.2.6 Determinação da umidade por infravermelho

Para a determinação de umidade, foi realizada no determinador de infravermelho da marca Ohaus, modelo MB 45, processo mais rápido e simples. A medição ocorre por método indireto por refletância de radiação do espectro infravermelho. Nesse método, os comprimentos de onda vão até certa profundidade do produto e refletem no sensor o teor de umidade em porcentagem (PUPIN, 2003). Para análise foram utilizadas quantidade de 4 g de cada amostra recolhidas diretamente da embalagem de envase e transferidas para o determinador.

#### 4.2.7 Alveografia

A determinação de força da farinha ocorreu pelo equipamento denominado Alveoconsistógrafo NG, da marca Chopin. A análise ocorre com a utilização de 250 g da farinha e transferidas para alveografo, com solução salina à 2% com volume de 129,4 mL de água, corrigido na base de 14% de umidade. O banho maria do equipamento deve estar em temperatura entre 18°C e 22°C (umidade relativa compreendida entre 50 e 80%), deste modo realizando a manutenção da temperatura do misturador á 24°C.

Na masseira do alveógrafo, são postos de farinha e a solução salina, quais são misturadas durante 8 minutos. Posteriormente, a massa é extrusada, laminada e cortada em 5 discos, os quais são postos em fermentação a temperatura de 25 °C em cabine especialmente desenvolvida. Em seguida, cada disco de massa extrusada é colocada sobre uma base onde permanece preso por um aro e é inflado com ar que flui à velocidade

constante a partir do centro da base, formando uma bolha de massa de forma esférica (ORO, 2013). A pressão necessária para inflar esta bolha é registrada até que ela se rompa e a curva obtida é chamada alveograma (VÁZQUEZ, 2009).

#### 4.2.8 Farinografia

Para a determinação da resistência da farinha foi utilizado o equipamento denominado Farinografo, da marca Brabender, pelo método 54-21 AACC. Para a realização da análise foram utilizadas 300 g da farinha e água desmineralizada. O procedimento consiste na adição da farinha à masseira do equipamento e adição da água de acordo com porcentagem sugerida pelo software, por 20 minutos em velocidade de 63s/minuto. Ao término da análise, o software expressa os resultados.

#### 4.2.9 Cinzas

Para a determinação do teor de cinzas foi pesado cerca de 3 g de farinha, em seguida colocado os cadinhos na entrada da mufla até atingir a temperatura de 600°C, deixando-os inflamar, quando a chama desapareceu foram transferidos os cadinhos para o interior da mufla. Após a incineração, foram retirados os cadinhos da mufla e esfriado em dessecador com sílica em gel até a temperatura ambiente e em seguida pesado. Os resultados foram expressos em porcentagem (AACC, 1995).

#### 4.2.10 Glúten

Para a determinação de glúten foi utilizado o conjunto de equipamento da marca Perten, o Lavador de glúten, o secador Glutork e centrífuga. De acordo com o método da AACC nº 38-12 (1995), que consistem na lavagem da farinha em solução salina. Ao final do processo, uma massa muito elástica é formada, essa massa passa por processo de secagem em centrífuga em um pequeno tamiz por um minuto, formando o glúten úmido.

Posteriormente o glúten úmido foi submetido a um processo de secagem para determinação de glúten seco.

#### 4.2.11 Número De Queda

Para a determinação desta análise foi utilizado Falling Number 1700 da marca Perten. O método utilizado foi da AACC 56-81 B (1992). O procedimento inicial com a pesagem de 7 g de farinha e adição de 25 ml de água destilada em tubo de ensaio específico. Em seguida, é inserido no tubo uma haste metálica que desempenha a função de agitador. Posteriormente o tubo é imerso no banho do equipamento que deve estar à temperatura de 100 °C. Automaticamente, é ativado um agitador que sobe e desce a haste formando uma suspensão homogênea e posteriormente um gel. Após 60 segundos, o agitador é parado com a haste na parte superior do gel e a haste é deixada cair. O equipamento registra o tempo que transcorre desde o início da agitação até que a haste caia determinada distância e calcula a viscosidade do gel formado (VÁZQUEZ, 2009).

### 4.3 ENRIQUECIMENTO DA FARINHA DE TRIGO

O processo de enriquecimento das farinhas ocorreu por homogeneização manual pelo método HSP, que consiste na homogeneização em sacos plásticos por meio da movimentação manual (MATOS, 2019). A amostra com adição de ácido ascórbico recebeu 0,022 g do ingrediente químico ácido ascórbico para 100g de farinha base e a amostra enriquecida pela farinha do resíduo da acerola recebeu 1 g de farinha de resíduo de acerola para 100g de farinha base.

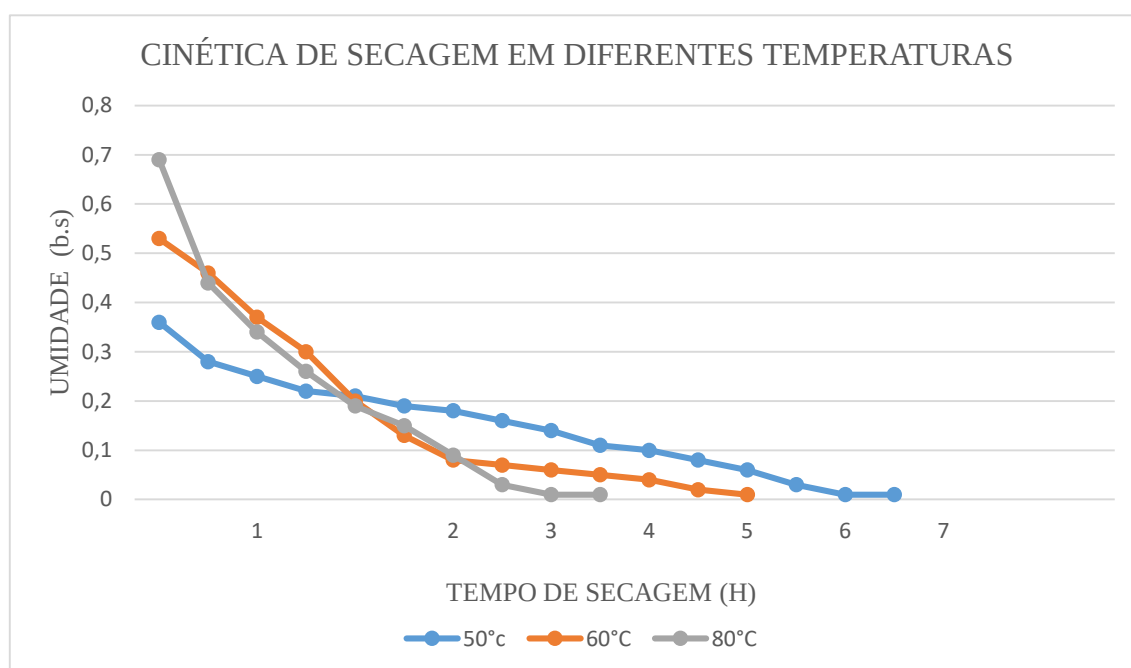
As diferentes quantidades dos ingredientes que foram usados como aditivos foram baseadas em usos industriais. O ácido ascórbico seguiu a quantidade praticada em farinhas comerciais. A farinha de resíduo de acerola foi definida a partir do conhecimento industrial de se adicionar no mínimo 1% do produto particulado de menos quantidade na mistura final. Por outro lado, pelo fato da farinha de acerola possuir cor característica avermelhada, sabe-se que mais de 1% de sua adição causaria um impacto importante nas características visuais do produto.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DO RESÍDUO DA ACEROLA

As curvas de secagem dos resíduos em estufa de ar forçado em diferentes temperaturas são apresentadas na Figura 13.

Figura 13 – Cinética de secagem do resíduo da acerola em diferentes temperaturas.



Fonte: Autor

Sendo possível a observação que independentemente da temperatura a qual o resíduo foi exposto, o maior teor da umidade do resíduo concentrava-se em superfícies exteriores, quais foram retiradas nas duas primeiras horas de análise. O decaimento da umidade inicial, duas primeiras horas, nas amostras processadas a 60 °C e 80 °C foram muito similares. Através do perfil das curvas é possível visualizar que nas duas iniciais horas, a redução de umidade do material variou linearmente, o que caracteriza o período de taxa constante, onde a velocidade de secagem é maior no início do processo e diminui ao longo do processo. Comportamento esperado por estudos de Park et al. (2006) e

Moraes et al. (2014), sobre a transferência de massa e secagem e a secagem convectiva da acerola, respectivamente.

O processo de secagem para fabricação da farinha obteve 30% de rendimento independente da temperatura do processo. No entanto, na temperatura de 50 °C o material atingiu o equilíbrio de umidade após 6h, enquanto que a 60 °C e a 80 °C este equilíbrio foi atingido, respectivamente, com 5h e 3:30h. Desta forma, avaliou-se os resultados da caracterização físico-química da farinha do resíduo da acerola (Tabela 3) para escolher qual a temperatura ideal de secagem para prosseguir para incorporação do resíduo na farinha de trigo. Após a secagem a farinha passou por processo de moagem e posteriormente a tamisação feita na ordem decrescente das aberturas das telas. Para a realização das análises físico-químicas, reológicas e enzimática, a fração escolhida da farinha do resíduo foi a retida na base das malhas, tendo por rendimento cerca de 21,8% (Tabela 2). A justificativa da escolha desta fração devesse a semelhança da granulometria da farinha de trigo, outro ponto considerado na seleção foi a interferência visual e reológicas causada pelas outras frações, por apresentarem maiores partículas que interferem diretamente nas análises.

**Tabela 2 – Granulometria das farinhas em diferentes temperaturas**

| <b>Malha<br/>(Mesh)</b> | <b>Abertura</b> | <b>Retenção das farinhas (%)</b> |             |             |
|-------------------------|-----------------|----------------------------------|-------------|-------------|
|                         |                 | <b>50°C</b>                      | <b>60°C</b> | <b>80°C</b> |
| <b>12</b>               | 1,70mm          | 1,60                             | 0,42        | 0,42        |
| <b>16</b>               | 1,18mm          | 1,38                             | 0,54        | 2,72        |
| <b>20</b>               | 850 µm          | 26,4                             | 34,5        | 24,9        |
| <b>30</b>               | 600 µm          | 32,6                             | 34,9        | 20,7        |
| <b>40</b>               | 425 µm          | 16,5                             | 5,26        | 21,2        |
| <b>50</b>               | 300 µm          | 1,44                             | 1,26        | 3,48        |
| <b>Base</b>             | -               | 18,8                             | 21,8        | 23,5        |
| <b>Perdas</b>           | -               | 1,24                             | 1,76        | 1,46        |

**Fonte: Autor**

O tamanho da partícula, ou seja, a granulometria, é uma das propriedades físicas mais importantes que afetam seu escoamento, além de estar negativamente relacionado à

coesividade e influenciar o processo tecnológico e as características do produto final (AMORIM et al, 2016).

Os teores de umidade da caracterização das diferentes farinhas (11,76% a 50°C, 11,83% a 60°C e 11,32% a 80°C) encontram-se dentro das especificações preconizadas pelo MAPA (BRASIL, 2010) para teor de umidade que é de até 15%. Podendo salientar que farinhas com teores de acima deste tendem a ter falta de estabilidade, além de possibilitar contaminação microbiana da matéria, já que a água é um componente primordial as reações químicas e enzimáticas de degradação, diminuindo assim a sua vida de prateleira. Contudo os resultados encontrados diferenciam-se de Aquino *et al* (2010) e Nunes *et al* (2015) que obtiveram valores de 8,31% e 8,60%, respectivamente para farinha do resíduo da acerola, possivelmente, devido à fatores ambientais onde ocorreu as análises.

O valor médio encontrado do pH foi (3,81 a 50°C; 3,75 a 60°C e 3,79 a 80°C), valores próximos ao resíduo úmido da amostra. Determinando assim que a farinha proveniente do resíduo é um produto muito ácido. Este valor encontrado é aproximado a dados de pesquisas anteriores, como Aquino *et al* (2010), encontrou o valor de 3,32 de pH em farinha de resíduo de acerola para produção de biscoitos tipo cookies.

O teor de ácido ascórbico determinado para a farinha de resíduos de acerola foi alto (984,81mg a 50°C; 1.123,83mg a 60°C e 1.397,54mg a 80°C) .100g<sup>-1</sup>, demonstrando que com o aumento de temperatura o ácido obteve o valor encontrado maior, possivelmente o resultado deve-se ao fato que com o processo de secagem o grau de dureza gerado a semente do resíduo proporcionou melhor desintegração da fração e consequentemente melhor extração ao ácido encontrado no interior da semente. Entretanto o resultado é inferior ao apresentado por Alquino *et al* (2010) de 9.549,61 mg.100g<sup>-1</sup>. Portanto o resultado obtido pela produção de farinha proveniente do resíduo de acerola é de grande interesse nutricional e tecnológico, graças a sua composição centesimal, capaz de atingir funções biológicas e atividade antioxidante e capacidade enriquecedora a farinha de trigo, pela capacidade de ação sobre as características na farinha.

A ingestão diária para suplementação de vitamina C recomendada pela OMS, a Organização Mundial da Saúde, é de 60 mg.100g<sup>-1</sup>, para normalização dos níveis de anemia. Diante dos resultados da sua caracterização, a farinha de resíduos da acerola é excelente forma de enriquecimento de produtos.



Para acidez titulavel o valor encontrado foi de (3,47g a 50°C; 3,53g a 60°C e 3,66g a 80°C) ácido cítrico por 100g<sup>-1</sup>. O resultado aproxima-se ao obtido por Nunes *et al* (2015) de 3,21g, contudo se difere do encontrado por Aquino *et al* (2010) de 8,13 g de ácido cítrico 100g<sup>-1</sup>. O resultado obtido tem por justificativa a diferença de variedade, a época de colheita, o estado de maturação da fruta que gerou o resíduo, o estado microbiológico e possíveis deteriorações.

O teor de cinzas encontrado foi de (0,68% a 50°C; 0,71% a 60°C e 0,83% a 80°C) na farinha proveniente do resíduo. O percentual obtido difere dos resultados obtidos por Nunes *et al* (2015), Braga *et al* (2011) e por Aquino *et al* (2010), que encontraram dados de 0,92%, de 0,40% e 3,03%, respectivamente. Contudo, o teor mineral encontrado justifica a utilização da farinha com enriquecedor de outros produtos, para melhoria do seu valor nutricional.

O percentual de glicídios redutores encontrados na farinha do resíduo de acerola foi de 25,58g a 50°C; 29,61g a 60°C e 32,11g a 80°C a cada 100g<sup>-1</sup>. Este valor encontrado é similar a dados de Aquino *et al* (2010) de 24,33%, contudo difere a resultados achados por Nunes *et al* (2010) de 11,18g.100g<sup>-1</sup>. Os valores de açúcares redutores encontrados no estudo são justificados pela reação de Maillard ocorrida no processo de secagem do resíduo, tendo em vista que o aumento de temperatura acelera a velocidade de oxidação dos açúcares presentes (FRANCISQUINI, 2017).

Os valores encontrados na colorimetria (Tabela 2) realizada comprovam que a farinha do resíduo possui tendência a tonalidades amarelas e vermelhas, devido a presença de pigmentos, como antocianinas e carotenoides presentes na acerola *in natura*. Outro ponto considerado nos valores encontrados é a diferença da saturação a\* e a luminosidade L\*. Sendo a saturação a\* diretamente influenciada pelo processo de secagem, tendo em vista que as temperaturas mais brandas utilizadas auxiliam a conservação dos pigmentos naturais presentes na acerola, como antocianinas e carotenoides, que são sensíveis a processos que envolvam calor, luz, oxigenação (MACHADO, 2009).

A farinha escolhida para realização do enriquecimento foi a seca em 60°C pelos resultados obtidos nas análises físico-químicas e a granulometria (Tabela 2), o odor agradável e sabor próximos a acerola *in natura*. Contudo a amostra de farinha a 80°C obteve valores físico-químico melhores quando comparado a amostra de 60°C, porém o odor final de farinha tendia ao queimado, trazendo sabor desagradável a amostra.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DA ACEROLA

Os resultados da caracterização do resíduo da acerola (umidade, pH, acidez titulavel, açúcares redutores, ácido ascórbico, cinzas e cor) são apresentados na Tabela 3.

A umidade do resíduo foi de 69,88%. O valor de pH encontrado foi de 3,76, determinando assim que o resíduo é um subproduto muito ácido. Por apresentar valores nessa dimensão é importante salientar que o pH pode determinar nível de crescimento de microrganismos, atividades de enzimas, retenção do sabor-odor de produtos de frutas, entre outros. Portanto, está acidez resulta numa barreira a proliferação microbiana.

Estudos realizados por Nogueira *et al* (2002) e Mezaadri *et al* (2008) expõem que os frutos da acerola possuem valores de vitamina C variando de 500 a 2.900 mg 100g<sup>-1</sup> determinados pelo estágio de maturação, a variedade e época de colheita. Na determinação de teor de ácido ascórbico o valor encontrado no resíduo de acerola foi de 1163,9 mg.100g<sup>-1</sup>, comprovando que mesmo com o processo de extração da polpa de acerola e sensibilidade do ácido a degradação durante o processo, o resíduo gerado do processamento possui alto teor de ácido ascórbico.

Na determinação de acidez titulavel o valor encontrado foi de 3,76g de ácido cítrico por 100g<sup>-1</sup>. Esse é representado pelo fato dos ácidos orgânicos estarem mais ativos em frutas *in natura* ou em suas polpas, pela fermentação, pelo tipo de processamento realizado e por possível deterioração.

O teor de cinzas encontrado foi de 4,27% no resíduo, valores maiores ao serem comparados com Bortolotti (2012) que encontrou 2,17%. Para tal resultado a explicação plausível é o estágio de maturação da fruta que gerou o subproduto, variedade, época de colheita, bem como o alto teor de sementes presentes no resíduo. O teor mineral encontrado justifica a utilização como enriquecedor de outros produtos, para melhoria do seu valor nutricional.

Os glicídios encontrados no resíduo foram de 160,7 g em 100 ml em base seca. O resultado encontrado é explicado pelo fato de que boa parte dos açúcares provenientes da fruta são extraídos no processo de despolpagem da acerola, além do estágio de maturação e época da colheita. Portanto, é necessário maior estudo para determinação do potencial fermentativo do resíduo.

Os valores determinados na colorimetria ( $L^* = 61,21$ ;  $a^* = 9,32$ ;  $b^* = 15,46$ ) realizada comprovam que o resíduo possui tendência a luminosidade, além de possuir

predominância a tonalidades amarelas e vermelhas. Isso pode ser devido à presença de pigmentos na fruta, como antocianinas e carotenoides.

**Tabela 3 - Resultado das análises físico-químicas do resíduo de acerola e a farinha obtida em diferentes temperaturas.**

| Composição<br>(100g <sup>-1</sup> )*                    | Resíduo de<br>Acerola | Farinha do Resíduo de Acerola |                 |                 |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
|                                                         |                       | a 50°C                        | a 60°C          | a 80°C          |
| <b>Teor de umidade (%) (b.u.)</b>                       | 69,88 ± 0,07          | 11,76 ± 0,03                  | 11,83 ± 0,02    | 11,32 ± 0,03    |
| <b>pH</b>                                               | 3,76 ± 0,03           | 3,81 ± 0,02                   | 3,75 ± 0,02     | 3,79 ± 0,03     |
| <b>Acidez total em ácido cítrico (g / 100 g) (b.u.)</b> | 3,76 ± 0,06           | 3,47 ± 0,05                   | 3,53 ± 0,09     | 3,66 ± 0,05     |
| <b>Açúcares redutores (g / 100 ml) (b.s.)</b>           | 160,13 ± 0,07         | 25,58 ± 0,23                  | 29,61 ± 0,07    | 32,11 ± 0,13    |
| <b>Ácido Ascórbico (mg/ 100g) (b.s.)</b>                | 1163,83 ± 0,13        | 984,81 ± 0,14                 | 1.123,83 ± 0,17 | 1.397,54 ± 0,23 |
| <b>Cinzas (b.s.)</b>                                    | 4,27 ± 0,07           | 0,68 ± 0,03                   | 0,71 ± 0,02     | 0,83 ± 0,05     |
| <b>Cor :</b>                                            |                       |                               |                 |                 |
| <b>L*</b>                                               | 61,21 ± 0,32          | 59,06 ± 0,28                  | 53,54 ± 0,28    | 49,81 ± 0,13    |
| <b>a *</b>                                              | 9,32 ± 0,13           | 13,14 ± 0,11                  | 11,34 ± 0,14    | 9,25 ± 0,14     |
| <b>b*</b>                                               | 15,46 ± 0,18          | 16,45 ± 0,07                  | 18,80 ± 0,07    | 17,78 ± 0,17    |

\*b.u.: base úmida; b.s.: base seca \*

Fonte: Autor

### 5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE TRIGO E FARINHAS DE TRIGO ENRIQUECIDAS

Os resultados da caracterização físico-química (umidade, glúten, cinzas e cor) da farinha de trigo e das farinhas enriquecidas por ácido ascórbico e por farinha do resíduo da acerola, à 0,022g a cada 100g e 1g a cada 100g, respectivamente, são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 - Resultado das análises físico-químicas da farinha de trigo e farinhas enriquecidas**

| Parâmetro<br>(base úmida)  | Farinha<br>Padrão<br>(P) | Farinha Aditivada      |                           |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|
|                            |                          | Ácido Ascórbico<br>(A) | Farinha do<br>Resíduo (R) |
| <b>Teor de Umidade (%)</b> | 13,8 ± 0,1               | 13,5 ± 0,1             | 13,6 ± 0,1                |
| <b>Glúten<br/>(%)</b>      | <b>Úmido</b>             | 27,9 ± 0,2             | 27,6 ± 0,2                |
|                            | <b>Index</b>             | 96,2 ± 0,3             | 97,1 ± 0,2                |
|                            | <b>Seco</b>              | 9,4 ± 0,2              | 9,8 ± 0,1                 |
| <b>Cinzas (%)</b>          | 0,68 ± 0,2               | 0,68 ± 0,2             | 0,69 ± 0,2                |
| <b>Cor :</b>               |                          |                        |                           |
| <b>L*</b>                  | 92,68 ± 0,13             | 92,45 ± 0,15           | 90,03 ± 0,11              |
| <b>a*</b>                  | - 0,13 ± 0,07            | - 0,08 ± 0,11          | 0,77 ± 0,06               |
| <b>b*</b>                  | 10,06 ± 0,06             | 9,88 ± 0,07            | 9,87 ± 0,06               |

**Fonte: Autor**

Nos parâmetros de coloração entre a farinha de trigo padrão e a farinha aditivada com ácido ascórbico foi de  $\pm 0,23$ , quanto a luminosidade (L), que indica tendência ao tom branco. Enquanto que a aditivada pela farinha do resíduo da acerola obteve tendência a luminosidade reduzida, sem gerar declínio em sua qualidade tecnológica de acordo com a Tabela 4.

Através dos dados obtidos pelo estudo foi possível observar que as farinhas: padrão e aditivada por ácido ascórbico, obtiveram valores de saturação  $a^*$  verde (negativo) similares de -0,13 e -0,08, respectivamente. Contudo a farinha aditivada pelo resíduo apresentou elevação no parâmetro de saturação  $a^*$  vermelha (positivo) de 0,77, o que é justificado pela presença de carotenoides no resíduo. Enquanto valores de coloração  $b^*$  amarela (positivo), nas farinhas de aditivadas pelo ácido ascórbico 9,88 e pela farinha de resíduo 9,87, assemelham-se.

A amostra aditivada pela farinha de resíduo da acerola, apresenta valores de  $L^*$  (tendência a tonalidade branca) de 90,03, diferença de  $\pm 2,65$  para a padrão aditivada com ácido ascórbico. O valor resultante é explicado pelo da presença de pigmentos, como antocianinas e carotenoides presentes na acerola. Outro ponto diretamente interligado ao dado encontrado é o escurecimento da amostra pelo processo de secagem, devido a reação de Maillard dos açúcares presentes na amostra. Entretanto a a coloração mais escura do produto acabado, afeta a escolha de compra dos consumidores, por subjugarem que

farinhas de tonalidades mais brancas serem de melhor qualidade e composição. Contudo os resultados obtidos nas três amostras estão de acordo com limites estabelecidos pelo MAPA (BRASIL,2010) para farinhas de trigo.

O teor de cinzas encontrado de 0,68% em base seca para a farinha (P) e a farinha (A) e 0,69% para a farinha (R). Os resultados obtidos estão dentro dos parâmetros preconizados pelo MAPA para trigo e derivados.

Os resultados para teor de umidade foram de 13,8% para farinha (P), 13,5% para farinha (A) e 13,6% para farinha (R), o que se encontram dentro valor máximo estabelecido pelo MAPA (2010), que é de 15%.

Na análise de glúten úmido os valores ficaram entre 27,6% a 27,9%, cujos valores ideais para farinhas destinadas à panificação possuem valor mínimo de 26%, segundo a ICTA (2019). O glúten é importante para panificação pela extensibilidade e consistência na massa, retenção de gás carbônico a aumento no volume. Um alto teor de glúten produz massas elásticas e fortes, um baixo teor com essas características deficientes e um teor muito grande também causa problemas (ZARD0, 2010).

Para o índice de glúten, ou glúten index, o valor obtido foi de 96,2% para farinha (P); 97,2% para farinha (A) e 97,1% para farinha (R). Segundo Karaoglu et al (2010), o índice de glúten deve apresentar valores acima de 90%, indicando que as farinhas possuem qualidade tecnológica.

Os valores de glúten seco apresentados foram de 9,4% para farinha (P), 9,5% para farinha (A) e 9,8% para farinha (R). De acordo com a Granotec (2019), uma boa farinha panificável deve ter teor de glúten seco superior a 8,5%.

#### 5.4 ANÁLISE ENZIMÁTICA DA FARINHA DE TRIGO E FARINHAS DE TRIGO ENRIQUECIDAS

Os resultados da análise enzimática, comumente citada como falling number, da farinha de trigo padrão e das farinhas enriquecida são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 - Resultado do Falling Number da farinha de trigo e farinha aditivadas**

|                               | <b>Farinha Padrão<br/>(P)</b> | <b>Farinha Aditivada</b>       |                                   |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
|                               |                               | <b>Ácido Ascórbico<br/>(A)</b> | <b>Farinha do Resíduo<br/>(R)</b> |
| <b>Falling Number<br/>(s)</b> | 425 ± 10                      | 352 ± 4                        | 352 ± 2                           |

**Fonte: Autor**

Os valores encontrados de número de queda foram de 425s para farinha (P), 352s para farinha (A) e 352s para farinha (R), sendo os valores encontrados para as farinhas aditiva iguais. Comprovando assim que mesmo à enzima alfa-amilase sendo sensível à acidez, o enriquecimento das farinhas causou maior atividade enzimática.

O falling number retrata o potencial diastático das farinhas de trigo, através de correlações entre viscosidade do amido gelatinizado e a atividade da enzima alfa-amilase, sendo o valor ideal dependente da destinação final da farinha, por exemplo, para panificáveis o valor necessário é de 350s a 400s, enquanto para massas e biscoitos buscam-se valores acima de 400s.

A importância da verificação da atividade e do efeito da alfa-amilase se dá devido ao fato da alfa-amilase exercer a função de quebrar a molécula de amido, que é um polissacarídeo, em partes menores, isto é, em açúcares diretamente fermentescíveis, o que gera uma maior produção de gases na fermentação do pão e consequentemente, um maior volume específico deste (ICTA, 2019).

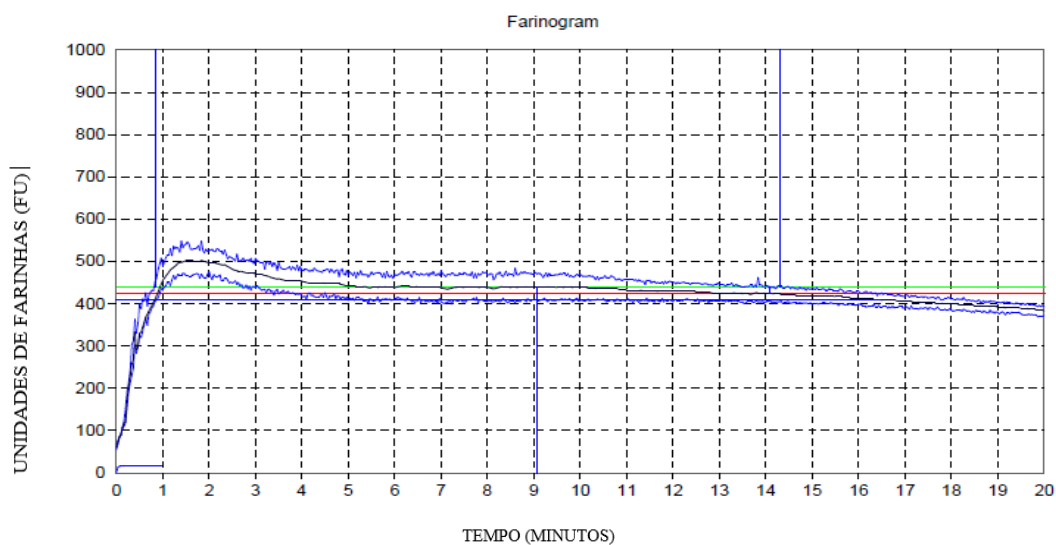
## 5.5 ANÁLISES REOLÓGICAS DA FARINHA DE TRIGO E FARINHAS DE TRIGO ENRIQUECIDAS

As Figuras 14 e 15 apresentam os farinogramas obtidos nas análises das amostras aditivadas com resíduo e com o ácido ascórbico, respectivamente.

Nos farinogramas pode-se observar duas linhas horizontais, a vermelha e a verde, sendo a vermelha a responsável pela delimitação ideal da consistência da farinha e a verde o real valor obtido com a análise. Para a de leitura nos farinogramas são visíveis as linhas de desenvolvimento da farinha sob o trabalho mecânico no equipamento, sendo as linhas

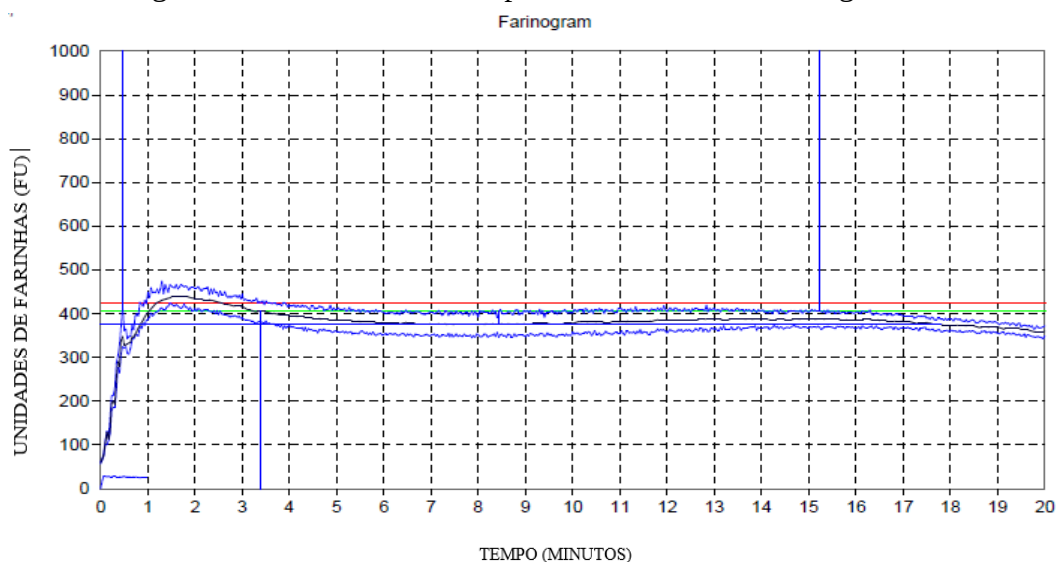
azuis (máximo e mínimo) e a linha preta a média das respectivas linhas. Outro ponto visual encontrado na leitura é a diferença de primeiro pico e segundo pico, sendo a farinha aditivada com resíduo o primeiro pico mais acentuado e a farinha com ácido ascórbico o segundo pico maior. Na prática, estes picos indicam o tempo ideal a adição da água de modo que a amostra não tenha sua consistência afetada.

Figura 14 –Farinha aditivada por farinha do resíduo da acerola farinograma



Fonte: Autor

Figura 15 –Farinha aditivada por ácido ascórbico farinograma



Fonte: Autor

De acordo com a ICTA (2019) as farinhas que apresentam valores de absorção de água menores do que 55% não são indicadas para a panificação. Isto se dá devido ao fato de que, para produção de pães, é necessária a adição de uma quantidade de água para a realização de vários fenômenos indispensáveis à obtenção de produtos de qualidade, entre eles: a união das partículas do glúten e realização da ação aglutinante deste, a garantia da umidade final do produto, a disponibilização de vapor para o salto de forno, a dissolução de ingredientes hidrófilos, a ativação das enzimas e o desenvolvimento da fermentação.

A absorção de água por farinografia apresentou valores de 58,1% para farinha padrão, 59,0% para farinha A e 58,9% para farinha R, sendo as farinhas A e R semelhantes. Portanto os valores obtidos na pesquisa comprovam que a adição de resíduo da acerola em farinhas de trigo assemelha-se à absorção da farinha aditivada por ácido ascórbico, dado representado pela ação da acidez presente em ambas as amostras sobre a rede proteica do glúten. Sendo a quantidade de absorção de água importante na panificação quanto ao parâmetro economia (VÁZQUEZ, 2009 apud SILVA, 2017).

O tempo de desenvolvimento encontrado para a farinha com resíduo de acerola foi de 9,1 minutos valor 5,4 minutos maior que a farinha com ácido ascórbico. O parâmetro é que expressa a adição de água ao ponto de máxima consistência, imediatamente antes da primeira indicação de enfraquecimento (ICTA, 2019). Farinhas consideradas fortes requerem tempo de desenvolvimento maior do que farinhas fracas (FARONI et al., 2002 apud SILVA, 2017).

A estabilidade por farinografia é o indicador de resistência da massa ao trabalho mecânico pelo tempo, medindo o tempo que a rede de glúten formada rompe deixando a massa adesiva. Na pesquisa, as estabilidades encontradas foram de 11,7 minutos para a farinha Padrão, 14,8 minutos para farinha A e 13,5 minutos para farinha R.

De acordo com a ICTA (2019) o valor mínimo para estabilidade de panificáveis é de 12 minutos. Podemos observar que a estabilidade não foi prejudicada pela adição da farinha do resíduo, comprovando que a tolerância da massa a substituição.

Os resultados da caracterização reológicas da farinha de trigo e das farinhas enriquecidas (Absorção, tempo de desenvolvimento, estabilidade, alveografia, força de Glúten, tenacidade, extensibilidade, relação P/L) são apresentados na Tabela 6.



**Tabela 6 – Resultados Reológicos da farinha de trigo e farinhas aditivadas**

| Parâmetro                          | Farinha Padrão<br>(Base) | Farinha Aditivada      |                           |
|------------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|
|                                    |                          | Ácido Ascórbico<br>(A) | Farinha do Resíduo<br>(R) |
| Farinografia                       |                          |                        |                           |
| Absorção (%)                       | 58,1 ± 0,2               | 59,0 ± 0,5             | 58,9 ± 0,4                |
| Tempo de Desenvolvimento<br>(mín.) | 4,1 ± 0,2                | 3,4 ± 0,5              | 9,1 ± 0,4                 |
| Estabilidade (mín.)                | 11,7 ± 0,9               | 14,8 ± 1,1             | 13,5 ± 1,0                |
| Alveografia                        |                          |                        |                           |
| Força de Glúten – W<br>(J)         | 293 ± 7                  | 281 ± 5                | 243 ± 9                   |
| Tenacidade - P<br>(mmH2O)          | 98 ± 3                   | 97 ± 7                 | 110 ± 3                   |
| Extensibilidade – L<br>(mm)        | 89 ± 3                   | 63 ± 5                 | 52 ± 7                    |
| Relação P/L                        | 1,10 ± 0,09              | 1,54 ± 0,09            | 2,12 ± 0,09               |

**Fonte: Autor**

A força de glúten pela alveografia, obteve valores de 293.10<sup>-4</sup>J para a farinha padrão, 281.10<sup>-4</sup>J para a farinha A e 243.10<sup>-4</sup>J para a farinha R. Segundo BRASIL (2010), pela Norma Regulamentadora para farinha de trigo, o W deve estar entre 220.10<sup>-4</sup>J e 300.10<sup>-4</sup>J.

Segundo Silva (2017), a propriedade viscoelástica do glúten hidratado é caracterizada a partir da atuação de plasticidade das gliadinas. Portanto, a diminuição do (W) observada na farinha enriquecida por farinha do resíduo pode ser atribuída ao aumento da plasticidade destas proteínas, por mecanismo desconhecido do autor.

Os valores encontrados para tenacidade foram de 98 mmH<sub>2</sub>O para a farinha padrão e da 97 mmH<sub>2</sub>O para a farinha A assemelham-se, enquanto o resultado obtido pela farinha R de 110 mmH<sub>2</sub>O é justificado pela adição de farinha sem glúten, que interfere diretamente na resistência a extensão, causando de modo mais rápido o rompimento da

amostra no momento de insuflação. A tenacidade, ou pressão máxima de ruptura, é um índice de estabilidade da massa, indicando resistência à extensão. A resistência que é fornecida pela glutenina, formada por várias cadeias entre si. (SILVA, 2017). A extensibilidade (L), é o índice que representa a capacidade da massa gerar certo volume de pão, obteve valores de 89 mm, 63 mm e 52 mm, para farinha padrão, farinha com ácido ascórbico e farinha com resíduo da acerola respectivamente. O valor de L, é importante por ser necessário a relação P/L, dado influenciador no potencial panificável. Sendo necessária, proporção adequada aos valores de P e L, para ideal potencial panificável. A medida que se aumenta a substituição da farinha de trigo, há um aumento do valor de P/L, este aumento se deve a maior tenacidade da massa, pela substituição da farinha de trigo pela de resíduo.

Contudo, com os resultados apresentam a viabilidade tecnológica da utilização do resíduo da acerola para fabricação de farinha com finalidade de uso de enriquecimento para farinha de trigo diante de valores obtidos não apenas em ácido ascórbico, contudo também em açúcares redutores, em fibras e possuir alto teor de acidez, característica que influi diretamente no glúten, parâmetro importante para panificáveis. Sendo importante salientar que nesta pesquisa o teor de ácido ascórbico contido na farinha de resíduo quando equiparado ao adicionado de ácido ascórbico químico, foi menor que 50% do mesmo, ou seja a sua utilização é tecnologicamente viável, por além de apresentar características químicas, reológicas e enzimáticas preconizadas pelo MAPA dentro de sua legislação, ser uma alternativa sustentável e natural.

## 6. CONCLUSÃO

A produção da farinha do resíduo em diferentes temperaturas de secagem, comprovaram que o resíduo e suas farinhas produzidas possuem altos valores de ácido ascórbico, antioxidante natural, comprovando que mesmo com o processo de extração da polpa de acerola, a sensibilidade a oxidação pelo processamento térmico de secagem, o resíduo é um subproduto vantajoso a diversas finalidades, como a produção de farinha.

A qualidade das farinhas de trigo enriquecidas por ácido ascórbico e por farinha do resíduo, comprovam que em parâmetros físico-químicos de umidade, cinzas e glúten, os valores encontrados não apresentam diferença tecnológica, estando dentro das especificações firmadas pelo MAPA para farinhas de trigo. Entretanto o único contraponto encontrado ao enriquecimento pela farinha do resíduo, é a coloração final imposta a matéria pela pigmentação da farinha do resíduo, fator de escolha de compra dos consumidores finais.

As análises reológicas e enzimática realizadas nas farinhas, como: alveografia, farinografia e falling number demonstram que qualidade tecnológica da farinha enriquecida com a farinha do resíduo assemelham-se as demais nas especificações preconizadas pelo MAPA na Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010, regulamentadora de trigo e derivados.

Diante destes resultados, é evidenciada a viabilidade tecnológica e ambiental do uso da farinha proveniente do resíduo da acerola como enriquecedora da farinha de trigo para uso em panificáveis. Abrindo possibilidades para trabalhos futuros permitindo associar os dados reológicos obtidos e a prática experimental.

## 7. REFERÊNCIAS

- AACC. American Association of Cereal Chemists. 9th ed. St. Paul, 1995.
- ABITRIGO. Associação Brasileira de Trigo, São Paulo, jan. 2013. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/index.php?mpg=02.00.00>>. Acesso em: 19 abr. 2019.
- ALMEIDA, J. I. L.; LOPES, J.G.V.; OLIVEIRA, F.M.M. Produtor de acerola. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, p.40, 2002
- ALVES, L. F. P. et al. Beneficiamento e Processamento para a produção da Farinha de trigo. *In: Anais do VII encontro de engenharia de produção agroindustrial*. 2013. Disponível em: [http://www.fecilcam.br/anais/vii\\_eepa/data/uploads/artigos/12-06.pdf](http://www.fecilcam.br/anais/vii_eepa/data/uploads/artigos/12-06.pdf). Acesso em 01 mai. 2014.
- AMORIM, K. A., PESSOA, C. E., ALVES, V. M., DIAS, L. G., DAMIANI C. Granulometria e atividade de água de farinha de trigo, polvilho e trigo moído. *In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. FAURGS, Gramado, 2016 Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1526.pdf>>. Acesso em 30 abr. 2019
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Editora Gazeta, Santa Cruz, 2018. Disponível em: < <http://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-da-fruticultura/>> Acesso em: 01 abr. 2019.
- ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Portaria nº354, 1996. Disponível em < [http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/354\\_96.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/354_96.htm)>, acesso em: 09 abr. 2019.
- ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Portaria, 2013. Disponível em < [http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_assetEntryId=2866855&\\_101\\_type=content&\\_101\\_groupId=219201&\\_101\\_urlTitle=alimentos-funcionais&inheritRedirect=true](http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=2866855&_101_type=content&_101_groupId=219201&_101_urlTitle=alimentos-funcionais&inheritRedirect=true)>, acesso em: 20 abr. 2019.
- 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 Inst. Adolfo Lutz. São Paulo, p.379-386, 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, *IN: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Desenvolvimento, VII CONNEPI*, Palmas, 2012. Disponível em: <<http://propi.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2734/1783>> Acesso: 02 mar 2019

ARRUDA, E. B. Comparação do desempenho do secador roto fluidizado com o secador rotatório convencional: secagem de fertilizantes. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2008.

AZULEY, M. M. et al. Vitamina C. An. Bras. Dermatol, Educação Médica Continuada, v.78, n.3, p.265-272, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0365-05962003000300002>>. Acesso em: 01 abr. 2019

BRABENDER® GmbH & Co. KG. Disponível em <[www.brabender.com](http://www.brabender.com)>, acesso em 19 abr. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 386, de 05 de Agosto de 1999. Aprova o “Regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções”. Diário Oficial da União, de 09 de Agosto de 1999. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 18 abr 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção 1, n. 29, p. 2, 2010.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. L. Tecnologia de Panificação e Confeitaria, 148p. Recife: EDUFRP, 2011

CALDEIRA, M. T. M. et al. Trigo: diversidade de trigos, tipificação de farinhas e genotipagem. Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, Brasília, v. 3, n. 16, p. 44-48, 2000. Disponível em: <[http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio16/16\\_trigo.pdf](http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio16/16_trigo.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2019.

CARRINGTON, C.M.S.; KING, R.A.G. Fruit development and ripening in Barbados cherry, *Malpighia emarginata* D.C. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.92, n.1, p.1-7, 2002.

CECÍLIO, R.A.; MEDEIROS, S.S.; PEZZOPANE, J.E.M.; GARCIA, G.O. Elaboração de zoneamento agroclimático da região nordeste para a cultura de acerola. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.4, p.26-32, 2009.

CHAVES, M. C.V; GOUVEIA, J.P.G.; ALMEIDA, F. de A.C.; LEITE, J.C.A.; SILVA, F.L.H. Caracterização físico-química do suco de acerola. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 4, n. 2, 2004.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. A cultura do trigo Brasília: CONAB, p. 218, 2017. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17\\_04\\_25\\_11\\_40\\_00\\_a\\_cultura\\_do\\_trigo\\_versao\\_digital\\_final.pdf](https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_04_25_11_40_00_a_cultura_do_trigo_versao_digital_final.pdf)> Acesso em: 28 abr. 2019

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*, Campinas, 30 (Supl. 1): p. 15-19, 2010.

DIONIZIO, A.S. - Efeito do camu-camu microencapsulado e liofilizado na reologia da massa e na qualidade do pão de forma, 2017. 81 f. Dissertação Mestrado em Tecnologia de Alimentos - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017

EL-DASH, A. Farinha de trigo: Processamento de moagem e sua influência na qualidade da farinha. Rio de Janeiro- EMBRAPA-CTAA. *Informação Técnica*, v.2, p.81, 1994

EL-KHAYAT, G. H.; SAMAAAN, J.; MANTHEY, F. A.; FULLER, M. P.; BRENNAN, C. S. Durum wheat quality I: some physical and chemical characteristics of Syrian durum wheat genotypes. *International Journal of Food Science and Technology*. v.41, supplement 2, p.22-29, 2006.

EMBRAPA. O trigo, 2006. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do74\\_2.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do74_2.htm). Acesso em 20 mai. 2019.

EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária, Relatório de atividades 2011, p. 45, Rio de Janeiro, 2011.

FERREIRA, S. M. R.- Gluten free cookies prepared with sorghum flour. ALAN, Caracas , v. 59, n. 4, p. 433-440, dic. 2009

FITCHETT, C. S.; FRAZIER, P. J. Action of oxidants and other improvers. In: BLANSHARD, J. M. V.; FRAZIER, P. J.; GALLIARD, T. (Ed.). . Chemistry and Physics of Baking. Chemistry ed. London: The Royal Society of Chemistry, p. 179–198, 1987

FRANCISQUINI, J. A.; Reação de Maillard uma revisão. Revista Inst. Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 72, p. 48-57, 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 Agrociência, v. 12, p. 395-400, 2006.

FOUST, A.S., et al. Princípios das Operações Unitárias. 2ª Ed, Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Dois, RJ: LTC, p. 670, 2006.

GOUVEIA, J.; ALMEIDA, F et al. - Determinação das curvas de secagem em frutos de cajá, Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Especial, n.1, p.65-68, Campina Grande, 2003.

GUARIENTI, E. M. Qualidade Industrial de Trigo. 2 ed. Passo Fundo: EMBRAPA CNPT, 1996.

GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; REIS NETO, S. A dos. Estudo da difusão de umidade em grãos de trigo durante a secagem. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, n.1, p. 135-140, 2007.

GRANOTEC, Controle da qualidade de farinha. Granotec do Brasil, Curitiba, 2019

GREFFEUILLE, V.; ABECASSIS, J.; HELGOUACH, C. B. L. V.; LULLIEN-PELLERIN, V. Differences in the aleurone layer fate between hard and soft common wheats at grain milling. Cereal Chemistry, v. 82, n. 2, p. 138–143, 2007.

HADDAD, Y.; BENET, J. C.; DELENNE, J. Y.; MERMET, A.; ABECASSIS, J. Rheological behaviour of wheat endosperm - proposal for classification based on the rheological characteristics of endosperm test samples. Journal of Cereal Science, v. 34, n. 1, p. 105-113, 2001.

HOSENEY, R. C. Principios de ciencia y tecnologia de los cereales. Zaragoza: Acribia, p.321, 1991.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. IV Edição Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

ICC. International Association for Cereal Science and Technology. Method for using of the Chopin Alveograph. Standard n. 121, 1992.

ICTA, Instituto De Ciência E Tecnologia De Alimentos. Avaliação da qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/napead/projetos/avaliacao-farinha-trigo/2c.php>> , acesso: 21 de abr. 2019

JUNIOR SEGUNDO, D. C.; OLIVEIRA, J. B. Controle de Qualidade de Trigo e Derivados / Tratamento e Tipificação de Farinhas. Granotec do Brasil, 1998.

KONICA MINOLTA. Entendendo o Espaço de Cor L\*a\*b\*. Disponível em:<<http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>> Acesso em: 18 abr. 2019.

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

LÉON, A. E. De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica. Córdoba: Hugo Báez, p.473, 2007.

LETICIA, A. et al. Efeito do ácido ascórbico em massa de pão na presença do ácido tânico. *In: Acta Scientiarum. Technology* Maringá, v. 32, n. 2, p. 207-211, 2010

LOPES, A. S.; ORMENESE, R. C. S. C.; MONTENEGRO, F. M.; FERREIRA JÚNIOR, P. G. Influência do uso simultâneo de ácido ascórbico e azodicarbonamida na qualidade do pão francês. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 2, p. 307- 312, 2007.

MAFORIMBO, E.; NGUYEN, M.; SKURRAY, G. R. The effect l-ascorbic acid on the rheological properties of soy–wheat dough: a comparison of raw and physically modified soy flours. *Journal of Food Engineering*, v. 72, n. 4, p. 339–345, 2006.



MARQUES, T. R. - Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola farinhas e barras de cereais. Lavras, 2013, p. 101, Dissertação Mestrado em Agroquímica - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MATOS, I. G., LIMA, Y. L., CARVALHO, Y. M. B. G., LIMA, B. S., ARAÚJO, A. A. S., LIMA, C. M., SERAFINI, R. M. Padronização do tempo de homogeneização na produção de cápsulas magistrais. *Scientia Plena*, v. 15, n. 2, 2019

MELLADO, M. Z. El trigo en Chile. Instituto de investigaciones agropecuárias, INIA nº 121. p. 684, Chillá, Chile, 2006.

MELZADRI, T; Antioxidant compounds and antioxidante activity in acerola (*Malpighia emarginata* DC) fruits e derivatives. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 21, n. 4, p. 282-290, 2008.

MENEZES, M. L.; et al. Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo. *Engvista*, v. 15, p. 176-178, 2013.

MORAES, F. C. F., OLIVEIRA, E. L., NÓBREGA, E M. M. A., OLIVEIRA, J. A., CORREIA, R. T. P. Secagem convectiva da acerola (*Malpighia emarginata* dc.): aplicação de modelos semiteóricos. *Holos*, ano 30, v. 1, p.85- 96, 2014

MOUSIA, Z.; EDHERLY, S.; PANDIELLA, S. S.; WEBB, C. Effect of wheat pearling on flour quality. *Food Research International*. v.37, p.449- 459, 2004.

NUNES, J.; DA SILVA, F. Caracterização físico-química de farinha resíduo de polpa de acerola. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, 2015 Anais...Centro de Eventos do Ceará, Fortaleza, 2015

ORDONEZ, J. A. Tecnologia de Alimentos – Alimento de Origem Animal, v.2. Porto Alegre, Tradução de Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, v. 2, p. 279, 2005.

ORO, T. Adaptação de métodos para avaliação da qualidade tecnológica de farinha de trigo integral, Tese (Doutorado) Programa de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013

ORTOLAN, F. Genótipos de trigo do Paraná – safra 2004: caracterização e fatores relacionados à alteração da Cor da Farinha. Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos- Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

PAIVA, S.B. Avaliação de meios de cultura propícios ao desenvolvimento e análise sensorial do Kefir. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Vale do Sapucaí, Pouso Alegre, 2008.

PARK. K. J., BROD, F. P. R., OLIVEIRA, R. A., Transferência de massa e secagem em leitos vibrofluidizados - uma revisão. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.26, n.3, p.840-855, 2006

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

PENNINGTON, J. A. T. Food Composition Databases for Bioactive Food Components, Journal of Food Composition and Analysis, v. 15, p.419-434, 2002

PEREIRA, E. P. R.; AMORIM, E. O. C.; AMBIEL, H. C. I.; CHANG, Y. K. 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. Braz. J. Food Technol., v. 12, n. 3, p. 161-171, 2009

PERTEN INSTRUMENTS. Disponível em: <https://www.perten.com/tr/Urunler/Falling-Number/The-Falling-Number-Method/> Acessado em 18 abr. 2019.

PIZZINATTO, A. Qualidade da farinha de trigo: conceito, fatores determinantes e parâmetros de avaliação e controle. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.72, 1999.

PRATES, M. F. O.; et al. Cinética de secagem de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (fruta-de-lobo). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 514- 521, 2012.

POPPER, L; SCHÄFER, W. & FREUND, W. Future of Flour – A Compendium of Flour Improvement. Kansas City: Agrimedia, p.325, 2006.

PUPPIN, D. Qualidade de trigo e farinha. Curitiba: Romanus, 2003.

RASPER, V. F. Quality evaluation of cereal and cereal products. In: LORENZ, K. J.; KULP, K. (Eds.). Handbook of cereal science and technology. New York: Marcel Dekker, p. 595-638, 1991.

ROSELL, C. M.; SANTOS, E. Impact of fibers on physical characteristics of fresh and staled bake off bread. *Journal of Food Engineering*, v. 98, p. 273-281, 2010.

SANTOS, K.; NETO, B.- Obtenção de farinha com o resíduo da acerola (*malpighia glabra* l.), 2011. Disponível em: [file:///C:/Users/Lucas%20L/Downloads/461-3518-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lucas%20L/Downloads/461-3518-1-PB%20(1).pdf). Acesso em: 04 fev. 2019

SCHEUER, P. M.; MATTIONI, B.; BARRETO, P. L. M.; MONTENEGRO, F. M.; GOMES-RUFFI, C. R.; BIONDI, S.; KILPP, M.; FRANCISCO, A. Effects of fat replacement on properties of whole wheat bread. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 50, n. 4, p. 703-712, 2014.

SILVA, D. I. S.; CUNHA, P. M. C.; ARAÚJO, B. M. M.; SILVA, M. D. - Comparação do teor de compostos bioativos antes e após a secagem de resíduo de acerola em um secador de leito fixo (camada espessa). *In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014* [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2, p. 3835-3842]. São Paulo: Blucher, 2015

SILVA, K. A. Análises reológicas e físico-químicas da farinha de trigo de seis diferentes cultivares recomendadas para o estado do Paraná (Safrá 2016), Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

SILVA, V.M.- Análises laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SOUSA, M.S.B. e VIEIRA, L.M. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. *Brazilian Journal of Food Thecnology*, v. 14, p. 202- 210, 2011

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. Food Technol.*, v. 12, n. 3, p. 161–171, 2009.

TADINI, C. C.; TELIS, V. R. N.; MEIRELLES, A. J. A.; PESSOA-FILHO, P. A. Operações unitárias na indústria de alimentos. v. 2 São Paulo-SP. Editora LTC, p. 652, 2016

USDA (United States Department of Agriculture). Foreign Agricultural Service, 2018

VÁZQUEZ, D. Aptitud Industrial de Trigo. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología Del INIA. Série Técnica, v. 177, p. 8–32, 2009.

VIEIRA, P. A. F. et al. Caracterização Química Do Resíduo Do Processamento Agroindustrial Da Manga (*Mangifera Indica L.*) Var. Ubá. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v.20, n. 4,p, 617-623. 2009

WIKIPEDIA. Ácido ascórbico. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_asc%C3%B3rbico](https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_asc%C3%B3rbico) Acesso em: 20 abr. 2019

ZARDO, F. P. Análises Laboratoriais para o Controle de Qualidade da Farinha de Trigo. 2010. 46f. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2010.

ZHANG, R.; EL-MASHAD, H. M.; HARTMAN, K.; FENGYU, W.; LIU, G.; CHOAT, C.; GAMBLE, P. Characterization of food waste as feedstock for anaerobic digestion. Bioresource Technology, v.98, p.929-935, 2007.