



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

KAROLAYNE NATHALY LIMA RODRIGUES

**ELABORAÇÃO DE MISTURA PARA BOLO ENRIQUECIDA COM
FARINHA DO RESÍDUO DE ACEROLA**

JOÃO PESSOA - PB

2024

KAROLAYNE NATHALY LIMA RODRIGUES

**ELABORAÇÃO DE MISTURA PARA BOLO ENRIQUECIDA COM
FARINHA DO RESÍDUO DE ACEROLA**

Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, da Universidade Federal da Paraíba, apresentado como pré-requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador (a): Profa. Dra. Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque.

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

R696e Rodrigues, Karolayne Nathaly Lima.

Elaboração de mistura para bolo enriquecida com
farinha do resíduo de acerola / Karolayne Nathaly Lima
Rodrigues. - João Pessoa, 2024.
94 f. : il.

Orientação: Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque.
TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Acerola. 2. Farinha. 3. Mistura para bolo. 4.
Resíduo. 5. Vitamina C. I. Albuquerque, Carolina Lima
Cavalcanti de. II. Título.

UFPB/CTDR

CDU 664.683:634.4

KAROLAYNE NATHALY LIMA RODRIGUES

**ELABORAÇÃO DE MISTURA PARA BOLO ENRIQUECIDA COM
FARINHA DO RESÍDUO DE ACEROLA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora em: 06 / maio / 2024, João Pessoa, PB.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CAROLINA LIMA CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE**
Data: 06/05/2024 20:27:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque
DTA/UFPB
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **ADRIANA MARIA FERNANDES DE OLIVEIRA GOLZ**
Data: 08/05/2024 08:15:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Adriana Maria Fernandes de Oliveira Golzio
DTA/UFPB
Avaliador Interno Titular

Documento assinado digitalmente
 **SIMONE ALVES MONTEIRO DA FRANCA**
Data: 08/05/2024 11:18:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

M.e Simone Alves Monteiro da Franca
PPGCTA/UFPB
Avaliador Externo Titular

Aos meus pais, Ana Carolina C. Lima e Rogério Lins Rodrigues. Eu não poderia fazer isto sem vocês. Por seu amor e apoio. Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ouvir minhas orações, e me dar forças para superar todos os obstáculos para que eu pudesse concluir o curso;

Aos meus pais Ana Carolina Conceição Lima e Rogério Lins Rodrigues, que sempre dedicaram um esforço incansável me proporcionando as melhores oportunidades e condições possíveis, e por sonharem comigo. Tenho muita sorte de ter vocês;

A minha querida tia Jacqueline, pela ajuda na correção deste trabalho que foi como uma benção de Atena;

As minhas primas Dimarielly e Thayres, por serem um ombro no qual pude reclamar, e sei que fiz isso bastante!

A minha professora e orientadora, Carolina, por compartilhar comigo sua sabedoria, orientação, encorajamento, paciência, inacreditável gentileza e por sempre estar presente em um piscar de olhos;

A professora Patrícia por toda disponibilidade, solicitude e auxílio durante as análises microbiológicas;

Aos técnicos de laboratório Angela (Laboratório de Operações Unitárias), Claudia (Laboratório de Microbiologia), Marcelo (Laboratório de Panificação, Confeitaria e Bebidas), Maristela e René (Laboratório de Físico-Química), por sempre me fazerem sentir que estava em ótimas mãos. Um milhão de agradecimentos por tudo que vocês fizeram e me ajudaram a fazer;

A Ana Júlia, por me ajudar nas análises que tornaram essa pesquisa possível.

A Fazenda Mangai que gentilmente me cedeu a matéria prima utilizada no trabalho.

A Simone por aceitar fazer parte da banca examinadora e por toda a ajuda com o delineamento experimental e o tratamento dos dados, que contribuíram muito com o trabalho;

A Adriana Fernandes, por também aceitar fazer parte da banca examinadora e por todo conhecimento compartilhado nas disciplinas;

A todos os professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos - DTA, por todo conhecimento compartilhado;

As minhas colegas de turma: Débora Ferreira, Fernanda, Giovanna, Letícia, M. Eduarda Guarabira e Roberta. Não consigo imaginar compartilhar esse caminho

com um grupo de pessoas melhor, vocês contribuíram mais do que imaginam para que eu chegasse até aqui;

A minha família e todos aqueles que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“...a linha de chegada vai valer a pena.
Continue sendo forte. Você é bom o
suficiente para chegar onde quiser.”

(Dri Satys)

RESUMO

De acordo com dados do Censo Agropecuário de 2017 do IBGE a produção de acerola no Brasil, é de aproximadamente 60 mil toneladas de frutos, produzidos principalmente pela Região Nordeste. No resíduo de acerola, permanecem muitos nutrientes como a Vitamina C e o alto teor de fibras. Considerando-se a necessidade de ingestão diária de 100 mg de vitamina C para adultos, fica constatado que a farinha do resíduo de acerola (5.026,51mg/100g) é uma fonte considerável desta vitamina. Diante do grande potencial da acerola como matéria-prima, objetivou-se com esta pesquisa o desenvolvimento de uma mistura para bolo enriquecida com a farinha do resíduo da acerola. O experimento foi dividido em três partes: na primeira parte, foi elaborada a farinha do resíduo de acerola, através do processo de secagem, trituração e padronização de granulometria, seguido pela caracterização da farinha. Na segunda parte, foi utilizado o planejamento experimental para a elaboração das formulações das misturas para bolo, com variação das porcentagens em concentrações de farinha do resíduo de acerola e farinha de trigo, onde foram produzidas 8 formulações, sendo uma delas a controle. E na terceira parte, foi escolhida a formulação de mistura com melhores propriedades, para o cálculo da tabela nutricional, e para as análises de umidade, pH, densidade aparente, densidade compactada, índice de Carr, fator de Hausner e para as análises microbiológicas. Foi possível desenvolver uma formulação de mistura para bolo com características físicas, físico-químicas e tecnológicas muito próximas de uma formulação controle, com a agregação do valor nutricional. A formulação final encontrada F3(70:30) para a mistura de bolo contém: 16,78% de farinha de trigo; 7,19% de farinha de acerola; 19,01% de açúcar; 6,61% de amido de milho; 1,65% de fermento; 0,21% de sal; 12,40% de margarina; 10,33% de ovos e 25,83% de leite. E apresenta 190,81mg/100g de Vitamina C e 3,2g/100g de fibras em 100g do produto pronto para consumo, podendo ser considerado alto em Vitamina C e fonte de fibras, suprimindo os valores diários recomendados. Em relação aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira, a mistura para bolo esteve em conformidade, revelando uma satisfatória qualidade sanitária do produto e estando apta para o consumo humano.

Palavras-chave: acerola; farinha; mistura para bolo; resíduo; vitamina c.

ABSTRACT

According to data from the 2017 IBGE Agricultural Census, acerola production in Brazil is approximately 60 thousand tons of fruit, produced mainly in the Northeast Region. Many nutrients remain in the acerola residue, such as Vitamin C and the high fiber content. Considering the need for a daily intake of 100 mg of vitamin C for adults, it appears that acerola residue flour (5,026.51mg/100g) is a considerable source of this vitamin. Given the great potential of acerola as a raw material, the objective of this research was to develop a cake mix enriched with acerola residue flour. The experiment was divided into three parts: in the first part, flour was prepared from acerola residue, through the process of drying, crushing and particle size standardization, followed by the characterization of the flour. In the second part, experimental planning was used to prepare the cake mix formulations, with variation in percentages in flour concentrations from acerola residue and wheat flour, where 8 formulations were produced, one of which was the control. And in the third part, the mixture formulation with the best properties was chosen for calculating the nutritional table, and for analyzing moisture, pH, apparent density, compacted density, Carr index, Hausner factor and for microbiological analyses. It was possible to develop a cake mix formulation with physical, physical-chemical and technological characteristics very close to a standard formulation, with added nutritional value. The final formulation found F3(70:30) for the cake mix contains: 16.78% wheat flour; 7.19% acerola flour; 19.01% sugar; 6.61% corn starch; 1.65% yeast; 0.21% salt; 12.40% margarine; 10.33% eggs and 25.83% milk. And it presents 190,81mg/100g of Vitamin C and 3.2g/100g of fiber in 100g of the ready-to-eat product, which can be considered high in Vitamin C and a source of fiber, meeting the recommended daily values. In relation to the microbiological standards established by Brazilian legislation, the cake mix was in compliance, revealing a satisfactory sanitary quality of the product and being suitable for human consumption.

Keywords: acerola; flour; cake mix; residue; vitamin C.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. OBJETIVOS.....	21
2.1 OBJETIVO GERAL.....	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
3.1 ACEROLA.....	23
3.1.1 Resíduo da Acerola.....	24
3.1.2 Vitamina C.....	25
3.1.3 Fibra Alimentar.....	27
3.2 PROCESSO DE OBTENÇÃO DE FARINHA.....	28
3.2.1 Secagem.....	28
3.2.2 Moagem.....	29
3.2.3 Granulometria.....	30
3.3 MISTURA PARA BOLOS.....	30
3.3.1 Operação Unitária de Mistura.....	32
3.3.2 Assamento.....	33
3.4 FUNÇÃO TECNOLÓGICA DOS INGREDIENTES.....	33
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
4.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DO RESÍDUO DE ACEROLA.....	38
4.2 ELABORAÇÃO DA MISTURA PARA BOLO.....	39
4.3 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E TECNOLÓGICOS.....	41
4.3.1 Rendimento.....	41
4.3.2 Granulometria.....	42
4.3.3 Umidade.....	42
4.3.4 Cinzas.....	43
4.3.5 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	43
4.3.6 Carboidratos.....	43
4.3.7 Açúcares Totais.....	44
4.3.8 Proteínas.....	45
4.3.9 Lipídios.....	45
4.3.10 Fibra Alimentar Total.....	46
4.3.11 Ácido Ascórbico.....	46
4.3.12 Amido.....	47
4.3.13 Valor Energético Total.....	48
4.3.14 Índice de Absorção em Água – IAA.....	48
4.3.15 Índice de Absorção em Óleo – IAO.....	49
4.3.16 Índice de Absorção em Leite – IAL.....	49
4.3.17 Densidade aparente.....	50
4.3.18 Densidade compactada.....	50
4.3.19 Índice de Carr.....	51
4.3.20 Fator de Hausner.....	51
4.3.21 Densidade do Bolo.....	52

4.3.22 Índice De Volume, Contorno e Simetria dos Bolos.....	52
4.4 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DA MISTURA.....	53
4.4.1 Bolores e leveduras.....	53
4.4.2 Escherichia coli.....	53
4.4.3 Salmonella.....	54
4.4.4 Staphylococcus aureus.....	54
4.5 INFORMAÇÃO NUTRICIONAL DA MISTURA.....	54
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	55
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	57
5.1 FARINHA DE ACEROLA.....	57
5.1.1 Rendimento da Farinha.....	57
5.1.2 Granulometria da Farinha.....	57
5.1.3 Análises Físico-Químicas da Farinha.....	59
5.1.4 Análises Tecnológicas da Farinha.....	62
5.2 MISTURA PARA BOLO.....	64
5.2.1 Análises Físicas da Mistura.....	71
5.2.2 Análises Microbiológicas da Mistura.....	73
5.2.3 Informação Nutricional da Mistura.....	75
6. CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS.....	79
APÊNDICE I.....	87

1. INTRODUÇÃO

Com os avanços e as mudanças do mundo moderno, os consumidores tendem a buscar facilidade no preparo de alimentos. Produtos alimentícios em que sua elaboração seja de fácil preparo têm chamado à atenção dos consumidores, provocando na indústria a necessidade de produção de alimentos prontos e semiprontos (HUERTA, 2018). Os bolos industrializados ocupam o quinto lugar em vendas no comércio brasileiro dentre os produtos de panificação. Somente no ano de 2022 foram vendidos 1,469 bilhão de reais em bolos, em um volume de 59 mil toneladas (ABIMAPI, 2023).

Os benefícios na comercialização da mistura para bolo em relação ao bolo pronto para consumo se destacam pela maior vida útil, pela facilidade de transporte e manuseio, e pela diversificação do produto (LEITE, 2018). O enriquecimento de produtos convencionais, que já apresentam boa aceitação, com ingredientes diferenciados, constitui o caminho mais curto e econômico para oferecer à população alimentos nutritivos a um custo competitivo com seus similares no mercado (DA CUNHA, MACIEL, DE SOUZA., 2014). Entretanto, a utilização de farinhas não convencionais, como as produzidas a partir dos resíduos agroindustriais, é um desafio, uma vez que podem modificar as propriedades tecnológicas dos produtos de panificação (FREITAS *et al.*, 2023).

A acerola ou cereja das Antilhas (*Malpighia glabra* L.) é originária da América tropical, sendo amplamente cultivada nas regiões Nordeste (produzindo 47.607 toneladas em 2017) e Sudeste (que produziu 5.283 toneladas no mesmo ano). Possui em sua estrutura carotenos, tiamina, riboflavina, niacina, cálcio, fósforo e quantidades significativas de fibras (BRAGA *et al.*, 2011; IBGE, 2017; LEMOS *et al.*, 2019). Quarenta e seis por cento (46%) da produção de acerola é processada industrialmente, na obtenção de produtos como polpas, sucos, concentrados, doces, compotas e geleias. Durante o processamento da acerola a prensagem das frutas produz um resíduo fibroso (bagaço), que muitas vezes é descartado, gerando um grande volume de resíduos orgânicos. Em 2017 o Brasil produziu 60 mil toneladas de acerola, estimando-se uma produção de 2 mil a 5 mil toneladas de resíduos (ALVES, A., 2019; FREITAS *et al.*, 2023; IBGE, 2017; SILVA, 2017).

Uma das formas de aproveitamento dos resíduos da indústria alimentícia é a elaboração de farinhas, uma vez que estas podem ser utilizadas como ingredientes no preparo dos mais diversos produtos (biscoitos, bolos, pães, doces, entre outros). Estudos alegam que as farinhas dos resíduos de acerola apresentaram maiores quantidades de nutrientes do que o resíduo fresco, destacando-se a alta concentração de vitamina C (BARROS, 2019; BRAGA *et al.*, 2011).

As farinhas são obtidas por meio de métodos de secagem, responsáveis por diminuir a disponibilidade de água para reações de deterioração, obedecendo aos requisitos da RDC nº 711, de 1º de julho de 2022 (ANVISA, a) que diz que o teor de umidade para farinhas é de no máximo 15%. A redução de tamanho das partículas melhora a estabilidade de emulsões, o que auxilia na mistura homogênea de ingredientes em produtos secos como são as misturas para bolo, por sua vez, a operação unitária de mistura é fundamental para produzir a distribuição aleatória e homogênea dos ingredientes, evitando inconsistências e garantindo a qualidade do produto final (BRITTES, MOREIRA, 2013; TADINI, 2015).

Sabe-se que durante o processamento de alguns frutos ocorrem perdas de vitaminas, variando de acordo com o tipo de processo e equipamentos utilizados. No entanto, estudos recentes mostraram que mesmo após a secagem da acerola, os produtos gerados retêm um alto conteúdo de vitaminas, sendo possível preservar sessenta e sete por cento (67%) de sua Vitamina C, indicando que o reaproveitamento desse resíduo poderia ser melhor empregado (ALVES, A., 2019; BARROS, 2019; BRAGA *et al.*, 2011).

Diante do grande potencial da acerola como matéria-prima, objetivou-se com esta pesquisa o desenvolvimento de uma mistura para bolo enriquecida com a farinha do resíduo da acerola.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma formulação de mistura para bolo utilizando a farinha do resíduo da acerola.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar a farinha do resíduo de acerola;
- Analisar as características físico-químicas e tecnológicas da farinha de acerola;
- Desenvolver formulações de mistura para bolo a partir de um planejamento experimental, utilizando a farinha elaborada;
- Analisar a caracterização físico-química, tecnológica e microbiológica da mistura;
- Quantificar o ácido ascórbico, nos bolos desenvolvidos;
- Avaliar o impacto da adição da farinha de acerola na estrutura dos bolos, bem como seu teor de umidade.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ACEROLA

A aceroleira é uma planta que pertence à família Malpighiaceae, originária da América Tropical, cultivada, sobretudo, no Brasil, Porto Rico, Cuba e Estados Unidos. Também conhecida como cereja das antilhas, é um arbusto frutífero com grande potencial nutricional e econômico (ALVES, A., 2019).

De Freitas *et al.* (2016), diz que:

As acerolas podem ser arredondadas, ovaladas ou cônicas, de coloração vermelha, roxa, amarela ou branca, quando maduras e cada fruto pode atingir o peso de 3g a 16g. Apresentam uma casca fina e altamente suscetível a danos mecânicos causados por esmagamento, abrasão e cortes durante a colheita e transporte. A planta pode registrar anualmente três ou mais safras concentradas, principalmente, na primavera e verão. Após o terceiro ou quarto ano do plantio, as frutíferas adultas chegam a produzir 40 quilos de acerolas por planta ao ano, o que corresponde a uma produtividade média em torno de 16 toneladas por hectare.

É um fruto climatérico, com taxa respiratória elevada, porém com uma baixa taxa no pico de produção de etileno. Sua composição química depende das espécies, condições ambientais e, também, do estágio de maturação da fruta (ALVES, L., 2019).

A acerola é rica em vitamina c, carotenóides, antocianinas, niacina, riboflavina, tiamina, proteína e sais minerais. É utilizada na fabricação de polpas, sucos, geléias, néctares e licores. Normalmente, a fruta não é muito consumida *in natura* por seu sabor adstringente, é uma fruta delicada e de fácil deterioração (CHAVES *et al.*, 2022).

É cultivada comercialmente, no Brasil, aproximadamente desde os anos 80, sendo o país o maior produtor, consumidor e exportador dessa fruta no mundo (LIMA *et al.*, 2014). De acordo com dados do Censo Agropecuário de 2017 do IBGE a produção de acerola no Brasil, é de aproximadamente 60 mil toneladas de frutos, produzidos principalmente pela Região Nordeste, com destaque para o estado de Pernambuco, com produção de aproximadamente 21 mil toneladas do fruto.

A acerola é uma das poucas frutas que possuem um conteúdo tão abundante de Vitamina C, estima-se que a cada 100g de polpa, a acerola apresenta em média de 600 a 1.000 mg dessa vitamina, aproximadamente, 50 a 100 vezes maior que a laranja ou o limão (BARROS, 2019). É sabido que durante o processamento de alguns frutos ocorrem perdas de vitaminas, variando conforme o tipo de processo, temperatura e equipamentos utilizados. Porém, mesmo após o processamento da acerola, os produtos obtidos conservaram um alto conteúdo de ácido ascórbico (BRAGA *et al.*, 2011). Estudos realizados constataram que após a desidratação de acerola foi possível preservar cerca de 67% do conteúdo de ácido ascórbico no produto processado (NETO, REIS, CARNEIRO, 2018).

Nos últimos anos a acerola vem sendo bastante estudada, com o objetivo de aproveitar ao máximo a Vitamina C, pois o período de vida útil da fruta é reduzido após a colheita, devido às reações bioquímicas de deterioração responsáveis pela perda de qualidade do fruto (LIMA *et al.*, 2014).

3.1.1 Resíduo da Acerola

A acerola é comumente utilizada na alimentação dos brasileiros em forma de suco, gerando resíduo de aproximadamente 40% após a operação. Na indústria de processamento de alimentos, a nomenclatura “resíduos” é utilizada para descrever uma parte da matéria-prima não utilizada ou rejeitada durante a operação do produto principal. No caso de indústrias de polpa de fruta, os resíduos referem-se ao “bagaço” (resíduos de frutos) obtidos durante o processamento de extração da polpa de frutas (ALVES, L., 2019; LIMA *et al.*, 2014).

A produção agroindustrial de polpas tem merecido destaque pela quantidade de resíduos produzidos em suas atividades. Numerosos trabalhos têm sido direcionados para estudar o aproveitamento de resíduos e seu potencial nutricional a partir do desenvolvimento de novos produtos, como por exemplo, nos trabalhos sobre os resíduos de cajá (FONTES *et al.*, 2023), acerola e umbu cajá (SILVA, 2017), bagaço de uva (HUERTA, 2018), casca de abacaxi (FONSECA *et al.*, 2023) e resíduos de frutas tropicais (GUIMARÃES *et al.*, 2023), os autores alegam que os resíduos poderiam ser utilizados, minimizando o desperdício de alimentos, reduzindo o impacto ambiental e gerando uma nova fonte alimentar.

Os resíduos podem ser utilizados como fontes alternativas de fibras, na produção de novos alimentos, pois é conhecido que várias cascas, folhas, sementes e talos possuem elevadas concentrações de fibras, antioxidantes, sais minerais, vitaminas e outros componentes, que podem contribuir para a melhoria de ingestão de nutrientes (BRAGA *et al.*, 2011). As transformações dos resíduos agroindustriais, desprezados pelas indústrias alimentícias, apresentam uma alternativa para agregar valor a esses resíduos, permitindo a obtenção de novos produtos, além de ser uma opção de minimizar danos ao ambiente e as perdas de matéria-prima com elevado valor nutricional (ALVES, A., 2019).

Existem diversos meios de reaproveitamento de resíduos, uma possibilidade é a transformação destes em farinhas, com principal destino a panificação (ALVES, L., 2019). No resíduo de acerola, permanecem muitos nutrientes como a Vitamina C, o 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. Mas ao processo de secagem, os valores nutricionais são alterados, devido ao aquecimento e perda de água, deixando em maior concentração alguns componentes, como proteína, fibras, acidez, e a diminuição de outros, como os mais voláteis, que são os compostos antioxidantes, que mesmo após operações unitárias envolvendo temperaturas elevadas, continuam sendo os valores promissores (CHAVES *et al.*, 2022).

A farinha de acerola é um produto que pode ser obtido da desidratação da fruta na forma *in natura*, ou dos resíduos provenientes do processamento. Deste modo, a produção de uma farinha a partir do aproveitamento do resíduo de acerola e seu emprego na elaboração de um produto alimentício se mostra uma alternativa viável, não apenas pelo fato do aproveitamento do resíduo como também pela vantagem de melhor aproveitamento dos seus constituintes (QUIRINO, 2019; REIS *et al.*, 2017).

3.1.2 Vitamina C

As vitaminas são compostos orgânicos não sintetizados pelo organismo, incorporados através da alimentação, imprescindíveis para o desenvolvimento dos

seres vivos e manutenção da saúde. Dentre as vitaminas presentes nos alimentos, encontra-se a vitamina C (SOUSA, 2021).

O ácido ascórbico, é encontrado em diversas frutas, vegetais e legumes como por exemplo acerola, caju, laranja, limão, goiaba, mamão, morango, brócolis, couve flor, entre outros. Variando seu teor de acordo com o tipo de cultivar, estágio de maturação, condições de cultivo entre outros, é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil. No Brasil, o agente oxidante mais utilizado em panificáveis é o ácido ascórbico. Sua adição à farinha causa o aumento da capacidade de retenção de ar na massa, aumentando seu volume e melhorando a estrutura do miolo (ALVES, L., 2019).

A vitamina C tem múltiplas funções no organismo humano, atua na fabricação e manutenção de colágeno, contribui para o fortalecimento do sistema imunológico e na cicatrização de feridas, fraturas, contusões e sangramentos gengivais. Também colabora na absorção de ferro e na formação de tecidos, como ossos, músculos e vasos sanguíneos. Além de reduzir a suscetibilidade à infecção e prevenir o escorbuto. Portanto, a vitamina C é importante no desenvolvimento e manutenção do organismo humano (SILVA *et al.*, 2017).

Segundo estudos feitos por Magalhães *et al.* (2021), em relação a Vitamina C, a farinha do resíduo de acerola apresentou um resultado significativo (764,40 mg/100g), quando comparado com os padrões de identidade e qualidade de polpas de frutas, que estabelece que o teor de vitamina C em polpa de acerola seja no mínimo 800,0 mg/100g (Brasil, 2016). Uma vez que se tratando da farinha do resíduo do processamento da fruta, este é um resultado considerável, visto que o teor de ácido ascórbico encontrado é bem próximo do valor recomendado para a polpa da fruta.

Neto, Reis e Carneiro (2018) observaram que ao desidratar o resíduo de acerola em estufa de circulação e renovação de ar, as amostras do fruto sem semente tiveram ao zero dia de armazenamento um conteúdo de ácido ascórbico de até 19 vezes maior que o teor do fruto antes de ser desidratado, obtendo um teor de Vitamina C com concentrações de 19,45% (60 °C), 9,341% (70 °C) e 10,29% (80 °C).

Braga *et al.* (2011) diz que a alta concentração de vitamina C encontrada nas farinhas do resíduo de acerola evidencia a possibilidade da utilização da farinha no enriquecimento de produtos alimentícios. Considerando-se a necessidade de

ingestão diária de 100 mg de vitamina C para adultos (ANVISA, b., 2020), fica constatado que a farinha do resíduo de acerola é uma fonte considerável desta vitamina.

Para o alimento ser considerado “vitaminado” ou “rico em vitaminas” quando enriquecido ou fortificado, deve ser considerado que o valor do nutriente em 100 g ou 100 ml do produto pronto para o consumo, forneça no mínimo 7,5% da Ingestão Diária Recomendada de referência, no caso de líquidos e 15 % da IDR de referência, no caso de sólidos. O que para a Vitamina C seria de 6,75 mg para líquidos e 13,5 mg para sólidos (ANVISA, b., 2022).

3.1.3 Fibra Alimentar

As fibras alimentares compreendem as partes comestíveis dos vegetais presentes nas frutas, legumes, verduras e hortaliças e do amido resistente encontrado em leguminosas e grãos (cereais integrais) que resistem ao processo de digestão, podendo serem classificadas como fibras solúveis e insolúveis (QUIRINO, 2019).

As fibras solúveis são polissacarídeos que se dissolvem na água formando um gel, que é uma propriedade importante utilizada na produção de gelatinas e geléias. Composta por pectinas, beta-glicanas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses. Possuem o propósito de aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, diminuir a atividade de certas enzimas digestivas e influenciar diretamente na taxa de digestão e absorção de nutrientes visando reduzir o colesterol plasmático, atua no retardo da absorção de glicose, diminuição da glicemia e regula o apetite (ALVES, A., 2019).

Os compostos insolúveis são celulose, hemicelulose, lignina e amido resistente. Eles retêm uma quantidade maior de água, que leva ao aumento do bolo fecal e à aceleração do trânsito intestinal. Desta forma, ajudam o intestino a funcionar melhor. Em uma dieta composta por alimentos de origem vegetal, a fração insolúvel da fibra é mais abundante, constituindo cerca de 2/3 a 3/4 de fibra alimentar (QUIRINO, 2019).

O consumo regular de fibras alimentares pode reduzir o risco de várias doenças, como doenças cardiovasculares, obesidade, previne e melhora problemas

de constipação, diminui o risco de hemorróidas e diverticulite e auxilia na redução do consumo de alimentos durante as refeições. Uma alternativa para o aumento de sua ingestão pela população é a utilização de resíduos agroindustriais como matéria-prima para a produção de diversos alimentos enriquecidos, e as farinhas dos resíduos de acerola apresentam elevadas quantidades de fibra bruta (BRAGA *et al.*, 2011). Marques *et al.* (2013) encontrou valores de 8,74% para fibras solúveis e 28,58% para fibras insolúveis, na farinha do bagaço (casca e resquícios de polpa) de acerola.

3.2 PROCESSO DE OBTENÇÃO DE FARINHA

A farinha é definida pela RDC nº 711, de 1º de julho de 2022 (ANVISA, a), como um produto que é obtido por meio de moagem dos resíduos comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas. Onde posteriormente podem passar por processos tecnológicos.

Para obtenção de uma farinha é necessário a utilização do processo de secagem, que consiste na retirada da água de um alimento por evaporação, com transferência de massa, em uma temperatura inferior à de ebulição. A ANVISA, a. (2022) tem como requisito específico para farinhas umidade máxima de 15,0 % (g /100 g), sendo esse o principal responsável pela estabilidade da farinha do resíduo de acerola, tornando o meio desafiador para crescimento microbológico (ARAÚJO, 2019; CHAVES *et al.*, 2022).

O processamento de frutas e seus subprodutos para serem utilizados em forma de farinha tem sido de interesse de muitos pesquisadores, pois permite disponibilizar no mercado consumidor, o produto de forma atrativa e conveniente para serem adicionados em diversos preparos alimentícios, contribuindo com a diversificação de tais produtos (FREITAS *et al.*, 2023; MIRI, 2020).

3.2.1 Secagem

A secagem é o processo de conservação mais utilizado para prolongar a vida útil de produtos agrícolas. Envolve a retirada de água de um sistema sólido ou

semissólido, reduzindo assim a umidade do alimento e consequentemente sua atividade biológica, facilitando o manuseio e armazenamento, reduzindo os custos de transporte e fornecendo maior estabilidade para os alimentos (MIRI *et al.*, 2020).

Essa operação pode ser realizada em partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas que passam por moagem ou trituração para obtenção de farinhas. Esse método permite que não aconteçam perdas significativas em suas características organolépticas e nutricionais, proporcionando um considerável aumento no percentual de princípios ativos em relação à massa inicial da planta (ALVES, L., 2019).

A secagem em estufa de circulação de ar é o método mais empregado na remoção da água do alimento por meio de seu aquecimento. A água retirada no processo de secagem é geralmente levada pelo ar ou gás quente onde a capacidade desses gases para retirar a água é função da temperatura e umidade do mesmo (TADINI, 2015).

Compostos bioativos degradam-se em temperatura de 50°C (315 minutos) apresentando perdas maiores quando comparado com a temperatura de 80°C (57 minutos) o que ressalta a influência da exposição maior em relação ao tempo (BARROS, 2019).

3.2.2 Moagem

Moagem é uma técnica utilizada para reduzir o tamanho de materiais sólidos. É uma operação unitária que apresenta diversas aplicações na indústria de alimentos, como na moagem de grãos para a produção de farinhas e trituração de alimentos secos. A redução de tamanho das partículas aumenta a área superficial dos alimentos, melhorando a estabilidade de emulsões, quando combinada com técnicas de separação mecânica, permite a obtenção de partículas com tamanhos similares, o que auxilia na mistura homogênea de ingredientes em produtos secos como as misturas para bolo (TADINI, 2015).

Os moinhos de facas são equipamentos bastante utilizados em alimentos como carne, frutas e vegetais, que apresentam estrutura fibrosa. Seu funcionamento ocorre por meio de lâminas ou facas montadas em um eixo que gira em alta velocidade (TADINI, 2015).

3.2.3 Granulometria

A granulometria dos alimentos influencia diretamente em suas propriedades e manipulação. É utilizada para separar os componentes de uma mistura heterogênea entre sólidos ou determinar o tamanho das partículas presentes, no qual as partículas são separadas por tamanho usando uma série de peneiras com aberturas de malha definidas. É essencial para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, para definir seu tratamento e suas propriedades funcionais e fundamental para o controle de qualidade do produto final, garantindo que atendam aos padrões de qualidade e segurança alimentar estabelecidos (MATOS, 2015; TADINI, 2015).

3.3 MISTURA PARA BOLOS

Diversos estudos relatam a utilização de farinhas mistas na elaboração de produtos já consolidados no mercado, como bolos, cookies, pães e muffins. Dentre elas podem-se citar a farinha mista de aveia e trigo (BORGES *et al.*, 2006), trigo e banana verde (VIANA *et al.*, 2023), trigo e beterraba (DE JESUS *et al.*, 2023), trigo e melão (MARINHO *et al.*, 2023), trigo e ervilha (PAGANI *et al.*, 2023) e trigo e grão-de-bico (CRAVO *et al.*, 2023).

Produtos alimentícios que, “para elaboração”, sejam de fácil preparo têm atraído a atenção dos consumidores. Os bolos são produtos assados apreciados pelos consumidores e estão disponíveis em todo o mundo. Embora não constitua alimento básico como pão, o bolo é aceito e consumido por pessoas de qualquer idade. Se destaca no consumo e comercialização no Brasil, principalmente devido às tecnologias que foram desenvolvidas ao longo dos anos, trazendo grandes mudanças no setor de panificação e confeitaria (FREITAS *et al.*, 2023; HUERTA, 2018). Os bolos industrializados ocupam o quinto lugar em vendas no comércio brasileiro dentre os produtos de panificação. Somente no ano de 2022 foram vendidos 1,469 bilhão de reais em bolos, em um volume de 59 mil toneladas. (ABIMAPI, 2023).

O enriquecimento de produtos que já possuem boa aceitação, com ingredientes não convencionais, constitui o caminho mais fácil e econômico para oferecer à população alimentos nutritivos a um custo competitivo com seus similares no mercado e a busca pelo consumidor por alimentos de boa qualidade sensorial, incentiva estudos sobre novas técnicas de processamento e novos ingredientes (DA CUNHA, MACIEL, DE SOUZA, 2014; HUERTA, 2018).

A RDC N° 12, de 1978 da ANVISA considera que:

Alimento enriquecido, é todo alimento ao qual for adicionada substância nutriente, com o objeto de reforçar seu valor nutritivo, seja repondo quantitativamente, os nutrientes destruídos durante o processamento do alimento, seja suplementando-os com nutrientes em nível superior ao seu conteúdo normal. Os alimentos adicionados de vitaminas e/ou sais minerais e/ou aminoácidos, serão designados: enriquecido de vitaminas ou Vitaminado.

As misturas prontas para bolo constituem um produto versátil e amplamente disseminado no mercado, por isso representam uma ótima alternativa para a inclusão de ingredientes com melhores valores nutricionais na alimentação cotidiana são produtos secos, com maior durabilidade, e que preservam suas qualidades por longos períodos, se armazenados corretamente (DA CUNHA, MACIEL, DE SOUZA, 2014; HUERTA, 2018).

Segundo a RDC N° 12, de 1978 da ANVISA:

Misturas para o Preparo de Alimentos: são os produtos obtidos pela mistura de vários ingredientes, destinados ao preparo de alimentos pelo consumidor com a complementação com água, leite ou outro produto alimentício, submetido ou não a posterior aquecimento ou cozimento. O produto resultante após o preparo, de acordo com as instruções do fabricante, deve ser aquele mencionado na designação da Mistura.

Misturas para o Preparo de Alimento: devem ser designadas de “Mistura...” ou “Pó...” ou expressão equivalente seguido do nome do alimento a ser obtido após o preparo. Pode ser acrescida de designações consagradas pelo uso e ou expressões relativas ao processo de obtenção, finalidade de uso, característica específica ou ingrediente que caracteriza o alimento a ser preparado.

Mistura ou pó para bolo: é o produto constituído por farinhas, amidos, féculas, leite, ovos, açúcar, fermento e outras substâncias permitidas.

Os benefícios na comercialização da mistura para bolo em relação ao bolo pronto para consumo se destacam pela diversificação do produto, pela vida útil estendida, devido à ausência de água, permanecendo com suas qualidades

inalteradas por longos períodos, desde que sejam adotadas práticas corretas de fabricação. Além disso, possuem facilidade de transporte e comercialização por serem leves e compactos (HUERTA, 2018; LEITE, 2018).

As pré-misturas consistem em uma combinação precisa de sólidos particulados, cuidadosamente pesada de acordo com as formulações específicas para produtos de panificação, que necessitam da adição de alguns ingredientes para a obtenção do produto final. Sua característica de homogeneidade facilita o processo de produção de bolos.

Os bolos confeccionados a partir de misturas devem apresentar características essenciais, como textura macia, superfície uniforme e permanecer inalterado ao longo da vida-de-prateleira. Os consumidores desse produto esperam seguir instruções de preparo, a fim de obter um produto de qualidade, de forma rápida e prática, o que nem sempre acontece com formulações caseiras (GUARABIRA, 2023; HUERTA, 2018; LEITE, 2018).

3.3.1 Operação Unitária de Mistura

A operação unitária de mistura busca produzir uma distribuição aleatória e com certo grau de homogeneidade de um ou mais ingredientes, inicialmente separados, presentes no mesmo meio. Uma mistura sem homogeneidade pode levar a consistências indesejadas, mudança de coloração e presença de pontos de concentração de ingredientes, resultando em um produto de baixa qualidade. O objetivo da mistura dos pós é obter-se um pó no qual, teoricamente, cada partícula de um dos constituintes esteja junto às partículas dos outros (BRITTES, MOREIRA, 2013; TADINI, 2015).

Portanto, para não ocorrer a separação de partículas, é importante misturar pós com características semelhantes. Porém, mesmo que devidamente misturados, os pós podem vir a segregar durante o manuseamento e após a operação de mistura. Os fatores que interferem neste processo são a tenuidade, densidade e a proporção de cada componente (BRITTES, MOREIRA, 2013).

3.3.2 Assamento

O processo de assamento é similar à secagem, e implica na transferência de calor para o alimento e na remoção de umidade por evaporação, contudo, com uma diferença crucial: a temperatura do ar aquecido é maior no assamento. Durante essa etapa, o alimento sofre mudanças físicas e químicas significativas, transformando a massa em bolo. Essas mudanças incluem desnaturação proteica, gelatinização do amido, ação/inativação enzimática, produção de cor e aroma, caramelização e reação de Maillard. Resultando em um produto final com características digestíveis, de aroma e sabor agradável (FELLOWS, 2019; SILVA, 2021).

Ao contrário da secagem, onde o objetivo é remover água mantendo a qualidade sensorial, no assamento, as alterações na superfície do alimento e a retenção de umidade interna são consideradas qualidades desejáveis. Nos primeiros minutos, a atividade de leveduras e enzimas é estimulada, gerando dióxido de carbono que é retido pela estrutura do glúten, contribuindo para o aumento do volume do bolo. A coloração da crosta ocorre devido à caramelização dos açúcares presentes na massa, resultantes da atividade enzimática da farinha. As mudanças desejáveis durante o processo de assamento estão relacionadas principalmente com a capacidade da massa de reter bolhas de gás, permitindo sua expansão sob a influência do dióxido de carbono formado durante o assamento (FELLOWS, 2019; SILVA, 2021).

3.4 FUNÇÃO TECNOLÓGICA DOS INGREDIENTES

Uma mistura para bolo tem como ingredientes: Açúcar, sal, farinha de trigo, fermento químico e amido de milho. Onde se adiciona ovos, gordura e leite para a elaboração do bolo. Saber a função que cada ingrediente desempenha permite criar produtos alimentícios com características específicas de sabor, textura, cor e aroma e também define a qualidade do produto final.

A sacarose, um tipo de carboidrato, é obtida a partir da cana-de-açúcar em regiões de clima tropical. A adição de açúcar na fabricação de bolos ajuda na parte estrutural, textura, cor, viscosidade, caramelização, maciez, aroma, sabor, umidade

após a cocção e melhorando o desempenho de outros compostos (VASCONCELOS, 2022).

Os ovos exercem um papel muito importante, contribuem desde a mistura da massa, até os diferentes tempos de cocção do bolo, tem como propriedades funcionais a capacidade espumante, a capacidade emulsificante, garantem umidade, aumentam o valor nutricional, melhoram a cor do produto, o sabor, a textura e o aroma (VASCONCELOS, 2022).

A gordura pode ser de origem animal ou vegetal, sua principal função é promover maciez, agindo diretamente na textura, além de promover sabor. Na confeitaria, a gordura hidrogenada, especialmente em margarinas vegetais, é amplamente empregada. No decorrer da mistura da massa, o ar é integrado na gordura proporcionando uma estrutura para os gases de fermentação e a liberação de vapor d'água durante o cozimento, também ajuda na aeração para a fermentação e no aumento de volume da massa (VASCONCELOS, 2022).

Conforme a Instrução Normativa nº 62 (IN 62), aplicada somente ao leite de vaca, “entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas” (BRASIL, 2011). O leite é considerado como um dos alimentos mais completos, pois nele é encontrado cálcio, fósforo, gorduras, proteínas, lactose e vitaminas. Durante a mistura da massa, o leite incorpora os ingredientes e ajuda na liberação de gás carbônico do fermento químico. Ele dá sabor, melhora a coloração da crosta dos produtos obtidos, favorece as propriedades físicas das massas, acelerando a sua formação, aumentando sua extensibilidade e diminuindo sua porosidade (VASCONCELOS, 2022).

A inclusão de sal na massa é crucial para controlar a fermentação, uma vez que reduz a quantidade de água disponível para o fermento, tem a função de realçar o sabor do bolo e também de melhorar a retenção dos gases e contribuir com a textura e volume do produto (VIDAL, 2016).

A farinha de trigo é responsável por promover a matriz em que os demais ingredientes são misturados. É o principal ingrediente na formulação de bolos e desempenha um papel fundamental na criação da estrutura da massa. Suas proteínas, incluindo a gliadina e a glutenina, colaboram na formação de uma rede de glúten que mantém o gás carbônico durante a fermentação, resultando no crescimento da massa e formando uma textura macia (GUARABIRA, 2023).

Conforme a Resolução-CNNPA de nº38, “Fermento químico é o produto formado de substância ou mistura de substâncias químicas que, pela influência do calor e/ou umidade, produz desprendimento gasoso capaz de expandir massas elaboradas com farinhas, amidos ou féculas, aumentando-lhes o volume e a porosidade” (BRASIL, 1977). O fermento é um ingrediente muito utilizado responsável por desencadear o processo de fermentação, transformando o açúcar presente na massa em gás carbônico, indispensável para o crescimento e para proporcionar uma textura aerada e porosa para o bolo, também confere aroma e sabor (VASCONCELOS, 2022).

O amido de milho desempenha um papel na obtenção da textura desejada e na manutenção da qualidade dos bolos. Atua como um agente espessante, ajudando a dar estrutura e consistência, podendo reter a umidade durante o processo de cozimento, o que ajuda a evitar que os bolos sequem excessivamente, contribuindo para uma textura macia e úmida. Também ajuda a reduzir o desenvolvimento de glúten, resultando em bolos mais leves e macios (DE BORBA *et al*, 2021).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O resíduo agroindustrial do processamento da acerola foi gentilmente cedido pela Fazenda Mangai, localizada em João Pessoa-PB.

O experimento foi dividido em três partes: na primeira parte, foi elaborada a farinha do resíduo de acerola, através do processo de secagem, trituração e padronização de granulometria. Posteriormente, a farinha foi analisada quanto ao seu rendimento, umidade, cinzas, pH, carboidratos, açúcares totais, proteínas, lipídios, amido, fibra alimentar total, ácido ascórbico, índice de absorção em água, óleo e leite.

Na segunda parte, foi utilizado o planejamento experimental para a elaboração das misturas para bolo, com variação das porcentagens em concentrações de farinhas, utilizando, farinha do resíduo de acerola e farinha de trigo.

As concentrações da farinha do resíduo de acerola foram definidas com o auxílio do teor de vitamina C, encontrado na análise centesimal desse produto, no intuito de garantir formulações com um teor de vitamina C estimado de no mínimo 15% (13,5mg/100g), suficiente para que pudessem receber a denominação de “Alto em vitamina C”, segundo a Instrução Normativa nº 75/2020 da ANVISA.

As análises físicas (índice de volume, índice de contorno e índice de simetria), de umidade e ácido ascórbico dos bolos prontos, foram consideradas as variáveis dependentes na incorporação da farinha do resíduo de acerola à mistura para bolo. O planejamento está representado no Quadro 1.

Quadro 1: Planejamento experimental utilizado no processamento das formulações.

Experimento	Variáveis Independentes					
	Valores codificados		Valores reais			
	X ₁	X ₂	X ₁ (%) FT	X ₂ (%) FRA	X ₁ (g) FT	X ₂ (g) FRA
1	-	-	70	10	81,2	11,6
2	+	-	90	10	104,4	11,6
3	-	+	70	30	81,2	34,8
4	+	+	90	30	104,4	34,8
5 c	0	0	80	20	92,8	23,2
6 c	0	0	80	20	92,8	23,2
7 c	0	0	80	20	92,8	23,2
Controle FT	*		100	0	116	0

FT: Farinha de trigo; FRA: Farinha do resíduo de acerola;

Os experimentos seguidos da letra “c” significam que foram realizados em triplicata.

Fonte: Autoria própria, 2024.

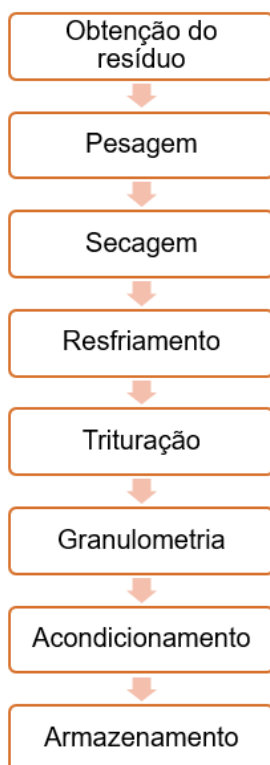
Na terceira parte, foi escolhida a formulação de mistura com melhores propriedades, observadas no bolo pronto, para o cálculo da tabela nutricional, e para as análises de umidade, pH, densidade aparente, densidade compactada, índice de Carr, fator de Hausner e para as análises microbiológicas.

4.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DO RESÍDUO DE ACEROLA

A obtenção da farinha do resíduo da acerola foi realizada nos Laboratórios de Operações Unitárias e de Análises Físico-Químicas pertencentes à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizados no Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR).

As etapas do processamento da farinha de resíduo de acerola estão apresentadas na figura 1.

Figura 1: Processo de obtenção da farinha do resíduo da acerola.



Fonte: Autoria própria, 2024.

O resíduo da acerola foi recebido da Fazenda Mangai (João Pessoa-PB) e acondicionado em embalagem plástica, onde a matéria-prima foi conservada em freezer por dois dias até o início da operação de secagem, onde antes do processamento, o resíduo foi descongelado em refrigerador doméstico por 20 horas. O resíduo ainda úmido foi inicialmente selecionado manualmente, para a remoção de pedaços de folhas e frutos que não foram completamente despolidos.

Para a secagem, o resíduo foi disposto em bandejas de aço inox, forradas com papel alumínio e colocado em estufa com circulação e renovação de ar (TE-394/2) em temperatura de 80°C por 8:00 horas, tempo necessário para ser atingido a umidade máxima de 15%, exigida pela legislação RDC nº711, de 1º de julho de 2022 da ANVISA, a. O resíduo seco foi removido das bandejas, acondicionado em sacos plásticos e armazenado em geladeira.

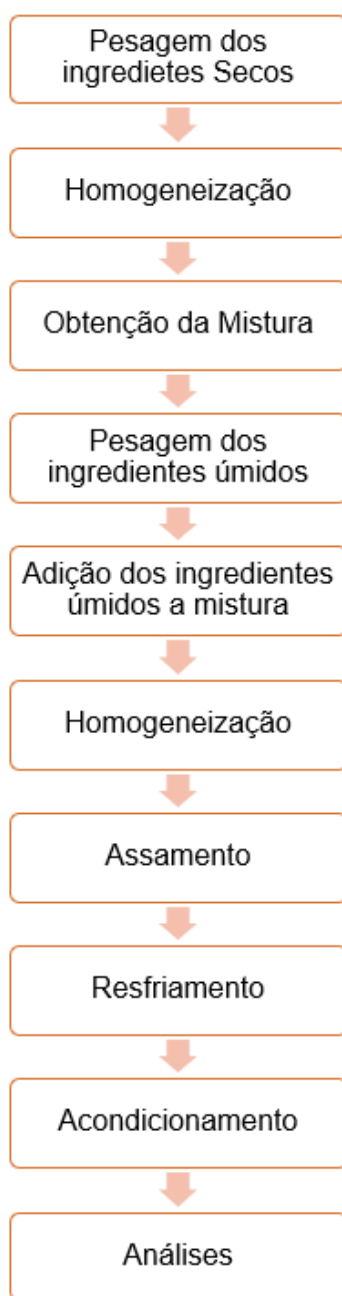
Posteriormente o resíduo seco foi triturado em moinho de facas (SL-31) para redução do tamanho das partículas e analisado quanto a granulometria, em seguida, a farinha foi acondicionada em sacos plásticos e armazenada em geladeira até o momento das análises e posterior produção da mistura.

4.2 ELABORAÇÃO DA MISTURA PARA BOLO

A elaboração das misturas e produção dos bolos, ocorreu no Laboratório de Panificação, Confeitaria e Bebidas do Departamento de Gastronomia na Universidade Federal da Paraíba.

As etapas de elaboração das misturas e obtenção dos bolos estão presentes na figura 2.

Figura 2: Processo de obtenção dos bolos.



Fonte: Autoria própria, 2024.

As formulações das misturas para bolo foram desenvolvidas utilizando como ingredientes farinha de trigo, farinha do resíduo de acerola, açúcar, amido de milho, fermento químico em pó e sal. Para produção dos bolos foram pesados e adicionados a mistura margarina, ovos e leite. Os ingredientes utilizados estão representados no Quadro 2.

Quadro 2: Ingredientes utilizados nas formulações das misturas e no preparo dos bolos.

Preparo de 484 g de massa ($\pm 500g$)								
Ingredientes (g)	F1	F2	F3	F4	F5 (c)	F6 (c)	F7 (c)	Controle FT
Farinha de trigo	81,2	104,4	81,2	104,4	92,8	92,8	92,8	116
Farinha de acerola	11,6	11,6	34,8	34,8	23,2	23,2	23,2	0
Açúcar	92	92	92	92	92	92	92	92
Amido de milho	32	32	32	32	32	32	32	32
Fermento	8	8	8	8	8	8	8	8
Sal	1	1	1	1	1	1	1	1
Margarina	60	60	60	60	60	60	60	60
Ovos	50	50	50	50	50	50	50	50
Leite	125	125	125	125	125	125	125	125

Fonte: Autoria própria, 2024.

Para a elaboração da mistura, todos os ingredientes secos foram pesados utilizando balança digital e misturados manualmente até completa homogeneização. Após o preparo da mistura, as porções foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas até o momento da preparação dos bolos.

Para o assamento dos bolos, despejou-se a mistura preparada em uma vasilha, adicionou-se os ingredientes úmidos, previamente pesados e misturou-se manualmente até completa homogeneização. Após o preparo das massas, as mesmas foram dispostas em formas de silicone e assadas em forno industrial, por 17 minutos a 180 °C. No mesmo dia do processamento, após o resfriamento, os bolos foram analisados quanto ao seu teor de umidade, ácido ascórbico, índice de volume, índice de contorno e índice de simetria.

4.3 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E TECNOLÓGICOS

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Operações Unitárias e de Físico-química, pertencentes à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado no Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR).

4.3.1 Rendimento

O rendimento da farinha do resíduo de acerola foi determinado mediante a correlação da massa do resíduo úmido e da massa da farinha obtida após a

trituração do resíduo seco. Os valores foram calculados de acordo com a equação 1:

$$\text{Rendimento (\%)} = (MF / RU) \times 100$$

Onde: MF= Massa da Farinha (g)

RU= Massa do resíduo úmido (g)

4.3.2 Granulometria

Para determinar a classificação granulométrica, foi utilizado um equipamento agitador de peneiras com reostato ajustado em 6, composto por sete peneiras com aberturas de diferentes diâmetros e o fundo, adaptadas conforme disponibilidade do laboratório, com 16, 20, 30, 40, 50, 70, 100 mesh, com aberturas das malhas de 1,18mm, 850µm, 600µm, 425µm, 300µm, 212µm, 150µm, respectivamente.

Foram pesados 50 g da farinha e peneiradas durante 10 minutos. As peneiras taradas previamente foram pesadas após a agitação para obtenção do peso da amostra retida em cada uma delas conforme a Equação 2:

$$\text{Retenção (\%)} = (N \times 100) / P$$

Onde: N= n° e g da amostra retida no tamis

P= n° de g da amostra

4.3.3 Umidade

A determinação de umidade das amostras foi realizada em triplicata de acordo com a metodologia 413/IV do IAL (2008), em que 2g da amostra foi seca em estufa com circulação de ar a 105 °C por 24 horas, resfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada. O teor de umidade foi obtido pela Equação 3:

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

Onde: N= n° de g de umidade

P= nº de g da amostra

4.3.4 Cinzas

Para a determinação de cinzas foi seguido o método 018/IV do IAL (2008) em triplicata. Foram pesados 5 g da amostra, em balança analítica, carbonizadas em chapa aquecedora e colocadas na mufla para serem incineradas a 550°C por aproximadamente 6 horas, até obter coloração de cinzas claras ou ligeiramente acinzentadas. Após a incineração, as amostras foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente e em seguida pesadas. A quantidade de cinzas foi determinada pela Equação 4:

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

Onde: N= nº de gramas de cinzas da amostra

P= nº de gramas da amostra

4.3.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para determinação do pH foi utilizado o método 017/IV do IAL (2008) em triplicata. Foram pesadas, em balança analítica, 10 g da amostra separadas em bquer e diluída em 100 mL de água destilada, após agitação o pH foi determinado pela leitura em potenciômetro digital de bancada previamente calibrado.

4.3.6 Carboidratos

A análise de carboidratos foi determinada por estimativa, pelo método de diferenciação de proteínas, lipídios, umidade e cinzas, subtraídas de 100 de acordo com as recomendações da ANVISA, através da Resolução - RDC nº 360/2003, conforme a Equação 5:

Carboidratos totais (%) = 100 - (% Umidade + % Cinzas + % Lipídios + % Proteína).

4.3.7 Açúcares Totais

Para a determinação dos açúcares totais foi utilizado o método de Fehling onde, 5 g da amostra, foi levada a banho maria (100 °C) por 30 minutos, dissolvida em 50 mL de água destilada e adicionada de 2 mL de ácido clorídrico concentrado. Após esfriado e neutralizado (pH 6-8) com hidróxido de sódio 40 %. A amostra foi transferida para balão volumétrico de 250 mL adicionando 5 mL de ferrocianeto de potássio a 15 % e 5 mL de acetato de zinco a 30 %, agitado, completado o volume e deixado sedimentar por cerca de 15 minutos. Após a sedimentação foi filtrado em papel de filtro (a vácuo) e colocado na bureta. Foi transferido para um balão de fundo chato, 5 mL da solução de Fehling A e 5 mL da solução de Fehling B, adicionado de 40 mL de água destilada e alguns cacos de porcelana. Onde foi aquecido o balão de fundo chato na chapa aquecedora até ebulição e iniciado a titulação gotejando a solução da amostra, que está na bureta, até início do descoramento do azul da solução do balão, onde foi adicionado 1 gota de azul de metileno a 1 % e continuado a titulação até descoramento do indicador e formação de precipitado de coloração vermelho-tijolo. Os açúcares totais foram calculados de acordo com a Equação 6:

$$Açúcares\ Totais\ (\%) = [(FC / 2) \times Vb \times 100] / (V \times P)$$

Onde: FC = título da solução de Fehling (FC/2 quando usados 5 mL das soluções de Fehling);

Vb = volume do balão volumétrico (foi utilizado 250 mL);

V = volume da amostra gasto na titulação, em mL;

P = peso da amostra em g.

4.3.8 Proteínas

Para a análise de proteínas foi utilizado o método 037/IV do IAL (2008) em triplicata, onde cerca de 1,5 g de amostra seca foi pesada e transferida para cada tubo de Kjeldahl, o procedimento é composto por três etapas: primeiro foi feita a digestão da amostra com ácido sulfúrico e mistura digestora (Sulfato de cobre penta hidratado, sulfato de sódio anidro e dióxido de selênio 3:2:1) sob aquecimento em bloco digestor, aumentando-se a temperatura em 50 °C a cada 30 minutos até atingir a temperatura de 350 °C, o processo de digestão foi encerrado quando a amostra ficou levemente esverdeada. Em seguida, foi realizada a destilação em ácido bórico a 4 % após neutralização com hidróxido de sódio a 40 % em um destilador de nitrogênio. E por último, foi feita a titulação com ácido clorídrico a 0,1 M. Para cálculo utilizou-se 6,25 como fator geral de conversão de nitrogênio em proteína de acordo com a Equação 7:

$$\text{Proteínas (\%)} = (V \times F \times 0,14 \times f) / P_a$$

Onde: V = volume de ácido clorídrico 0,1 mol.L⁻¹ gasto na titulação;

F = fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 mol.L⁻¹;

0,14 = fator do nitrogênio;

f = fator de convenção de proteína do alimento (6,25);

P_a = peso da amostra.

4.3.9 Lipídios

Para determinação dos lipídios foi utilizado o método 353/IV do IAL (2008) em triplicata. Foram pesados 2 g da amostra em béquer, adicionado 40 mL da mistura clorofórmio:metanol (2:1), agitado com um bastão de vidro por 3 minutos, e filtrado em papel de filtro qualitativo em proveta de 100 mL com boca esmerilhada. Foi adicionado 20 %, do volume final do extrato filtrado lido na proveta, de sulfato de sódio a 1,5 %, agitado e esperado o separar das fases, mantendo a proveta fechada. Após separação das fases, foi anotado o volume da fase inferior e coletado somente da parte inferior uma alíquota de 5 mL com pipeta e transferida para o béquer previamente seco na estufa, onde foi colocado o béquer em estufa a 105 °C

para evaporar a mistura de solventes. Após o resfriamento em dessecador, o béquer com o resíduo de lipídios foi pesado em balança analítica. Os lipídios foram calculados de acordo com a Equação 8:

$$\text{Lipídios (\%)} = [(L \times V_{inf}) / (P_a \times V_a)] \times 100$$

Onde: L = Lipídios obtido na análise [(Peso do béquer com os lipídeos) – (Peso do béquer)];

V_{inf} = Volume da fase inferior;

P_a = Peso da amostra;

V_a = Volume da alíquota do extrato (5 mL).

4.3.10 Fibra Alimentar Total

A composição de fibra alimentar total foi calculada por diferença, diminuindo da composição de carboidrato total, o teor de amido (FRANCA, 2018), de acordo com a Equação 9:

$$\text{Fibra alimentar total (\%)} = C_t - A_m$$

Onde: C_t = Carboidratos Totais;

A_m = Amido.

4.3.11 Ácido Ascórbico

Para determinação do ácido ascórbico foi utilizado o método 365/IV do IAL (2008) em triplicata. Onde foi pesado em um erlenmeyer de 125-250 ml, aproximadamente 0,01 g da amostra em uma balança analítica, adicionado 30 ml de ácido oxálico 0,5% com o auxílio de uma proveta, homogeneizado e titulado com

uma solução de DFI 0,02% até coloração rosada, por 15 segundos. O Ácido Ascórbico foi calculado de acordo com a Equação 10:

$$\text{Ácido ascórbico (mg/100g)} = (V \times F \times 100) / Pa$$

Onde: V = volume de DFI 0,02% gasto na titulação;

F = fator de correção do DFI 0,02%;

Pa = Peso da amostra.

4.3.12 Amido

Para a determinação do amido, 5 g da amostra, foi levada a banho maria (100 °C) por 1 hora e 30 minutos, dissolvida em 50 mL de água destilada e adicionada de 2 mL de ácido clorídrico concentrado. Após esfriado e neutralizado (pH 6-8) com hidróxido de sódio 40 %. A amostra foi transferida para balão volumétrico de 250 mL adicionando 5 mL de ferrocianeto de potássio a 15 % e 5 mL de acetato de zinco a 30 %, agitado bem e completado o volume, deixado sedimentar por cerca de 15 minutos. Após a sedimentação foi filtrado em papel de filtro (a vácuo) e colocado na bureta. Foi transferido para um balão de fundo chato, 5 mL da solução de Fehling A e 5 mL da solução de Fehling B, adicionado de 40 mL de água destilada e alguns cacos de porcelana. Onde foi aquecido o balão de fundo chato na chapa aquecedora até ebulição e iniciado a titulação gotejando a solução da amostra, que está na bureta, até início do descoramento do azul da solução do balão. Adicionado 1 gota de azul de metileno a 1 % e continuado a titulação até descoramento do indicador e formação de precipitado de coloração vermelho-tijolo. O amido foi calculado de acordo com a Equação 11:

$$\text{Amido (\%)} = [(FC / 2) \times Vb \times 100] / (V \times P)$$

Onde: FC = título da solução de Fehling (FC/2 quando usados 5 ml das soluções de Fehling);

Vb = volume do balão volumétrico (foi utilizado 250 mL);

V = volume da amostra gasto na titulação, em mL;

P = peso da amostra em g.

4.3.13 Valor Energético Total

Para determinação do valor energético total (VET), calculou-se multiplicando-se os valores de proteína, gorduras totais, fibras e carboidratos em gramas, pelo fator de conversão 4, 9, 2 e 4 respectivamente de acordo com as recomendações da ANVISA, através da Instrução Normativa - IN nº 75/2020. O somatório entre eles corresponde ao valor calórico total em Kcal. Conforme a Equação 12:

$$VET = (\% PTN \times 4,0 \text{ Kcal.g}^{-1}) + (\% LIP \times 9,0 \text{ Kcal.g}^{-1}) + (\% FBR \times 2,0 \text{ Kcal.g}^{-1}) + (\% CHO \times 4,0 \text{ Kcal.g}^{-1}).$$

Onde: PTN= Proteína;

LIP= Lipídeos;

FBR= Fibras;

CHO= Carboidrato.

4.3.14 Índice de Absorção em Água – IAA

O índice de absorção de água (IAA) da farinha de acerola foi determinado (em triplicata) segundo a metodologia de Okezie e Bello (1988). Em um tubo de centrífuga com tampa, previamente pesado, foi colocado 0,25 g de amostra e 15 mL de água destilada. Os tubos foram agitados em vortex por 1 minuto e, em seguida, centrifugados a força G de 5300 rpm por 20 minutos. O líquido sobrenadante foi escorrido cuidadosamente e o material remanescente foi pesado e calculado conforme a Equação 13:

$$IAA (g) = (PF - Pi) / Pi$$

Onde: PF= nº de gramas da amostra úmida

Pi= nº de gramas da amostra seca

4.3.15 Índice de Absorção em Óleo – IAO

O índice de absorção de óleo (IAO) da farinha de acerola foi determinado (em triplicata) segundo a metodologia de Okezie e Bello (1988). Em um tubo de centrífuga com tampa foi colocado 0,25 g de amostra e 15 mL de óleo. Os tubos foram agitados em vortex por 1 minuto e, em seguida, centrifugados a força G de 5300 rpm por 20 minutos. O líquido sobrenadante foi escorrido cuidadosamente e o material remanescente foi pesado e calculado conforme a Equação 14:

$$IAO (g) = (PF - Pi) / Pi$$

Onde: PF= nº de gramas da amostra úmida

Pi= nº de gramas da amostra seca

4.3.16 Índice de Absorção em Leite – IAL

O índice de absorção de leite (IAL) da farinha de acerola foi determinado (em triplicata) segundo a metodologia de Okezie e Bello (1988). Em um tubo de centrífuga com tampa foi colocado 0,25 g de amostra e 15 mL de leite. Os tubos foram agitados em vortex por 1 minuto e, em seguida, centrifugados a força G de 5300 rpm por 20 minutos. O líquido sobrenadante foi escorrido cuidadosamente e o material remanescente foi pesado e calculado conforme a equação 15:

$$IAL (g) = (PF - Pi) / Pi$$

Onde: PF= nº de gramas da amostra úmida

Pi= nº de gramas da amostra seca

4.3.17 Densidade aparente

A densidade aparente da formulação foi determinada utilizando a massa da mistura e o volume correspondente, de acordo com a metodologia de Achor *et al.* (2015). Aproximadamente 1 g de amostra foi transferido para a proveta graduada de 10 mL, sem compactação, para determinar a massa total ocupada neste volume. A densidade aparente foi calculada conforme a equação 16:

$$pa = ms / Vt$$

Onde: pa: densidade aparente, g.mL⁻¹;

ms: massa do sólido, g;

Vt: Volume total, mL.

4.3.18 Densidade compactada

A densidade compactada da formulação foi determinada a partir da amostra contida na proveta, depois de 50 batidas manuais sobre a superfície da bancada a uma altura de 10 cm (ACHOR *et al.*, 2015), e foi calculado como a razão entre a massa e o volume conforme a equação 17:

$$pc = ms / Vc$$

Onde: pc: densidade compactada, g.mL⁻¹;

ms: massa do sólido, g;

Vc: Volume do sólido após compactação, mL.

4.3.19 Índice de Carr

O índice de Carr (IC) foi determinado a partir da densidade aparente e densidade compactada da mistura conforme a equação 18:

$$IC = ((pc - pa) / pc) \times 100$$

Onde: pc: densidade compactada;

pa: densidade aparente.

4.3.20 Fator de Hausner

O Fator de Hausner (FH) foi determinado pela relação entre densidade aparente e compactada, conforme equação a 19:

$$FH = pc / pa$$

Onde: pc: densidade compactada;

pa: densidade aparente.

4.3.21 Densidade do Bolo

A densidade do bolo foi determinada pela razão entre a massa (g) e o volume aparente (cm³), após os bolos estarem assados de acordo com a equação 20. Os demais parâmetros (massa e volume) foram calculados conforme o método do AACC (1995).

$$\text{Densidade do bolo} = W / V$$

Onde: W = massa em g;

D = densidade (g cm⁻³);

V = volume em cm³

4.3.22 Índice De Volume, Contorno e Simetria dos Bolos

O índice de volume e expansão dos bolos foi determinado de acordo com a metodologia AACC (1995). Após assados e resfriados em temperatura ambiente, os bolos foram cortados verticalmente no centro em dois segmentos iguais divididos em fatias (2,5 cm de espessura). A altura da face de cada lado foi determinada em diferentes posições e usada para calcular a expansão dos bolos. O índice de volume foi calculado pela Equação 21, e os índices de contorno e simetria usando as equações 22 e 23, respectivamente.

$$\text{Índice de volume} = B + C + D$$

$$\text{Índice de Contorno} = (2C - B - D)$$

$$\text{Índice de Simetria} = B - D$$

Onde: C= Altura no centro dos bolos em cm;

B e D= Alturas nos pontos a 2,5 cm do centro, em direção aos lados esquerdo e direito dos bolos, respectivamente.

4.4 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DA MISTURA

A formulação de mistura para bolo selecionada (F3- 70:30) foi avaliada quanto à sua qualidade microbiológica de acordo com os padrões sanitários estabelecidos pela Instrução Normativa nº161 de 01 de julho de 2022 (ANVISA, 2022a) após 15 dias de armazenamento em temperatura ambiente. As análises foram realizadas segundo a metodologia descrita pelo Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (SILVA *et al.*, 2017).

4.4.1 Bolores e leveduras

Foram feitas diluições decimais seriadas da amostra em tubos contendo água peptonada 0,1 %, sendo diluídos até 10^{-3} . Em seguida, as amostras foram inoculadas com 0,1 mL em placas de petri com meio Ágar Batata Dextrose (PDA) pelo método *Spread Plate*. Após a inoculação, as placas foram invertidas e incubadas a 25° C na estufa por 5 dias, os resultados foram expressos em (UFC/g).

4.4.2 *Escherichia coli*

Foram realizadas diluições decimais seriadas da amostra em tubos contendo água peptonada 0,1 %, sendo diluídos até 10^{-3} . Em seguida, as amostras foram inoculadas a 0,1 mL em placas de petri com meio Ágar Levine Eosina Azul de Metileno (EMB) pelo método *Spread Plate*. Após a inoculação, as placas foram

invertidas e incubadas a 35 °C na estufa por 48 horas e os resultados foram expressos em (UFC/g).

4.4.3 *Salmonella*

A avaliação da presença de *Salmonella sp.* foi realizada com 25 g de amostra homogeneizada com 225 mL de caldo lactosado e incubada a 35 °C por 8 horas que correspondeu ao período de pré-enriquecimento. Para o enriquecimento transferiu-se 1 mL do caldo lactosado com a amostra para um tubo contendo 10 mL de caldo tetrationato (TT) e 0,1 mL para um tubo contendo 10 mL de caldo Rappaport-Vassiliadis (RVS) e estes foram incubados, o primeiro a 35 °C e o segundo a 43 °C em banho-maria por 24 horas. Foi realizada a semeadura superficialmente por estria de esgotamento dos meios de cultura de enriquecimento em placas de Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD). As placas foram incubadas a 37 °C por 24 horas. Os resultados foram expressos por presença ou ausência em 25 gramas de amostra.

4.4.4 *Staphylococcus aureus*

Foram realizadas diluições decimais seriadas da amostra em tubos contendo água peptonada 0,1 %, sendo diluídos até 10^{-3} . Em seguida, as amostras foram inoculadas a 0,1 mL em placas de petri com meio Ágar Baird Parker (BP) pelo método *Spread Plate*. Após a inoculação, as placas foram invertidas e incubadas a 35 °C na estufa por 48 horas e os resultados foram expressos em (UFC/g).

4.5 INFORMAÇÃO NUTRICIONAL DA MISTURA

O cálculo do valor nutricional da mistura foi baseado nos ingredientes utilizados no seu preparo, nos dados presentes na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) e a partir das análises físico-químicas realizadas. A tabela de informação nutricional foi apresentada, considerando uma porção de 60 g do produto

e 100 g do alimento pronto para consumo, seguindo as recomendações da ANVISA, b., através da Instrução Normativa - IN Nº 75/2020.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística das análises de umidade e ácido ascórbico dos bolos prontos, foi realizada através do programa STATISTICA versão 10, os dados foram comparados por meio da Análise de Variância – Anova, com comparação das médias por teste de Tukey a 5% de significância.

O teste de Tukey, pode ser utilizado para comparar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos, para efeito de comparação das médias duas a duas. O teste é exato e de uso muito simples quando o número de repetições é o mesmo para todos os tratamentos (OLIVEIRA, 2008). Os resultados são expressos como média $\pm$ desvio padrão.

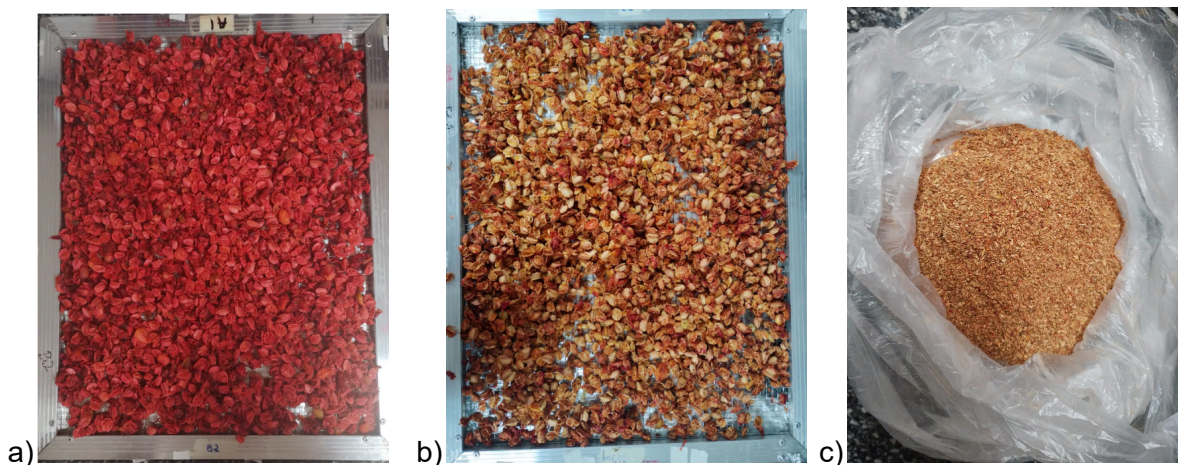
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 FARINHA DE ACEROLA

5.1.1 Rendimento da Farinha

No processo de secagem para fabricação da farinha do resíduo de acerola, a partir de 2.600 g de resíduo úmido, obteve-se 393 g de farinha, devido à perda de água durante a secagem do produto, portanto, a farinha apresentou um rendimento 15,12 %, em relação ao resíduo úmido com secagem a 80 °C por 8 horas. Na figura 3, estão representadas as imagens do resíduo úmido, do resíduo após a secagem e da farinha do resíduo da acerola.

Figura 3: Imagens do a) resíduo úmido; b) resíduo seco; e c) farinha do resíduo da acerola.



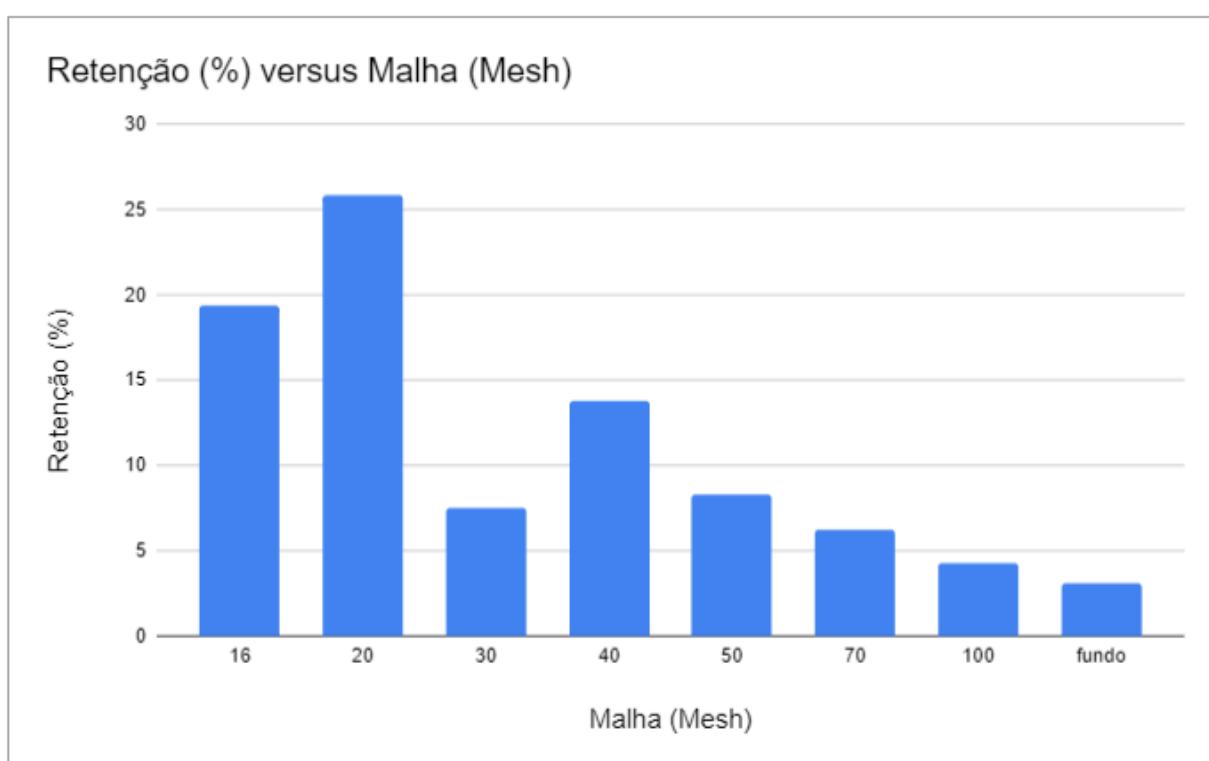
Fonte: Autoria própria, 2024.

O rendimento é afetado pelo tempo de processo de secagem que retira mais ou menos água, dependendo da temperatura de secagem e residual de umidade. A farinha em estudo apresentou rendimento superior ao de Alves, A. (2019), que obteve uma farinha de resíduo de acerola por processo de secagem em 60 °C, por 50 horas, com rendimento de 12,34 %, e Silva (2017) que obteve rendimento de 12,75 % com secagem a 70 °C por 6 horas.

5.1.2 Granulometria da Farinha

Após a secagem, a farinha passou por processo de moagem e posteriormente por análise granulométrica, feita na ordem decrescente das aberturas das telas das peneiras. Onde o mesh 20 ficou com a maior porcentagem retida 25,88 % e o mesh 100, ficou com a menor porcentagem, 4,24 %. Mais de 80 % das partículas da farinha ficaram retidas nas malhas de 16 a 50 o que indica que o tamanho das partículas estão na faixa de 0,30 e 1,18 mm. A distribuição do tamanho das partículas obtida da análise granulométrica estão apresentadas no Gráfico 1:

Gráfico 1: Distribuição do tamanho de partículas da farinha do resíduo de acerola.



Fonte: Autoria própria, 2024.

A granulometria é uma das propriedades físicas mais importantes que moldam o escoamento de materiais, além de apresentar uma correlação inversa com a coesão (quanto menor é a partículas, maior é a coesão), exercendo influência significativa tanto no desenvolvimento tecnológico, quanto nas características do produto acabado (ALVES, L., 2019).

Embora uma granulometria fina seja desejável em farinhas, uma granulometria excessivamente fina não é garantia de qualidade. Altos teores dessas

partículas nas misturas podem comprometer a estrutura interna de produtos de panificação.

5.1.3 Análises Físico-Químicas da Farinha

A composição centesimal de um alimento indica a quantidade, em proporção, de diferentes grupos de substâncias presentes em 100g da parte comestível do produto. A tabela 1 apresenta os valores médios dos resultados das análises físico-químicas obtidas para a farinha do resíduo da acerola.

Tabela 1: Resultados obtidos a partir da composição centesimal e das análises de pH, ácido ascórbico e valor energético total da farinha do resíduo de acerola.

Análises	Média $\pm$ DP
Umidade (%)	3,12 $\pm$ 0,18
Cinzas (g/100g)	2,82 $\pm$ 0,03
Proteínas (g/100g)	9,12 $\pm$ 0,15
Lipídios (g/100g)	3,07 $\pm$ 0,16
Carboidratos (g/100g)	81,86
Amido (g/100g)	41,57 $\pm$ 1,42
Açúcares Totais (g/100g)	45,14 $\pm$ 2,20
Fibra Alimentar Total (g/100g)	40,29
pH	3,41 $\pm$ 0,01
Ácido Ascórbico (mg/100g)	5026,51 $\pm$ 18,35
VET (Kcal/100g)	472,13

Fonte: Autoria própria, 2024.

O resíduo da acerola chegou com umidade inicial de 84,82% valor relativo a um produto com alto teor de água livre, mostrando-se um obstáculo para a conservação do resíduo. A redução do teor de umidade é importante para a conservação de alimentos, pois contribui para a estabilidade do produto. Após 6 horas de secagem a umidade diminuiu para 18,58% ficando acima do teor máximo exigido pela RDC nº 711, de 1º de julho de 2022 da ANVISA, que diz que o teor de umidade para farinhas é de no máximo 15%, portanto, a farinha precisou passar pelo processo de secagem novamente, onde ficou mais 2 horas, totalizando uma secagem de 8 horas com umidade final de 3,12%, teor inferior aos obtidos por Braga

et al. (2011) com 5,51%, Magalhães *et al.* (2021) com 6,64% e Chaves *et al.* (2022) com 5,56%, mostrando que aproximadamente 8h foi eficiente, podendo contribuir para o aumento da vida de prateleira do produto e dificultando o desenvolvimento microbiano.

O conteúdo de cinzas nos alimentos corresponde ao resíduo inorgânico que permanece após a combustão da matéria orgânica em temperaturas elevadas. Dessa forma, as cinzas evidenciam a presença de minerais no alimento, o que está diretamente ligado ao seu valor nutricional, visto que os minerais são importantes para a saúde e essenciais para o organismo (LIMA, 2018). O teor de cinzas encontrado na farinha produzida (2,82 g/100g) foi superior ao valor observado por Magalhães *et al.* (2021) com 1,76 g/100g e inferior aos valores encontrados por Silva (2015) com 3,4 g/100g e Sobrinho (2014), com valores entre 4,87 g/100g e 5,58 g/100g. Essa diferença nos valores podem ser explicadas pelo fato das frutas terem sido cultivadas em estados diferentes: Paraíba, Minas Gerais e Bahia, respectivamente.

A determinação do teor proteico da farinha de resíduos de acerola resultou no valor médio de 9,12 g/100g. Valor similar aos encontrados por Alves, A. (2019) com 9,78 g/100g e Magalhães *et al.* (2021), com 9,12 g/100g. Mas inferior ao encontrado por Barros (2019) com 12,55 g/100g. Essa diferença de resultados pode ser explicada pelo método de análise utilizado, onde Barros (2019) utilizou o método de kjeldahl clássico e o utilizado no presente trabalho foi o kjeldahl modificado.

A análise de lipídeos totais da farinha em estudo indicou valor de 3,07 g/100g. Maior que o encontrado por Silva (2017) com 1,07 g/100g e Barros (2019) com 1,75 g/100g. O baixo teor de lipídios no resíduo de frutos é esperado, uma vez que o lipídio é um dos componentes de menor proporção em frutos.

A quantidade de carboidratos encontrado no presente estudo (81,86 g/100g) foi similar aos resultados encontrados por Silva (2017) com 79,65 g/100g, Magalhães *et al.* (2021) com 79,07 g/100g e maior que Alves, A. (2019), com 71,19 g/100g. Todos os trabalhos citados foram calculados por diferença, o que caracteriza a farinha do resíduo de acerola com elevado teor de carboidrato.

É verificado na literatura que as frutas são possuidoras de considerável quantidade de açúcares. No presente estudo a quantidade de açúcares totais encontrada foi de 45,14 g/100g, valor superior ao encontrado por Sobrinho (2014) com valores entre 10,14 g/100g e 10,54 g/100g e ao de Alves, L. (2019) com 32,11

g/100g. As diferenças desses resultados podem ser explicadas pela diferença dos métodos de análise utilizados, uma vez que Sobrinho (2014) utilizou a metodologia proposta por Matissek *et al.* (1998), além do estágio de maturação e época da colheita dos frutos.

Na análise de amido da farinha do resíduo em estudo, foram encontrados 41,57 g/100g, valor inferior ao encontrado por Ferraz *et al.* (2015) para farinha da amêndoa da manga com 78,42 g/100, mas superior aos teores encontrados por Santos *et al.* (2013) para semente de jaca das variedades mole com 31,73 g/100g e dura com 30,93 g/100g. O teor de amido pode variar entre variedades e estágios de maturação das frutas. Não foram encontrados na literatura estudos deste parâmetro com farinha do resíduo de acerola.

A farinha do resíduo da acerola produzida no presente estudo possui fibra alimentar total de 40,29 g/100g. Maior que o encontrado por Braga *et al.* (2011) com 35,78 g/100g, e inferior aos encontrados por SGARBOSA (2017) com 56,28 g/100g e Souza (2016) com 68,40 g/100g para as farinhas do mesmo resíduo. O que pode ser explicado pelo fato da análise do presente estudo ter sido feita pelo método de cálculo por diferença. De acordo com a IN de nº75/2020 um alimento é considerado "fonte de fibra" se tiver, no mínimo, 3% do valor diário de referência, que para fibras é 25g. Portanto a farinha do resíduo de acerola é de grande importância e contribuição para complementação alimentar, apresentando teor superior ao da recomendação diária.

O valor médio do pH encontrado para a farinha do resíduo de acerola foi de 3,41, ficando próximo ao encontrado por Magalhães *et al.* (2021) e Aquino *et al.* (2010), ambos com 3,32 e Sobrinho (2014) com valores entre 3,35 e 3,59. Sendo o valor de pH abaixo de 4,5 (valor que restringe o desenvolvimento de microorganismos), esta farinha pode ser considerada ácida ou muito ácida com baixo ou difícil crescimento de bactérias, proporcionando maior estabilidade microbiológica (AQUINO *et al.*, 2019).

O teor de ácido ascórbico determinado para a farinha de resíduo de acerola foi de 5026,51 mg/100g, valor esse superior ao apresentado por Magalhães *et al.* (2021), com 764,40 mg/100g, Alves, L. (2019) com 1.397,54 mg/100g e Braga *et al.* (2011) com 2571,00 mg/100g. Mais inferior aos encontrados por Alves, A. (2019) com 6.613 mg/100g, Souza (2016) com 8.566,67 mg/100g, Silva (2017) com 8.745 mg/100g e Aquino *et al.* (2010) com 9.549,61 mg/100g. Esta variabilidade quanto ao

teor de vitamina C observada pode estar relacionada com o processo de obtenção da farinha no qual os resíduos passaram por tempos e temperaturas de secagem diferentes. No Brasil, a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C para crianças de 4 a 8 anos é de 25 mg e para adultos é de 100 mg (ANVISA, 2020). Portanto, o resultado obtido pela produção de farinha proveniente do resíduo de acerola é de grande interesse nutricional.

O valor calórico encontrado na amostra foi de 472,13 Kcal/100g, levando em consideração os valores diários de referência (VDR) estabelecidos pela IN nº 75/2020 para o valor energético (ANVISA, 2020) esse valor corresponde a 23,61% do valor diário recomendado. Alves, A. (2019) e Barros (2019) encontraram valores de 375,81 Kcal/100g e 340,5 Kcal/100g respectivamente para os resíduos de acerola, dando um percentual menor (18,79% e 17,02% respectivamente) do que os encontrados neste estudo. Essa diferença pode ser explicada pela composição da farinha, uma vez que os teores de carboidrato, proteína, gordura e fibras, utilizados para o cálculo do valor energético são diferentes em cada estudo.

Diante dos resultados da sua caracterização, a farinha do resíduo da acerola é um excelente ingrediente para enriquecer outros produtos, com o propósito de suplementar a alimentação humana.

5.1.4 Análises Tecnológicas da Farinha

As propriedades tecnológicas dos alimentos desempenham um papel crucial não só nas características sensoriais dos produtos, mas também na sua manipulação durante a preparação, processamento e armazenamento. Essas propriedades estão intrinsecamente ligadas à capacidade de hidratação e são indicadores que revelam a habilidade de uma amostra em absorver e reter água, óleo vegetal e/ou leite (MARTINS, 2019). Na tabela 2, estão apresentados os resultados obtidos para os índices de absorção em água, óleo e leite da farinha do resíduo de acerola.

Tabela 2: Índice de Absorção em Água (IAA), Óleo (IAO) e Leite (IAL) da farinha de resíduo de acerola.

Análises	Média $\pm$ DP
IAA (%)	6,39 $\pm$ 0,11
IAO (%)	3,29 $\pm$ 0,26
IAL (%)	5,48 $\pm$ 0,07

Fonte: Autoria própria, 2024.

O índice de absorção de água é um parâmetro crucial na avaliação das propriedades das farinhas e sua aplicabilidade em formulações alimentícias. Este índice reflete a capacidade dos grânulos de farinha de reter água em excesso e está diretamente relacionado à presença de fibras solúveis, as quais desempenham um papel fundamental na absorção de água. A alta capacidade de absorção de água é altamente desejável para produtos que requerem hidratação e retenção de umidade em sua estrutura, como é o caso dos produtos de panificação (MARTINS, 2019).

A farinha do resíduo de acerola mostrou absorver mais água em comparação a óleo e leite. Com um IAA de 6,39%, resultado maior que o encontrado por Chaves *et al.* (2022) com 4,31% para a mesma farinha. O valor encontrado é bom, pois uma alta absorção de água é desejável para a utilização em produtos que necessitam hidratação e de retenção da umidade em sua estrutura, como os produtos de panificação.

O Índice de Absorção de Óleo (IAO) reflete a habilidade da farinha em absorver e reter óleo vegetal, sendo uma propriedade funcional crucial para alimentos em pó (MIRI, 2020).

Com relação ao IAO, a farinha do presente estudo apresentou um valor de 3,29%. Este resultado foi maior que o encontrado por Martins (2019), que verificou valor médio de 1,06%, para a farinha do araçá. O que considera o resultado encontrado no presente estudo bom.

A absorção do leite é crucial ao elaborar produtos feitos com farinhas, quando se pretende elaborar produtos à base deste, pois permite a rápida homogeneização do produto. (MIRI, 2020). Miri (2020) encontrou valores de 33,96% para o IAL, para a farinha da casca do abacaxi e 6,53% para farinha de banana verde. Valores superiores ao encontrado na farinha em estudo com 5,48%. No presente estudo, o valor encontrado foi considerado bom.

De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a farinha do resíduo de acerola apresenta propriedades aceitáveis para a aplicabilidade na produção de

diversos produtos.

5.2 MISTURA PARA BOLO

O planejamento experimental é uma técnica utilizada para examinar como dois ou mais fatores afetam uma resposta específica, com objetivo de reduzir a quantidade de experimentos necessários para obter uma resposta, mantendo a precisão dos resultados (RODRIGUES *et al.*, 2000).

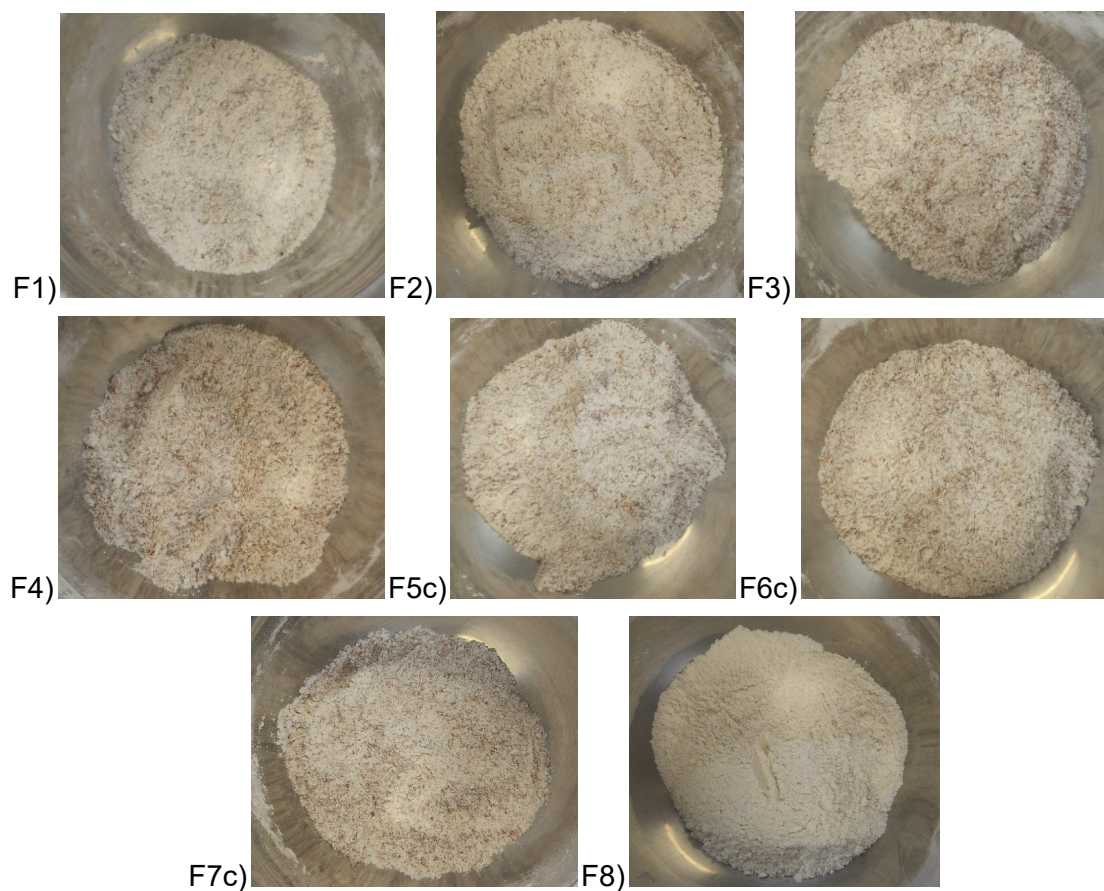
As formulações foram preparadas individualmente. Onde inicialmente, foram misturados a farinha de trigo, a farinha do resíduo de acerola, o sal, o açúcar, o fermento e o amido (figuras 4, 5 e 6).

Figura 4: Ingredientes utilizados na elaboração das formulações: (fermento, farinha do resíduo de acerola, açúcar, amido, sal e farinha de trigo).



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 5: Processo de mistura das formulações: 1) F1(70:10); F2(90:10); F3(70:30); F4(90:30); F5(80:20); F6 (80:20); F7 (80:20); F8 (100:0).



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 6: Formulações prontas e acondicionadas (F1(70:10); F2 (90:10); F3 (70:30); F4 (90:30); F5 (80:20); F6 (80:20); F7 (80:20); F8 (100:0)).



Fonte: Autoria própria, 2024.

Posteriormente à mistura dos pós, foram preparadas as massas dos bolos com a incorporação de margarina, ovos e leite, previamente pesados e misturados manualmente até completa homogeneização. Em seguida, a massa foi colocada em formas de silicone (figura 7) e assadas em forno industrial (figura 8).

Para a mistura utilizando a formulação controle (F8 100:0) e as variações do delineamento F1(70:10), F2(90:10), F5c(80:20), F6c(80:20), e F7c(80:20), as massas exibiram uma consistência mais fluída e fácil de manusear. No entanto, para as formulações F3(70:30) e F4(90:30), as massas mostraram-se mais viscosas, tornando-as mais difíceis de manipular, o que pode ser explicado pela maior concentração da farinha do resíduo de acerola e o seu índice de absorção em leite.

As massas prontas tiveram mudança na coloração, se tornando mais escuras, isso pode ser justificado por conta da cor da farinha do resíduo da acerola, que é mais pigmentada que a farinha de trigo.

Figura 7: Massas prontas para o processo de assamento: coluna 1: F1(70:10); coluna 2: F2 (90:10); coluna 3: F3(70:30); coluna 4: F4(90:30); coluna 5: F8(100:0); coluna 6 de baixo para cima: F5c(80:20), F6c(80:20), F7c(80:20).



Colunas: 1; 2; 3; 4; 5; 6.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 8: Bolos Assados: coluna 1: F1(70:10); coluna 2: F2(90:10); coluna 3: F3(70:30); coluna 4: F4 (90:30); coluna 5: F8(100:0); coluna 6 de baixo para cima: F5c(80:20), F6c(80:20), F7c(80:20).

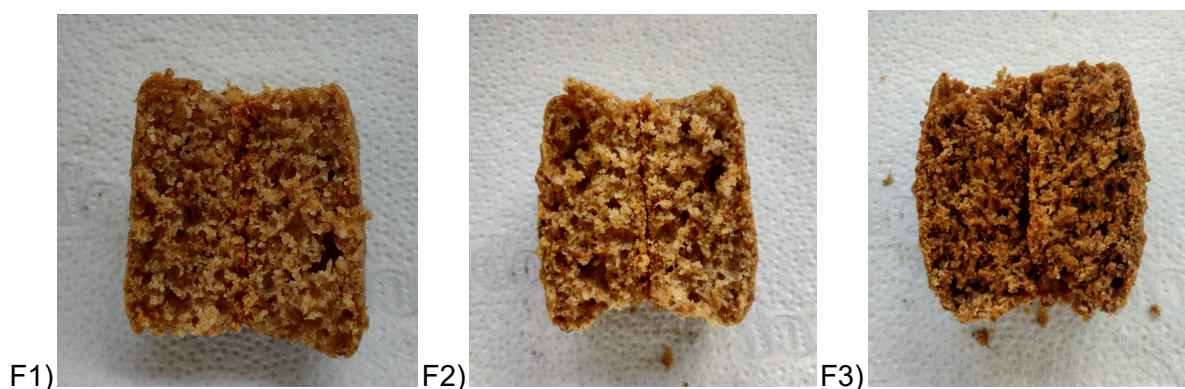


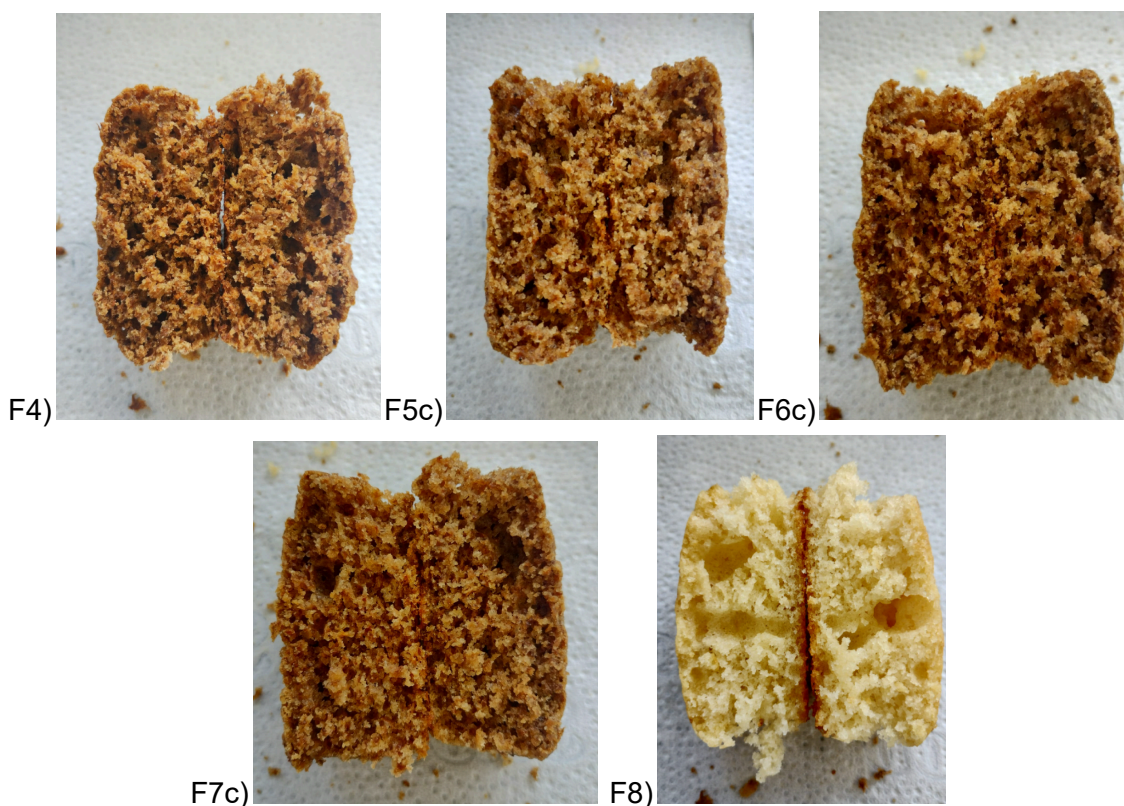
Colunas: 1; 2; 3; 4; 5; 6.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Os bolos assados, obtidos a partir das formulações do delineamento, apresentaram características muito próximas entre si, com relação à facilidade no corte. Com relação às formulações F3(70:30) e F4(90:30), observaram-se bolos com miolos mais estruturados, mais fáceis de fatiar, com maciez diminuída, cor de crosta mais escura e com aparência mais brilhante em relação às outras formulações. Na figura 9 estão representadas as estruturas internas dos bolos.

Figura 9: Bolos cortados ao meio para medição: F1(70:10); F2 (90:10); F3 (70:30); F4 (90:30); F5 (80:20); F6 (80:20); F7 (80:20); F8 (100:0).





Fonte: Autoria própria, 2024.

Para a avaliação tecnológica dos bolos foram determinados o volume específico (VE), os índices de volume (IV), de contorno (IC) e de simetria (IS), baseados no método descrito para teste de qualidade de bolos na AACC (1995). Os resultados obtidos estão representados no quadro 3.

Quadro 3: Resultados obtidos para: Volume Específico (VE), Índice de Volume (IV), Índice de Contorno (IC) e Índice de Simetria (IS).

Formulações	Volume Específico (cm ³ /g)	Índ. de volume (mm)	Índ. de contorno (mm)	Índ. de simetria (mm)
F1(70:10)	0,79	71	1	3
F2(90:10)	0,77	71	4	2
F3(70:30)	0,81	69	9	1
F4(90:30)	0,80	75	3	1
F5(80:20)	0,78	70	2	2
F6(80:20)	0,77	73	5	1
F7(80:20)	0,80	75	0	2
F8(100:0)	0,86	77	4	2

Fonte: Autoria própria, 2024.

O volume específico, ou razão entre o volume e a massa, tem relação direta com a fermentação durante o processo e retenção de gás carbônico nos produtos de panificação. É um parâmetro de qualidade que indica se a fermentação do bolo foi excessiva, resultando num volume específico muito grande, ou se ocorreram problemas na formação da estrutura do bolo na fermentação, resultando num baixo volume específico (BERTOLDO *et al.*, 2021).

Para obter uma massa adequada, é fundamental que a mistura contenha uma quantidade suficiente da proteína glúten. Durante o processo de forneamento, as proteínas do glúten formam uma estrutura que se espalha pelos componentes das farinhas. Sem uma quantidade adequada dessa proteína, a estrutura protéica resultante é frágil, o que reduz a capacidade da massa de reter gás e promove a formação de uma estrutura compacta e de volume reduzido (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

O aumento da concentração da farinha do resíduo de acerola afetou o crescimento dos bolos, por causa da diluição do trigo e, conseqüentemente, da redução do conteúdo da proteína glúten, necessária para a expansão e o crescimento dos bolos durante o processamento.

Todas as formulações tiveram o volume específico inferior à formulação controle. O que mostra que a farinha do resíduo de acerola tem impacto na estrutura da massa, diminuindo o seu crescimento. Esse fenômeno pode estar relacionado à viscosidade da massa, que aumentava à medida em que era adicionado a farinha do resíduo de acerola, o que pode ter dificultado a aeração dela durante a mistura, antes da cocção, indicando que danos à rede de glúten podem ter ocorrido pela diminuição da proteína.

A qualidade de contorno de massa e o desenvolvimento simétrico durante o forneamento constituem características importantes no processamento de produtos de panificação. A simetria de produtos de panificação deve ser uniforme e bem definida, se não, indica manuseio e processamento inapropriado (BORGES *et al.*, 2013).

Para o Índice de Simetria, o perfil desejado são valores entre 0,3 e 1,0, o que indica que apenas as formulações F3(70:30), F4(90:30) e F6c(80:20) atingiram o objetivo.

Em relação à simetria, os bolos F2(90:10), F5c(80:20) e F7c(80:20) apresentaram resultados similares aos do bolo controle, enquanto que os índices de contorno foram menores para F5c(80:20) e F7c(80:20) que a do bolo controle, e a

F2(90:10) foi similar. Observa-se, portanto, que embora a simetria não esteja dentro do ideal, a utilização de farinha do resíduo de acerola não interferiu nesse parâmetro de qualidade em relação ao bolo controle e que positivamente contribuiu para o contorno do bolo, o que faz com que a elaboração de bolos utilizando a farinha do resíduo de acerola se apresente como um aspecto positivo sob o ponto de vista tecnológico.

Para contribuir com a seleção de uma formulação, também foram analisados o teor de umidade e de ácido ascórbico presente nos bolos produzidos. Os resultados obtidos estão representados no quadro 4.

Quadro 4: Análises de umidade e ácido ascórbico presentes nos bolos.

Formulações	Umidade	Ácido ascórbico (mg/100g)
F1(70:10)	69,84 ± 0,63b	50,52 ± 2,04d
F2(90:10)	71,80 ± 1,10ab	70,40 ± 2,92c
F3(70:30)	73,78 ± 2,07a	190,81 ± 9,71a
F4(90:30)	73,87 ± 1,25a	176,15 ± 14,24a
F5(80:20)	72,65 ± 0,26ab	133,52 ± 0,02b
F6(80:20)	72,80 ± 0,15a	132,01 ± 0,06b
F7(80:20)	72,08 ± 0,03ab	134,87 ± 0,17b
F8(100:0)	71,68 ± 1,00ab	31,19 ± 0,09e

Resultado expresso como média ± desvio padrão. As médias seguidas da mesma letra, numa mesma coluna, não apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey a 95% de confiança.

Fonte: Autoria própria, 2024.

A presença de umidade em bolos é de suma importância sob diversos aspectos, podendo influenciar no crescimento de microrganismos e na textura. No entanto, é crucial notar que a umidade dos bolos tende a diminuir ao longo do armazenamento, levando as migalhas dos produtos assados a ficarem secas e rígidas. Foi observado que o acréscimo de farinha proveniente do resíduo de acerola aumentou a umidade em todos os bolos, o que pode ser explicado pela presença de altas concentrações de fibras e amido na farinha, aumentando a capacidade dos produtos em ligar água.

Costa *et al* (2001), avaliou a prevalência da deficiência de vitamina C em 104 crianças de 2 a 6 anos de idade em creches municipais de João Pessoa, PB. Para

as 72 crianças com níveis baixos de vitamina C foi oferecido durante 35 dias, 150 mL de suco de acerola (teor médio 565 mg de ácido ascórbico/100 mL), e comparou os níveis séricos médios de vitamina C antes e após a suplementação ($0,52 \pm 0,20$ mg/dL e $1,43 \pm 0,43$ mg/dL, respectivamente) observando um aumento dos níveis estudados e foi observado que também ocorreu um aumento significativo na concentração média de hemoglobina, que de $11,17 \pm 1,46$ g/dL passou a $12,22 \pm 1,52$ g/dL. Comprovando a eficácia da suplementação com acerola, para aumento da Vitamina C no organismo e redução dos riscos de anemia.

Avaliando e comparando os resultados do delineamento experimental para todos os parâmetros estudados, a formulação que mais se destacou foi a de número F3(70:30), pois apresentou maior teor de ácido ascórbico e o valor específico mais próximo ao da formulação controle. Utilizando essa formulação como base foram realizadas análises de pH, densidade aparente, compactada, real, Índice de Carr, fator de Hausner, as análises microbiológicas e elaborada uma tabela nutricional.

5.2.1 Análises Físicas da Mistura

Os resultados obtidos nas análises de umidade, pH, densidade, índice de compressibilidade (Índice de Carr) e índice de coesividade (Fator de Hausner) da formulação selecionada F3(70:30) estão descritos na Tabela 3:

Tabela 3: Análises físicas e físico-químicas da formulação F3 (70:30).

Análises	Média $\pm$ DP
Umidade	$5,48 \pm 0,05$
pH	$5,65 \pm 0,02$
Densidade Aparente	$0,60 \pm 0,01$
Densidade Compactada	$0,77 \pm 0,02$
Índice de Carr	21,7
Fator de Hausner	1,28

Fonte: Autoria própria, 2024.

Não foram encontrados na literatura estudos destes parâmetros com resíduo

de acerola em mistura para bolo. Com relação a umidade analisada no presente estudo (5,48%), Huerta (2018) encontrou em pré-mistura para bolo com bagaço de uva, umidade entre 7,16% e 7,38%, e concluiu que a mistura pode ter uma boa vida de prateleira e dificuldades com o desenvolvimento microbiano.

O valor de pH encontrado (5,65) foi menor do que o analisado por Huerta (2018) em pré-mistura para bolo com bagaço de uva com 6,26 e por Leite (2018) em mistura para bolo com polpa e casca de banana verde com pH entre 6,37 e 6,44. O pH também é um indicativo de predisposição ao desenvolvimento microbiano, Quanto mais ácido for um alimento, mais difícil é para o microrganismo sobreviver e crescer nele. Alimentos com pH maior que 4,5 são mais sujeitos a esse desenvolvimento, sendo necessário redobrar os cuidados com as boas práticas de fabricação.

O conhecimento da densidade de uma mistura de pós é fundamental para compreender sua capacidade de absorver água. A densidade aparente desempenha um papel crucial na especificação de embalagens, transporte e armazenamento. Também é importante para a estocagem e envase do produto, pois auxilia no dimensionamento de equipamentos e estruturas de armazenamento. A presença de espaços vazios entre as partículas da mistura contribui para uma menor densidade, influenciada por diversos fatores, como a densidade de seus componentes, geometria e tamanho das partículas, sua distribuição granulométrica e o método de análise utilizado. Pós com maior densidade aparente, granulometria mais fina e propensão à compactação tendem a apresentar maior dificuldade em absorver água (LEITE, 2018; MARTINS, 2019).

Pode ser observado na mistura estudada, uma média de densidade aparente de 0,60 g/cm³, próximo ao reportado por Leite (2018) ao analisar mistura para bolo a partir da biomassa de banana verde pelo processo de liofilização (0,56 g/cm³ a 0,58 g/cm³).

Para partículas que não resistem à compactação e têm baixo atrito entre si, é comum observar altas densidades aparentes. Isso acontece quando um conjunto de sólidos é disposto em um volume específico (recipiente), com uma propensão a organizar-se de maneira aleatória, deixando espaços vazios entre eles. Ao contrário disso, quando os pós são submetidos à compactação, essa tendência muda. A compactação pode ser compreendida como a compressão de um sistema bifásico, composto por sólidos e gás (pó e ar), sob a ação de uma força, resultando na

diminuição do volume do produto (LEITE, 2018; MARTINS, 2019).

Para o parâmetro de densidade compactada a mistura apresentou facilidade de compactação com valor de 0,77 g/cm³. Leite (2018) encontrou valores similares que se apresentaram entre 0,77 g/cm³ e 0,80 g/cm³ para a mistura para bolo liofilizada composta por 50% de casca e 50% de polpa de banana verde.

Como era previsto, os valores da densidade compactada foram maiores do que os da densidade aparente devido à menor presença de espaços vazios.

A fluidez de um pó é influenciada por diversos fatores, incluindo o tamanho e a distribuição das partículas, sua densidade e umidade. Quanto menor o valor do Índice de Carr (IC), melhor é a fluidez do material. Pós com IC inferior a 15 são classificados como tendo uma fluidez muito boa; entre 15 e 20 como boa; entre 20 e 35 como razoável; entre 35 e 45 como ruim e acima de 45 como muito ruim. Uma boa fluidez é essencial para garantir a distribuição eficiente dos ingredientes durante a elaboração de um produto (CARR, 1965, apud LEITE, 2018).

A mistura em estudo teve um IC (21,7%) superior ao encontrado por Leite (2018) com 26,0%. Entretanto as duas misturas são classificadas como pós de razoável fluidez.

A coesividade geralmente é uma propriedade de pós compostos por partículas mais finas do que grossas. Pós com um fator de Hausner (FH) abaixo de 1,2 são classificados como tendo baixa coesão; aqueles com FH entre 1,2 e 1,4 são considerados como tendo coesão intermediária; e os com FH acima de 1,4 são identificados como tendo alta coesão (HAUSNER, 1967, apud LEITE, 2018).

O estudo da coesividade da mistura expressa pelo Fator de Hausner (FH) apresentou um valor de 1,28, superior ao encontrado por Leite (2018) apresentado valores entre 0,73 e 0,75. Indicando que a mistura em estudo possui uma coesão intermediária.

5.2.2 Análises Microbiológicas da Mistura

A avaliação da qualidade microbiológica dos alimentos é crucial para determinar se há risco à saúde do consumidor e se o alimento está em condições

adequadas para ser consumido. Na tabela 4 são apresentados os resultados das análises microbiológicas da mistura para bolo selecionada F3(70:30).

Tabela 4: Resultados das análises microbiológicas da Formulação selecionada F3(70:30).

Microorganismo	Padrão Microbiológico*	Contagem	Conformidade
<i>Bolores e leveduras</i>	5×10^2	10^6 UFC/g	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	10	< 5 UFC/g	Conforme
<i>Salmonella</i>	Ausente	Ausente em 25g	Conforme
<i>Staphylococcus aureus</i>	10^2	< 5 UFC/g	Conforme

* De acordo com: ANVISA (2022a), para grupo de alimentos: Cereais, Farinhas, Massas Alimentícias e Produtos de Panificação.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Os fungos do tipo bolores e leveduras formam um amplo grupo de microrganismos, a maioria dos quais tem origem no solo ou no ar, e apresentam uma notável resistência a condições adversas, como pH ácido e baixa atividade de água. A textura do alimento, assim como as condições de armazenamento, exercem uma influência significativa sobre os tipos de fungos que causam a deterioração do produto. Em geral, as leveduras são mais prevalentes em alimentos líquidos devido à sua natureza unicelular e à sua capacidade de se dispersar facilmente, enquanto os bolores são favorecidos por substratos sólidos, onde há acesso direto ao oxigênio na superfície (SILVA *et al.*, 2017).

A *Escherichia coli* está classificada tanto no grupo dos coliformes totais quanto nos coliformes termotolerantes. Ela ocorre naturalmente no trato intestinal de animais de sangue quente, mas também pode contaminar os alimentos através de fontes não relacionadas às fezes. É frequente em ambientes de produção de alimentos, podendo estabelecer-se como parte da microbiota local, especialmente em condições de higiene inadequadas (SILVA *et al.*, 2017).

A *Salmonella* tem como principal habitat o trato intestinal de seres humanos e animais, água contaminada por esgoto não tratado, solo e insetos. Ela pode contaminar carne, vegetais no campo, mãos, equipamentos em linhas de produção de alimentos e utensílios de cozinha, podendo afetar toda a cadeia de produção de alimentos, desde a matéria-prima até os produtos finais (SILVA *et al.*, 2017).

Os *estafilococos* são amplamente distribuídos no ambiente, sendo

encontrados no ar, poeira, esgoto, água, além de serem parte da microbiota humana e animal, presentes nas vias nasais, garganta, pele e cabelos. A contaminação geralmente ocorre por meio dos manipuladores e pode ser transferida para os alimentos através de tosses, espirros ou lesões nas mãos ou braços causadas por *S. aureus*. Embora equipamentos e superfícies também possam ser fontes de contaminação, o *S. aureus* não é resistente ao calor, sendo facilmente eliminado durante processos que envolvem altas temperaturas como a pasteurização ou cocção dos alimentos (SILVA *et al.*, 2017).

Como os resultados encontram-se dentro dos padrões estipulados pela ANVISA, na Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022 (ANVISA, 2022a), para grupo de alimentos: Cereais, Farinhas, Massas Alimentícias e Produtos de Panificação, sugere-se que houve boas práticas de manipulação e produção, e que o produto elaborado possui qualidade microbiológica adequada.

5.2.3 Informação Nutricional da Mistura

A rotulagem nutricional dos alimentos desempenha um papel crucial para a população, fornecendo uma maneira fácil de entender as propriedades nutricionais de cada alimento. No quadro 5, está representada a tabela nutricional da formulação selecionada F3(70:30), considerando uma embalagem de 249g de mistura para bolo.

Quadro 5: Tabela Nutricional.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: Cerca de 4			
Porção: 60g (5 colheres de sopa)			
	100g**	60g	%VD(*)
Valor energético (Kcal)	292	230	11%
Carboidratos (g)	51	45	15%
Açúcares totais (g)	26	24	
Açúcares adicionados (g)	22	22	44%
Proteínas (g)	4,2	2,9	6%
Gorduras totais (g)	9,6	0,6	1%
Fibras alimentares (g)	3,2	3,8	15%
Sódio (mg)	241	158	8%
Vitamina C (mg)	190,81	421,49	421%
Não contém quantidades significativas de gorduras saturadas e gorduras trans.			
*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.			
**No alimento pronto para consumo.			

Fonte: Autoria própria, 2024.

A ANVISA determina que para um alimento sólido vincular em seu rótulo a alegação “Fonte de...” deve fornecer no mínimo 10% do valor diário recomendado (VDR) de um determinado nutriente, em uma porção do produto (ANVISA, 2020). Considerando que o VDR de fibras é de 25g e que um produto para ser considerado fonte de fibras deve fornecer no mínimo 2,5g de fibras/porção do produto, a mistura para bolo enriquecida com a farinha do resíduo de acerola pode vincular a alegação de fonte de fibras, já que possui 3,8g de fibras/60g do produto.

A ANVISA também determina que para um alimento sólido vincular em seu rótulo a alegação “Alto em...” deve fornecer no mínimo 30% do valor diário recomendado (VDR) de uma determinada vitamina, em uma porção do produto (ANVISA, 2020). Considerando que o VDR da Vitamina C é de 100mg e que um produto para ser considerado Alto em Vitamina C deve fornecer no mínimo 30 mg de Vitamina C/60g do produto, as misturas para bolo enriquecidas com a farinha do resíduo de acerola podem vincular a alegação de Alto em Vitamina C, já que possuem 421,49 mg de Vitamina C/60g do produto.

6. CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos neste estudo e considerando-se a elevada produção de resíduos provenientes do processamento da acerola e sua qualidade nutricional, principalmente seu elevado teor de ácido ascórbico e fibras, a farinha desse resíduo se apresenta como uma ótima alternativa de baixo custo para o enriquecimento de produtos alimentícios, que poderão beneficiar os consumidores que necessitam de alimentos com maior teor de Vitamina C e fibras.

Foi possível desenvolver uma formulação de mistura para bolo com características físicas, físico-químicas e tecnológicas muito próximas de uma formulação controle, com a agregação do valor nutricional, suprimindo os valores diários recomendados para Vitamina C e fibras, dentro dos requisitos de padrões microbiológicos vigentes.

Sugere-se para estudos futuros a avaliação sensorial e análise de textura instrumental dos bolos, e um acompanhamento da vida de prateleira da farinha a fim de determinar mudanças nos parâmetros de qualidade, possibilitando concluir se esse produto apresenta potencial de comercialização.

REFERÊNCIAS

AACC, 1995. American Association of Cereal Chemists. Approves methods of the American Association of Cereal Chemists. 9 ed. Saint Paul. 1995.

ABIMAPI (Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, M. A. e P. e B. I). Estatísticas de Mercado. 2023. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/estatisticas-mercado/>> Acesso em: 13 de janeiro de 2024.

ACHOR, Mohammed *et al.* Physicochemical properties of cassava starch retrograded in alcohol. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 5, n. 10, p. 126-131, 2015.

ALVES, Amanda Suellen Santana. **Obtenção e caracterização físico-química da farinha do resíduo da acerola**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso.

ALVES, Letícia Lima. **Farinha de Trigo Enriquecida com Farinha de Resíduo de Acerola**. 2019.

ANVISA, 1978. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 12, de 30 de março de 1978. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnnpa/1978/res0012_30_03_1978.html>. Acesso em: 23 de janeiro de 2024.

ANVISA, 2020. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. IN nº 75, de 08 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/IN+75_2020_.pdf/7d74fe2d-e187-4136-9fa2-36a8dcfc0f8f>. Acesso em: 08 de março de 2024.

ANVISA, 2022a. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. IN nº 161, de 1º de julho de 2022. Padrões Microbiológicos dos Alimentos. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2024.

ANVISA, 2022b. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 714, de 1º de julho de 2022. Requisitos Sanitários para Enriquecimento e Restauração de Alimentos. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_714_2022_.pdf/72ab4c7e-f385-450b-bfd3-d3a7bb97d476>. Acesso em: 18 de janeiro de 2024.

ANVISA, 2003. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0360_23_12_2003.html> . Acesso em: 10 de março de 2024.

AQUINO, Ana Carolina Moura de Sena. *et al.* Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 379-386, 2010.

ARAÚJO, Kédima de Azevedo. **Desenvolvimento de Farinha Pré-Cozida de Batata-Doce de Casca e Polpa Roxa (Ipomoea batatas, L.(Lam)) e sua Aplicação na Elaboração de Tortilha.** 2019.

BARROS, Viviane Martins. **Influência do processamento de secagem nos teores de compostos bioativos e antinutricionais em farinha de resíduo de acerola.** 2019.

BERTOLDO, Tatiane *et al.* **Elaboração de cupcakes livres de alergênicos alimentares.** 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BORGES, JT da S. *et al.* Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim Ceppa**, v. 24, n. 1, p. 145-162, 2006.

BORGES, João Tomaz da Silva. *et al.* Utilização de farinha mista de trigo e quinoa na elaboração de bolos. **Revista brasileira de tecnologia agroindustrial**, v. 7, n. 2, 2013.

BRAGA, Ana Carolina Dias *et al.* Caracterização e obtenção de farinha do resíduo gerado no processo industrial de clarificação do suco de acerola. **Revista Semiárido De Visu**, v. 1, n. 2, p.126-133, 2011.

BRASIL. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução nº 38, de 21 de dezembro de 1977. Aprova como coadjuvantes da tecnologia de fabricação, destinados ao fabrico de produtos forneados, tais como: pão, broa, biscoito, bolacha, bolo, torta e demais produtos afins de confeitaria.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 62 de 29 de dezembro de 2011. Dispõe sobre regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte do leite. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 58, de 30 de agosto de 2016. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. Diário Oficial da União, nº 169, Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/documentos/01_09-secao-1-portaria-58.pdf> Acesso em: 15 de Janeiro de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico Sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005.html> Acesso em: 18 de janeiro de 2024.

BRASIL. Resolução-RDC nº711, de 1º de julho de 2022. Regulamento técnico para

produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_711_2022_.pdf/f9212b72-7d2d-451f-b21b-7a7fb9b94a81> Acesso em: 15 de Janeiro de 2024.

BRITTES, J. M.; MOREIRA, A. C. Estudo de Diferentes Processos de Mistura de Pós Usados Para o Preparo de Cápsulas em Farmácias Magistrais. **Revista Contexto & Saúde**, [S. l.], v. 6, n. 10, p. 47–53, 2013. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/1380>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2024.

CARR, H.E. Evaluating flow properties of solids. **Chemical Engineering**, v. 74, n. 2, p. 163- 168, 1965.

CHAVES, Thalyta Andrade de Lima *et al.* **Produção de Petiscos para Cachorro com Farinha de Resíduo Industrial de Processamento de Acerola**. 2022.

COSTA, Maria José de Carvalho *et al.* Efeito da suplementação com acerola nos níveis sanguíneos de vitamina C e de hemoglobina em crianças pré-escolares. **Revista de Nutrição**, v. 14, p. 13-20, 2001.

CRAVO, Giullia Lorena da Silva Busch *et al.* **Análises Físico-Químicas, Qualidade Nutricional e Sensorial de Muffins Elaborados com Farinha de Grão-de-Bico com Adição de Nozes**. 2023.

DA CUNHA, C. R.; MACIEL, V. T.; DE SOUZA, J. M. L. **Mistura para bolo com farinhas de castanha-do-brasil e banana verde**. 2014.

DE BORBA, Verônica Simões *et al.* Modificações do amido e suas implicações tecnológicas e nutricionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**, v. 1, n. 31, p. 428-457, 2021.

DE FREITAS, S. T. *et al.* Colheita e armazenamento de acerola destinada ao consumo in natura. **Instruções Técnicas – Embrapa**. Petrolina. 2016.

DE JESUS, Geovanna Rayssa Padilha Pereira *et al.* Desenvolvimento de Cookie Adicionado de Farinha de Beterraba: Proposta Educativa para Aumentar o Consumo da Hortaliza entre Crianças. **Revista Contexto & Saúde**, v. 23, n. 47, p. e13569-e13569, 2023.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788582715260. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#!/books/9788582715260/>. Acesso em: 09 de março de 2024.

FERRAZ, C. A. *et al.* MODIFICAÇÃO QUÍMICA DO AMIDO EXTRAÍDO DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO AGROINDUSTRIAL DA MANGA (Mangifera indica L.) VAR. UBÁ. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 3389-3395, 2015.

FONSECA, Luiz Gustavo dos Santos *et al.* Aproveitamento de Farinha de Casca de Abacaxi na Elaboração de Cookies. In: **ANAIS DO 15º SLACAN - SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO**, 2023.

FONTES, Laura Beatriz Ferreira *et al.* **Aproveitamento do Resíduo de Cajá na Elaboração de Farinhas para Aplicação em Biscoitos Tipo Cookie.** 2023.

FRANCA, Simone Alves Monteiro da. **Obtenção do Colorante e do Amido das Sementes de Urucum (*Bixa orellana* L.):** Otimização dos Parâmetros de Processo. 2018.

FREITAS, Esther Emily Silva *et al.* Uso de redes neurais artificiais para modelagem das propriedades de bolo sem glúten elaborado com farinha de arroz e farinha do resíduo agroindustrial de acerola. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 3, p. 10734-10753, 2023.

GUARABIRA, Maria Eduarda de Freitas. **Avaliação da Qualidade de Pães Integrais: Impacto do Uso de Farinhas Integrais Reconstituídas.** 2023.

GUIMARÃES, Maria Luisa Lauton *et al.* Potencial de aproveitamento dos coprodutos de frutas tropicais na elaboração de novos produtos alimentícios. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, p. e14312240012-e14312240012, 2023.

HAUSNER, H.H. Friction conditions in a mass of metal powder. **Powder Metall**, v. 13, p. 7- 13, 1967.

HUERTA, Marina da Mota. **Bagaço de uva: Aproveitamento, Avaliação e Aplicação em Pré-mistura para bolo.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, p. 85. 2018.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Censo Agro. Acerola | Brasil. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/acerola/br>>. Acesso em: 14 de janeiro de 2024.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, I. A. L. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosia_l_2008.pdf> Acessado em: 13 de janeiro de 2024.

LEITE, Ana Nery Alves Martins Pereira. **Obtenção de mistura para bolo a partir da biomassa de banana verde pelo processo de liofilização.** 2018.

LEMOS, Danielle Martins *et al.* Elaboração e caracterização de geleia prebiótica mista de jabuticaba e acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

LIMA, Mayara Dávila de Mesquita de. **Obtenção e caracterização de ovo em pó obtido em spray dryer piloto.** 2018.

LIMA, Paula Cristina Carvalho *et al.* Utilização de resíduo do processamento de acerola (*Malpighia emarginata* DC) na confecção de biscoito tipo língua de gato. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 2, p. 1488-1500, 2014.

MAGALHÃES, Marcela Paula Drumond *et al.* **Obtenção da farinha do resíduo do processamento de acerola e avaliação de compostos bioativos e nutritivos.** 2021.

MARQUES, T. Z. **Aproveitamentos tecnológicos de resíduos de acerola: farinhas e barra de cereais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. 2013.

MARTINS, Tanmera da Silva. **Produção de coproduto de araçá (*psidium cattleianum*): características da farinha e sua aplicação como novo ingrediente na indústria de panificação**. 2019.

MATOS, Simone Pires de. **Operações Unitárias - Fundamentos, Transformações e Aplicações dos Fenômenos Físicos e Químicos**. Editora Saraiva, 2015. E-book. ISBN 9788536520018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520018/>. Acesso em: 30 de março de 2024.

MARINHO, Rosângela Maria Oliveira *et al.* Pães com farinha de casca de melão (cantaloupe): produção e caracterização nutricional e tecnológica. **Revista Sítio Novo**, v. 7, n. 3, p. 21-33, 2023.

MIRI, Janice da Costa. **Desenvolvimento de mistura para bolo com adição de farinha da casca do abacaxi (ananas comuns L. merril) e farinha de banana verde (*Musa spp*)**. 2020.

NETO, Acácio Figueiredo; REIS, Daíse Souza; CARNEIRO, Raquel Mota. Conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes condições de temperaturas. **Actas Portuguesas de Horticultura**, p. 172-179, 2018.

NÓBREGA, Erly Maria Medeiros de Araújo. **Secagem do resíduo de acerola (*Malphigia emarginata* DC): estudo do processo e avaliação do impacto sobre o produto final**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

OKEZIE, B. Onuma; BELLO, A. B. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. **Journal of Food science**, v. 53, n. 2, p. 450-454, 1988.

OLIVEIRA, Andréia FróesGaluci. Testes estatísticos para comparação de médias. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 6, p. 777-788, 2008.

OLIVEIRA, Fernanda Antonia de Souza. *et al.* Utilização de farinha de albedo de maracujá (*Passiflora edulis*) na substituição parcial de farinha de trigo para a elaboração de bolos. **Brazilian Applied Science Review**, v. 3, n. 6, p. 2457-2468, 2019.

PAGANI, Tamires *et al.* Características do pão de forma elaborado com diferentes concentrações de farinha de ervilha. **Revista Latinoamericana Ambiente e Saúde**, v. 5, n. 3 (especial), p. 124-129, 2023.

QUIRINO, Eliakin Cassiano Gomes. **Obtenção da farinha do pedúnculo de caju e seu emprego na formulação de bolo rico em fibras**. 2019.

REIS, Daíse Souza *et al.* Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. **Braz. J. Food Technol.**, v.20,

e2015083, 2017.

RODRIGUES, Marili Villa Nova *et al.* Produção de xarope de açúcar invertido obtido por hidrólise heterogênea, através de planejamento experimental. **Food Science and Technology**, v. 20, p. 103-109, 2000.

SANTOS, Leandro Soares et al. Efeito dos métodos de extração na composição, rendimento e propriedades da pasta do amido obtido da semente de jaca. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 3, p. 255-261, 2013.

SGARBOSA, Letícia. **Otimização de pectina e farinha de acerola em leite fermentado simbiótico e sobrevivência probiótica frente simulação de condições gastrointestinais in vitro**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista.

SILVA, Denise Andrade da. **Utilização da farinha de resíduos de acerola e umbu cajá na produção de bolo tipo cupcake**. 2017.

SILVA, Diogo Italo Segalen da. **Estudo da transferência de calor e massa na secagem em leito fixo visando o aproveitamento de resíduo de acerola (Malpighia emarginata DC)**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Uberlândia.

SILVA, João Luiz Maximo da. **Panificação: da moagem do grão ao pão assado**. Editora Manole, 2021. E-book. ISBN 9786555764895. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555764895/>. Acesso em: 09 de março de 2024.

SILVA, Neusely da; JUNQUEIRA, Valéria C A.; SILVEIRA, Neliane F. de A.; **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. Editora Blucher, 2017. E-book. ISBN 9788521212263. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521212263/>. Acesso em: 25 de abril de 2024.

SOBRINHO, Ivan Santos Batista. **Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

SOUSA, Maria Pereira Felix de. **Atividade Antioxidante da Vitamina C: seu papel na prevenção da oxidação dos alimentos**. 2021.

SOUZA, Regina Ceres Carolino Corrêa de. **Desenvolvimento de bebida fermentada com cultura probiótica adicionada de soro de leite e farinha de resíduo de acerola (Malpighia emarginata)**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

TBCA. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 2024. Disponível em: https://www.tbca.net.br/base-dados/composicao_alimentos.php. Acesso em: 08 de março de 2024.

TADINI, Carmen C. **Operações Unitárias na Indústria de Alimentos**. Grupo GEN, 2015. E-book. ISBN 978-85-216-3034-0. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-3034-0/>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2024.

VASCONCELOS, Nathália Carvalho de. **Estado da arte e análise bibliométrica da substituição de ovos em fabricação de bolos**. 2022. Trabalho de Conclusão de Graduação.

VIANA, Leonara Martins *et al.* **Elaboração e Caracterização de Bolos sem Glúten Contendo Farinha Mista de Polpa e Casca de Banana Verde**. 2023.

VIDAL, Ana Renally Cardoso. **Obtenção e caracterização de biscoitos sem glúten e sem lactose com farinha de batata-doce e antioxidantes naturais**. 2016.

APÊNDICE I

Dados brutos obtidos a partir das análises físico-químicas e tecnológicas da farinha do resíduo da acerola.

Quadro 6: Teor de umidade inicial do resíduo úmido.

Umidade do resíduo (úmido)	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Umidade evap.	Resultado % (b.u)	Média	Desvio padrão
Cápsula 11:	11,1605	2,9458	11,5647	0,4042	2,5416	86,28	84,82	1,17
Cápsula 18:	11,2002	2,9960	11,6775	0,4773	2,5187	84,07		
Cápsula 41:	12,0642	2,9026	12,5374	0,4732	2,4294	83,70		
Cápsula 49:	11,5468	2,8474	11,9669	0,4201	2,4273	85,25		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 7: Distribuição do tamanho de partículas da farinha do resíduo de acerola.

Mesh	Abertura	Peneira (g)	Peneira + amostra (g)	Retenção (g)	Retenção (%)
16	1,18mm	350,52	360,22	9,70	19,4
20	850µm	326,51	339,45	12,94	25,88
30	600µm	324,23	332,98	8,75	17,5
40	425µm	326,23	333,12	6,89	13,78
50	300 µm	304,65	308,79	4,14	8,28
70	212 µm	291,85	294,95	3,10	6,2
100	150µm	285,75	287,87	2,12	4,24
fundo	-	371,22	372,78	1,56	3,12

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 8: Teor de umidade da farinha com 6 horas de secagem.

Umidade da Farinha (6 horas)	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Umidade evap.	Resultado % (b.u)	Média	Desvio padrão
Cápsula 09:	11,3421	2,0034	12,9616	1,6195	0,3839	19,16	18,58	0,55
Cápsula 14:	11,3104	2,0015	12,9504	1,6400	0,3615	18,06		
Cápsula 29:	11,2347	2,0005	12,8650	1,6303	0,3702	18,51		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 9: Teor de umidade da farinha com 8 horas de secagem.

Umidade da farinha (8 horas)	Cápsula	Amostra Inicial	Peso final	Amostra final	Umidade evap.	Resultado % (b.u)	Média	Desvio padrão
Cápsula 11:	11,1596	2,0314	13,1314	1,9718	0,0596	2,93	3,12	0,18
Cápsula 18:	11,2000	2,0284	13,1615	1,9615	0,0669	3,30		
Cápsula 41:	12,0644	2,0249	14,0257	1,9613	0,0636	3,14		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 10: Teor de ácido ascórbico da farinha do resíduo de acerola.

Vit. C (Farinha)	Amostra (g)	Volume gasto (ml)	Fator	Resultado (mg/100g)	Média (mg/100g)	Desvio padrão (mg/100g)
Erlenmeyer 1	0,0115	6,5	0,0893	5047,39	5026,41	18,35
Erlenmeyer 2	0,0121	6,8		5018,51		
Erlenmeyer 3	0,0114	6,4		5013,33		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 11: Teor de cinzas da farinha do resíduo de acerola.

Cinzas (Farinha)	Cápsula	Amostra Inicial	Peso final	Amostra final	Resultado (g/100g)	Média	Desvio padrão
Cápsula 1:	38,3733	5,0062	38,5134	0,1401	2,80	2,82	0,03
Cápsula 2:	37,0159	5,0148	37,1590	0,1431	2,85		
Cápsula 3:	38,0690	5,0089	38,2103	0,1413	2,82		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 12: Teor de proteína da farinha do resíduo de acerola.

Proteínas (Farinha)	Amostra Inicial	Fator HCL	Fator nitrogênio	Fator de convenção	Volume gasto	Resultado (g/100g)	Média	Desvio padrão
Erlenmeyer 1	1,5146	0,9558	0,14	6,25	16,5	9,11	9,12	0,15
Erlenmeyer 2	1,5004				16,1	8,97		
Erlenmeyer 3	1,5138				16,8	9,28		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 13: Teor de lipídios da farinha do resíduo de acerola.

Lipídios (Farinha)	Cápsula	Amostra Inicial	Peso final	Lipídios	Vol. da fase inf.	Resultado (g/100g)	Média	Desvio padrão
Cápsula 1:	45,0960	2,0078	45,1121	0,0161	20	3,21	3,07	0,16
Cápsula 2:	46,7818	2,0301	46,7965	0,0147	20	2,90		
Cápsula 3:	46,5551	2,0245	46,5708	0,0157	20	3,10		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 14: Teor de açúcares totais da farinha do resíduo de acerola.

Açúcares Totais (Farinha)	Gastou (ml)	Amostra (g)	Fator	Resultado (g/100g)	Média	Desvio padrão
Balão 1:	4,3	5,0054	0,074	42,98	45,14	2,20
Balão 2:	3,9			47,38		
Balão 3:	4,1			45,07		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 15: Teor de amido da farinha do resíduo de acerola.

Amido (Farinha)	Gastou (ml)	Amostra (g)	Fator	Resultado (g/100g)	Média	Desvio padrão
Balão 1:	4,3	5,023	0,074	42,83	41,57	1,42
Balão 2:	4,4			41,85		
Balão 3:	4,6			40,03		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 16: pH da farinha do resíduo de acerola.

pH (Farinha)	pH	Média	Desvio padrão
1:	3,41	3,41	0,01
2:	3,41		
3:	3,42		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 17: Teor de carboidrato da farinha do resíduo de acerola.

Carboidrato (Farinha)	Resultado g/100g
	81,86

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 18: Teor de fibras alimentar total da farinha do resíduo de acerola.

Fibras (Farinha)	Resultado g/100g
	40,29

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 19: Índice de Absorção em Água (IAA), Óleo (IAO) e Leite (IAL) da farinha do resíduo de acerola.

Água		Óleo		Leite	
A1	6,58	O1	3,29	L1	5,44
A2	6,39	O2	3,69	L2	5,48
A3	6,39	O3	3,19	L3	5,57
Média	6,39		3,29		5,48
Desvio padrão	0,11		0,26		0,07

Fonte: Autoria própria, 2024.

Dados brutos obtidos a partir das análises Físicas e Físico-químicas dos bolos produzidos.

Quadro 20: Teor de umidade do bolo F1(70:10)

Umidade (F1):	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Resultado (%)	Média	Desvio Padrão
Cápsula 55:	11,4909	2,0452	12,9144	1,4235	69,60	69,84	0,63
Cápsula 47:	11,6430	2,1599	13,1670	1,5240	70,56		
Cápsula 45:	11,5282	2,1458	13,0168	1,4886	69,37		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 21: Teor de umidade do bolo F2(90:10)

Umidade (F2):	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Resultado (%)	Média	Desvio Padrão
Cápsula 38:	11,2835	2,0174	12,7067	1,4232	70,55	71,80	1,10
Cápsula 13:	11,3307	1,9828	12,7632	1,4325	72,25		
Cápsula 32:	11,8857	2,2013	13,4842	1,5985	72,62		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 22: Teor de umidade do bolo F3(70:30)

Umidade (F3):	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Resultado (%)	Média	Desvio Padrão
Cápsula 26:	11,5499	2,3117	13,3088	1,7589	76,09	73,78	2,07
Cápsula 15:	11,1159	2,1480	12,6643	1,5484	72,09		
Cápsula 52:	10,4257	2,2542	12,0752	1,6495	73,17		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 23: Teor de umidade do bolo F4(90:30)

Umidade (F4):	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Resultado (%)	Média	Desvio Padrão
Cápsula 25:	11,3570	2,1780	12,9965	1,6395	75,28	73,87	1,25
Cápsula 30:	11,2418	2,3307	12,9532	1,7114	73,43		
Cápsula 46:	11,2463	2,3315	12,9459	1,6996	72,90		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 24: Teor de umidade do bolo F5c(80:20)

Umidade (F5c):	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Resultado (%)
Cápsula 37:	11,2957	2,1521	12,8591	1,5634	72,65

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 25: Teor de umidade do bolo F6c(80:20)

Umidade (F6c):	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Resultado (%)	Média (F5;F6;F7)	Desvio Padrão (F5;F6;F7)
Cápsula 08:	11,4178	2,3450	13,1250	1,7072	72,80	72,51	0,39

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 26: Teor de umidade do bolo F7c(80:20)

Umidade (F7c):	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Resultado (%)
Cápsula 16:	11,1770	2,3469	12,8684	1,6914	72,07

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 27: Teor de umidade do bolo F8(100:0)

Umidade (F8):	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Resultado (%)	Média	Desvio Padrão
Cápsula 53:	10,9498	2,3035	12,6277	1,6779	72,84	71,68	1,00
Cápsula 49:	11,5443	2,2037	13,1099	1,5656	71,04		
Cápsula 36:	11,5764	2,1352	13,0960	1,5196	71,17		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 28: Teor de ácido ascórbico do bolo F1(70:10)

Vit. C (F1)	Amostra (g)	Volume gasto (ml)	Resultado (mg/100g)	Fator	Média (mg/100g)	Desvio padrão (mg/100g)
Erlenmeyer 1	0,1032	0,6	51,92	0,0893	50,52	2,04
Erlenmeyer 2	0,1041	0,6	51,47			
Erlenmeyer 3	0,1112	0,6	48,18			

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 29: Teor de ácido ascórbico do bolo F2(90:10)

Vit. C (F2)	Amostra (g)	Volume gasto (ml)	Resultado (mg/100g)	Fator	Média (mg/100g)	Desvio padrão (mg/100g)
Erlenmeyer 1	0,1332	1,1	73,75	0,0893	70,40	2,92
Erlenmeyer 2	0,1306	1	68,38			
Erlenmeyer 3	0,1293	1	69,06			

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 30: Teor de ácido ascórbico do bolo F3(70:30)

Vit. C (F3)	Amostra (g)	Volume gasto (ml)	Resultado (mg/100g)	Fator	Média (mg/100g)	Desvio padrão (mg/100g)
Erlenmeyer 1	0,1163	2,6	199,64	0,0893	190,81	9,71
Erlenmeyer 2	0,1287	2,6	180,40			
Erlenmeyer 3	0,1346	2,9	192,40			

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 31: Teor de ácido ascórbico do bolo F4(90:30)

Vit. C (F4)	Amostra (g)	Volume gasto (ml)	Resultado (mg/100g)	Fator	Média (mg/100g)	Desvio padrão (mg/100g)
Erlenmeyer 1	0,1388	2,5	160,84	0,0893	176,15	14,24
Erlenmeyer 2	0,1134	2,4	188,99			
Erlenmeyer 3	0,1250	2,5	178,60			

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 32: Teor de ácido ascórbico do bolo F5c(80:20)

Vit. C (F5c)	Amostra (g)	Volume gasto (ml)	Resultado (mg/100g)	Fator
Erlenmeyer 1	0,1137	1,7	133,52	0,0893

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 33: Teor de ácido ascórbico do bolo F6c(80:20)

Vit. C (F6c)	Amostra (g)	Volume gasto (ml)	Resultado (mg/100g)	Fator	Média (mg/100g)	Desvio padrão (mg/100g)
Erlenmeyer 1	0,1150	1,7	132,01	0,0893	133,47	1,43

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 34: Teor de ácido ascórbico do bolo F7c(80:20)

Vit. C (F7c)	Amostra (g)	Volume gasto (ml)	Resultado (mg/100g)	Fator
Erlenmeyer 1	0,1258	1,9	134,87	0,0893

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 35: Teor de ácido ascórbico do bolo F8(100:0)

Vit. C (F8)	Amostra (g)	Volume gasto (ml)	Resultado (mg/100g)	Fator	Média (mg/100g)	Desvio padrão (mg/100g)
Erlenmeyer 1	0,1144	0,4	31,22	0,0893	31,19	0,09
Erlenmeyer 2	0,1143	0,4	31,25			
Erlenmeyer 3	0,1149	0,4	31,09			

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 36: Volume Específico dos Bolos

Formulações	Densidade (g/cm ³)	Volume (cm ³)	Massa (g)	Volume Específico (cm ³ /g)
F1	1,26	20,18	25,50	0,79
F2	1,30	19,60	25,50	0,77
F3	1,23	21,90	27,00	0,81
F4	1,25	21,17	26,50	0,80
F5	1,28	19,60	25,00	0,78
F6	1,30	19,60	25,50	0,77
F7	1,26	20,70	26,00	0,80
F8	1,16	21,17	24,50	0,86

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 37: Índice de Volume (IV), Índice de Contorno (IC) e Índice de Simetria (IS) dos bolos.

Formulações	Ponto B	Ponto C	Ponto D	Índ. de volume (mm)	Índ. de Contorno (mm)	Índ. de simetria (mm)
F1	2,5	2,4	2,2	71	1	3
F2	2,4	2,5	2,2	71	4	2
F3	2,2	2,6	2,1	69	9	1
F4	2,5	2,6	2,4	75	3	1
F5	2,4	2,4	2,2	70	2	2
F6	2,4	2,6	2,3	73	5	1
F7	2,6	2,5	2,4	75	0	2
F8	2,6	2,7	2,4	77	4	2

Fonte: Autoria própria, 2024.

Dados brutos obtidos a partir das análises Físicas e Físico-químicas das misturas elaboradas .

Quadro 38: Teor de umidade da Formulação Seleccionada F3(70:30)

Umidade da mistura	Cápsula	Amostra inicial	Peso final	Amostra final	Umidade evap.	Resultado % (b.u)	Média	Desvio padrão
Cápsula 36:	11,5790	2,0609	13,5275	1,9485	0,1124	5,45	5,48	0,05
Cápsula 25:	11,3648	2,0927	13,3434	1,9786	0,1141	5,45		
Cápsula 55:	11,4892	2,1391	13,5097	2,0205	0,1186	5,54		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 39: pH da Formulação Seleccionada F3(70:30)

pH	Média	Desvio
5,64	5,65	0,02
5,64		
5,67		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 40: Densidade aparente da Formulação Seleccionada F3(70:30)

Densidade Aparente	Massa (g)	Volume (ml)	Resultado	Média	Desvio
Amostra 1:	1,186	2	0,59	0,60	0,01
Amostra 2:	1,0838	1,8	0,60		
Amostra 3:	1,0436	1,7	0,61		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quadro 41: Densidade compactada da Formulação Seleccionada F3(70:30)

Densidade Compactada	Massa (g)	Volume (ml)	Resultado	Média	Desvio padrão
Amostra 1:	1,186	1,5	0,79	0,77	0,02
Amostra 2:	1,0838	1,4	0,77		
Amostra 3:	1,0436	1,4	0,75		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Dados brutos obtidos a partir do cálculo da tabela nutricional da formulação

selecionada F3(70:30).

Quadro 42: Cálculo da tabela nutricional da Formulação Selecionada F3(70:30)

	Farinha de acerola	Farinha de trigo	Açúcar	Amido de milho	Fermento	Sal	MISTURA PRONTA
Quantidade utilizada (g)	34,8	81,2	92	32	8	1	249
Valor energético (kcal)	164,30124	287,448	368	112	22	0	954
Carboidratos (g)	28,48728	60,9	91,632	27,2	4,72	0	213
Açúcares totais (g)	15,7122	1,624	91,632	0	0,08	0	109
Açúcares adicionados (g)	0	0	91,632	0	0	0	92
Proteínas (g)	3,17376	8,12	0,2944	0	0,576	0	12
Gorduras totais (g)	1,06836	1,2992	0	0	0,096	0	2
Gorduras saturadas (g)	0	0,2436	0	0	0,016	0	0
Gorduras trans (g)	0	0	0	0	0	0	0
Fibras alimentares (g)	14,02092	1,5428	0	0	0,152	0	16
Sódio (mg)	1,5486	236,292	0	0	28,72	387,58	654
Cálcio (mg)	0	0	6,9828	0	0	0	7
Vitamina C (mg)	1749,19068	0	0	0	0	0	1749

Fonte: Autoria própria, 2024.