

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CASSIANE MAYARA FRANCO DA SILVA

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA SEM
GLÚTEN COM FARINHA DE ARROZ VERMELHO (*Oryza sativa* L.)

JANDAIA DO SUL

2024

CASSIANE MAYARA FRANCO DA SILVA

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA SEM
GLÚTEN COM FARINHA DE ARROZ VERMELHO (*Oryza sativa L.*)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos, Campus Avançado Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Leomara Floriano Ribeiro

JANDAIA DO SUL

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA JANDAIA DO SUL

Silva, Cassiane Mayara Franco da

Desenvolvimento e caracterização de massa alimentícia sem glúten com farinha de arroz vermelho (*Oryza sativa L.*). / Cassiane Mayara Franco da Silva. – Jandaia do Sul, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná,
Campus Jandaia do Sul, Graduação em Engenharia de Alimentos.
Orientadora: Profa. Dra. Leomara Floriano Ribeiro.

1. Compostos bioativos. 2. Parâmetros tecnológicos.
3. Composição centesimal. I. Ribeiro, Leomara Floriano.
II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD: 664

Bibliotecário: César A. Galvão F. Conde - CRB-9/1747



PARECER Nº 351/2024/UFPR/R/JA
PROCESSO Nº 23075.071163/2021-31
INTERESSADO: COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

351/2024/UFPR/R/JA

23075.071163/2021-31

COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

TERMO DE APROVAÇÃO

CASSIANE MAYARA FRANCO DA SILVA

"DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA SEM GLÚTEN COM FARINHA DE ARROZ VERMELHO"

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos no curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, Aprovado pela seguinte banca examinadora:

Orientadora: Dra. Leomara Floriano Ribeiro
Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Dra. Dirlei Diedrich Kieling
Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Dr. Daniel Angelo Longhi
Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Jandaia do Sul, 26 de junho de 2024



Documento assinado eletronicamente por **LEOMARA FLORIANO RIBEIRO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/06/2024, às 10:45, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **DIRLEI DIEDRICH KIELING, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/06/2024, às 10:45, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **DANIEL ANGELO LONGHI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/06/2024, às 10:46, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **6725085** e o código CRC **66A43E79**.

DEDICATÓRIA

À Deus, dono de toda ciência
Aos meus pais Abel Franco da Silva e Neusa de Fátima Gonçalves da Silva.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por ter me permitido vivenciar essa experiência, me sustentando a cada dia e fazendo com que o caminho se tornasse mais claro e certo, mesmo em momentos difíceis e inesperados. Definitivamente sua graça e misericórdia me cercaram e me conduziram por esse caminho que Ele próprio arquitetou para mim.

Ao meu pai Abel e à minha mãe Neusa, pelo apoio e amor incondicional, pelos inúmeros conselhos e orações, e por todo o esforço empregado para que pudesse vencer não somente essa etapa, mas todas que fizeram parte de minha vida. Sabemos que eu jamais alcançaria algo assim, se não fosse por toda sabedoria e inteligência que tiveram ao me formar como ser humano.

Ao meu irmão Nathan e à minha cunhada Carolinne, que além de tudo são meus amigos e sempre estiveram comigo, me ajudando e confiando que esse momento chegaria.

Às “titas” Amanda Martins e Priscila Luz, que me abraçaram desde o primeiro ano de graduação, e proporcionaram uma amizade incondicional que levarei para a vida.

Ao grupo “meninas e o Pedro”, sendo composto por Beatriz Santos, Giorgia Cavazim, Joanna Tamashiro, Luísa Toresan e Pedro Graciliano, que tornaram os últimos anos da graduação divertidos e inesquecíveis, mesmo em meio a pressão e as dificuldades enfrentadas. Levarei vocês para a vida.

Ao Anderson Lopes e Pamela Liduário, por proporcionarem as melhores conversas em nossas viagens de Apucarana à Jandaia.

À minha orientadora Profa. Leomara Floriano Ribeiro, por todos os ensinamentos, conselhos e orientações em todos os momentos de minha graduação, me permitindo ingressar na pesquisa e me encantar pela ciência.

Aos professores Daniel Angelo Longhi e Dirlei Diedrich Kieling, que sempre estiveram prontos a me ensinar e ajudar durante a graduação, e por terem aceitado ao convite para compor a banca avaliadora.

À Universidade Federal do Paraná e ao Campus Avançado de Jandaia do Sul, por toda a estrutura e suporte que me permitiram realizar o sonho da graduação.

À todos os demais professores do ciclo básico e específico, por todo o ensino e incentivo, e aos técnicos, em especial à Cássia Reika, que me auxiliou na parte experimental do trabalho. Obrigada a todos que fizeram parte dessa incrível jornada!

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA SEM GLÚTEN COM FARINHA DE ARROZ VERMELHO (*Oriza Sativa L.*)

Cassiane Mayara Franco da Silva; Leomara Floriano Ribeiro

RESUMO

Devido aos casos de doença celíaca, intolerâncias e alergias ao glúten, tem ocorrido uma tendência à modificação das formulações de massas tradicionais com utilização de ingredientes sem glúten. Neste sentido, objetivou-se avaliar os parâmetros tecnológicos e funcionais de massas alimentícias sem glúten desenvolvidas com adição de farinha de arroz vermelho (*Oriza sativa L.*). Os grãos de arroz vermelho foram caracterizados por meio das análises de umidade e conteúdo mineral por gravimetria. A farinha de arroz vermelho (FAV) e de arroz branco (FAB) foram obtidas por moagem em moinho de facas com padronização granulométrica, cerca de 180 µm. A FAV foi caracterizada por meio das análises de pH com pHmetro, acidez total por titulação e atividade de água com medidor Humimeter RH2. Formulou-se uma massa controle (C) com 70 g de farinha de arroz branco e massas com diferentes quantidades de farinha de arroz vermelho que variaram entre 30 g (F1), 40 g (F2) e 70 g (F3). As massas foram moldadas no formato *Papardelle* e submetidas a pré-cozimento a 100°C por 2 minutos e secas em estufa a 60°C por 6 horas. Tanto as massas quanto a FAV foram analisadas por meio do teor de umidade, conteúdo mineral e lipídeos totais por gravimetria, proteínas pelo método de micro Kjeldahl, e carboidratos totais por diferença. As massas foram avaliadas tecnologicamente em relação ao rendimento, tempo de cozimento, ganho de massa, resíduos na água de cozimento e cor. O perfil bioativo da farinha e das massas alimentícias foi avaliado em relação ao teor de compostos fenólicos totais (CFT), flavonoides totais e antocianinas monoméricas totais por espectrofotometria UV-Vis. A FAV teve pH igual a 6,41 ± 0,01, baixa atividade de água (0,50), com teores de umidade (9,24 ± 0,01 g/100g), lipídeos (2,55 ± 0,07 g/100g), proteínas (8,01 ± 0,12 g/100g), carboidratos e fibras alimentares (79,02 ± 0,17 g/100g). As massas alimentícias apresentaram baixos teores de lipídeos (2,26 a 3,40 g/100g), teores relevantes de proteínas de 9,71 a 9,99 g/100g, e carboidratos totais variando de 79,26 a 83,67 g/100g. A F3 apresentou maior rendimento cerca de 64,6 %, com 4 vezes ganho de massa, porém com elevado teor de resíduo na água de cozimento (4,48 ± 0,01 %). As formulações apresentaram tempo de cozimento entre 10 e 12 minutos, com aumento de massa entre 4 e 6 vezes. Em relação aos compostos bioativos, tanto as farinhas quanto as massas apresentaram valores significativos, sendo que para a FAV o teor de CFT foi de 123,45 ± 0,66 mg EAG/100 g, flavonoides totais de 6,24 ± 0,04 mg ECAT/100g e antocianinas monoméricas totais de 8,77 ± 0,01 mg C3G/100g. A massa F3 teve os maiores teores de compostos bioativos sendo considerado um resultado positivo em relação ao teor de compostos da FAV. Portanto, conclui-se que as massas são tecnologicamente viáveis, e podem apresentar uma tendência funcional, e a formulação F3 seria a mais indicada para produção industrial.

Palavras-chave: compostos bioativos; parâmetros tecnológicos; composição centesimal.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF GLUTEN-FREE PASTA WITH RED RICE FLOUR (ORIZA SATIVA L.)

Cassiane Mayara Franco da Silva; Leomara Floriano Ribeiro

ABSTRACT

Due to cases of celiac disease, gluten intolerances and allergies, there has been a trend towards modifying traditional pasta formulations with the use of gluten-free ingredients. In this sense, the objective was to evaluate the technological and functional parameters of gluten-free pastas developed with the addition of red rice flour (*Oriza sativa* L.). The red rice grains were characterized by means of moisture and mineral content analyses by gravimetry. Red rice flour (RF) and white rice flour (WRF) were obtained by grinding in a knife mill with particle size standardization, approximately 180 μm . The WRF was characterized by means of pH analyses with a pH meter, total acidity by titration and water activity with a Humimeter RH2 meter. A control dough (C) was formulated with 70 g of white rice flour and doughs with different amounts of red rice flour that varied between 30 g (F1), 40 g (F2) and 70 g (F3). The pastas were shaped into Papardelle shapes and subjected to pre-cooking at 100°C for 2 minutes and dried in an oven at 60°C for 6 hours. Both pastas and FAV were analyzed for moisture content, mineral content and total lipids by gravimetry, proteins by the micro Kjeldahl method, and total carbohydrates by difference. The pastas were technologically evaluated in relation to yield, cooking time, mass gain, residues in the cooking water and color. The bioactive profile of the flour and pastas was evaluated in relation to the content of total phenolic compounds (TPC), total flavonoids and total monomeric anthocyanins by UV-Vis spectrophotometry. The AVF had a pH of 6.41 ± 0.01 , low water activity (0.50), moisture (9.24 ± 0.01 g/100g), lipid (2.55 ± 0.07 g/100g), protein (8.01 ± 0.12 g/100g), carbohydrate and dietary fiber (79.02 ± 0.17 g/100g) contents. The pasta had low lipid contents (2.26 to 3,40 g/100g), relevant protein contents of 9.71 to 9.99 g/100g, and carbohydrate and dietary fiber ranging from 79.26 to 83.67 g/100g. F3 showed the highest yield of approximately 64.6%, with a 4-fold weight gain, but with a high residue content in the cooking water ($4.48 \pm 0.01\%$). The formulations showed a cooking time between 10 and 12 minutes, with a mass increase of between 4 and 6 times. Regarding the bioactive compounds, both flours and doughs showed significant values, with the FVF having a CFT content of 123.45 ± 0.66 mg EAG/100 g, total flavonoids of 6.24 ± 0.04 mg ECAT/100 g and total monomeric anthocyanins of $8.77 \pm 0,01$ mg C3G/100 g. The F3 dough had the highest levels of bioactive compounds, being considered a positive result in relation to the content of compounds in FVF. Therefore, it is concluded that the masses are technologically viable, and may present a functional tendency, and the F3 formulation would be the most suitable for industrial production.

Keywords: bioactive compounds; technological parameters; centesimal composition.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FORMULAÇÕES DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS EM FUNÇÃO DA PROPORÇÃO TOTAL DE FARINHAS	15
TABELA 2 – TEORES DE UMIDADE E CONTEÚDO MINERAL DOS GRÃOS DE ARROZ VERMELHO.....	20
TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA FARINHA DE ARROZ VERMELHO	22
TABELA 4 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE ARROZ VERMELHO	24
TABELA 5 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE ARROZ VERMELHO	27
TABELA 6 – ANÁLISES TECNOLÓGICAS DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE ARROZ VERMELHO	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE ARROZ VERMELHO	15
FIGURA 2 – GRANULOMETRIA DAS FARINHAS DE ARROZ VERMELHO E ARROZ BRANCO	21
FIGURA 3 – MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN APÓS MISTURA	29
FIGURA 4 – MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE ARROZ VERMELHO APÓS SECAGEM	32
FIGURA 5 – TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS NA ÁGUA DE COZIMENTO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS E NAS FARINHAS DE ARROZ BRANCO E VERMELHO.....	33
FIGURA 6 – TEOR DE FLAVONOIDES TOTAIS NA NA ÁGUA DE COZIMENTO DAS MASSAS ALIMENT E NAS FARINHAS DE ARROZ BRANCO E VERMELHO	34
FIGURA 7 – TEOR DE ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS TOTAIS NA ÁGUA DE COZIMENTO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS E NAS FARINHAS DE ARROZ BRANCO E VERMELHO	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAIS E MÉTODOS	14
2.1 MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES	14
2.2 ANÁLISES DOS GRÃOS	14
2.3 MOAGEM E DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA	14
2.4 DESENVOLVIMENTO DAS FORMULAÇÕES DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS ..	15
2.5 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DA FARINHA DE ARROZ VERMELHO	16
2.6 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE ARROZ VERMELHO E DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS	16
2.6.1 Umidade	16
2.6.2 Conteúdo mineral	16
2.6.3 Lipídeos	16
2.6.4 Proteínas	17
2.6.5 Carboidratos e fibras totais por diferença	17
2.7 ANÁLISES TECNOLÓGICAS DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS	17
2.7.1 Tempo de cozimento	17
2.7.2 Ganho de massa	17
2.7.3 Quantificação de resíduo na água de cozimento	17
2.7.4 Rendimento das massas	18
2.7.5 Cor	18
2.8 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DAS FARINHAS E MASSAS ALIMENTÍCIAS	18
2.8.1 Extração da farinha de arroz vermelho e branco	18
2.8.2 Extração das massas alimentícias	18
2.8.3 Compostos fenólicos totais	18
2.8.4 Flavonoides totais	19
2.8.5 Antocianinas monoméricas totais	19
2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA	19
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1 ANÁLISE DOS GRÃOS	20
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE ARROZ VERMELHO	21
3.2.1 Distribuição granulométrica	21
3.2.2 Análises físicas e químicas	22
3.2.3 Composição centesimal	23

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS	27
3.3.1 Composição centesimal	27
3.3.2 Análises tecnológicas	29
3.3 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DAS FARINHAS E MASSAS ALIMENTÍCIAS	33
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

As massas alimentícias são definidas como o produto não fermentado, com vários formatos, obtido por meio de etapas de processamento que envolvem empasto, amassamento mecânico da mistura de farinha de trigo ou sêmola de trigo durum, e/ou farinha de outros vegetais. São classificadas de acordo com sua composição (integral, mista, recheada e de outros vegetais), e quanto ao teor de umidade (seca, úmida/fresca e desidratada por ar quente) (BRASIL, 2000).

Tais massas são consumidas mundialmente e consideradas como um dos alimentos mais populares da dieta humana. Consumo esse, que pode ser correlacionado ao volume de importação e exportação de massas. De acordo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI), em 2022 foram exportadas aproximadamente 12.625,33 toneladas e importadas 27.613,35 toneladas de massas alimentícias (ABIMAPI, 2023)

Em 2020, o consumo per capita de massas alimentícias no país correspondeu a 5,2 kg, e observou-se que as massas secas estão presentes na alimentação de 98% dos brasileiros, sendo consumidas de uma a duas vezes na semana. Além disso, é possível observar que o mercado de massas tem recebido um maior estímulo em relação a demanda de produtos integrais e fortificados com proteína, em detrimento às massas tradicionais (ABIMAPI, 2021).

Para a obtenção das massas alimentícias tradicionais, geralmente utiliza-se a farinha de trigo como base, porque ela possui a propriedade de formação de um complexo denominado glúten em quantidade e qualidade adequadas para tal finalidade. O glúten é uma complexa fração proteica, formada pela interação entre as proteínas de reserva do trigo, especificamente gliadinas (responsáveis pela extensibilidade e viscosidade da massa) e gluteninas (responsáveis pela força, elasticidade e tempo de desenvolvimento) (WATANABE, 2014).

Observa-se uma tendência à modificação das formulações de massas tradicionais, por meio da utilização de ingredientes não convencionais, que promovem o aprimorando de suas propriedades tecnológicas. Isso se deve aos casos de doença celíaca, sensibilidade não celíaca, intolerâncias e alergias ao glúten, bem como pela existência de públicos que buscam um estilo de vida mais saudável, por meio do consumo de alimentos que auxiliem na dieta, e atendam suas necessidades nutricionais (ROMÃO et al., 2022).

Nesta perspectiva, estudos vêm sendo desenvolvidos, os quais baseiam-se na formulação de massas alimentícias com adição de farinhas integrais, farelos, farinha de oleaginosas e de leguminosas como substitutas as farinhas que contêm o glúten. Como exemplo, pode-se citar o estudo de Oliveira, Souza e Polesi (2020), que desenvolveram massa alimentícia sem glúten a partir de farinha de babaçu e pupunha. Ávila, Henzel e Guarino (2022), avaliaram as características sensoriais e tecnológicas de massa alimentícia sem glúten elaborada com farinha de pinhão.

A utilização de farinhas não convencionais em formulações de massas alimentícias, torna-se um desafio, uma vez que ocorre uma modificação dos parâmetros tecnológicos e sensoriais, pois geralmente são obtidas massas com menos viscoelasticidade, mais quebradiças e menos estáveis, o que dificulta a padronização do processo de produção e contribui para alterações do sabor, aroma e textura do produto (LEITÃO, 2010).

A fim de contornar tal problema, podem ser empregadas algumas tecnologias como a utilização de mix de farinhas contendo a farinha de arroz, fécula de batata, fécula de mandioca, amido de milho e outros, e/ou a adição de agentes emulsificantes como gomas, amidos modificados e agentes de retenção de umidade, ou ainda técnicas como o pré-cozimento da massa e o controle adequado da temperatura e tempo de secagem (MACHADO, 2016).

Além das tais farinhas, pode-se utilizar a farinha de arroz vermelho, porque apresenta um sabor suave, facilidade de digestão e propriedades hipoalergênicas (ARENDR; BELLO, 2011), e ainda apresenta teores de compostos fenólicos entre 263,80 e 351,2, 324,9 mg 100g⁻¹ devido a presença de taninos condensados, e a coloração vermelha do pericarpo dos grãos, deve-se a presença de flavonoides, em específico antocianinas (LOURENÇO et al., 2015; AVELINO, 2016).

As antocianinas são descritas como pigmentos naturais presentes em frutas e vegetais conferindo-lhes as colorações do laranja ao magenta. As proantocianidinas por sua vez, são conhecidas como taninos condensados, e tratam-se de polímeros de flavonoides em unidades de flavanol como a catequina e epicatequina e apresentam um elevado potencial antioxidante (TEIXEIRA; SOARES; STRINGHETA, 2021; GOMES, 2022)

Nesse sentido, objetivou-se com este estudo avaliar os parâmetros tecnológicos e funcionais de massas alimentícias sem glúten desenvolvidas com farinha de arroz cateto vermelho integral e branco polido em diferentes proporções.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES

As amostras de arroz cateto vermelho integral (*Oriza sativa L.*) foram adquiridas em uma loja de produtos naturais situada na cidade de Apucarana-PR, enquanto a amostra de arroz branco polido (*Oriza sativa L.*) tipo 1 (Frias), foi adquirida em um mercado local situado na cidade de Jandaia do Sul-PR. Ambos os tipos de arroz foram mantidos nas embalagens comerciais, e armazenados em temperatura ambiente até o momento da obtenção da farinha. Os demais ingredientes foram comprados em mercado local da cidade de Apucarana-PR, sendo eles o amido de milho (Maisena) e os ovos do tipo jumbo (*King eggs*). A goma xanta foi cedida pela universidade, sendo ela P.A, e a água utilizada foi filtrada.

2.2 ANÁLISES DOS GRÃOS

A determinação do teor de umidade foi realizada em estufa de secagem sem circulação de ar (LUCA 82/150) a 105 °C, até massa constante. E o conteúdo mineral foi determinado por meio da carbonização e incineração em mufla (GP Científica) a 550° C por 5 horas. As análises foram realizadas em triplicata (IAL, 2008).

2.3 MOAGEM E DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA

As farinhas de arroz vermelho e de arroz branco foram obtidas por meio da moagem dos grãos em um processador Kenwood FP735 até a obtenção de partículas menores, as quais foram submetidas a trituração em moinho de facas e a separação das frações em peneiras granulométricas com *mesh* de 200 (75 µm), 100 (150 µm) e 80 (180 µm). As partículas foram padronizadas com diâmetro médio igual a 180 µm. As farinhas obtidas foram armazenadas em embalagens de polietileno de baixa densidade seladas (GSVAC 420) à vácuo, ao abrigo da luz até o momento do desenvolvimento das formulações das massas alimentícias.

2.4 DESENVOLVIMENTO DAS FORMULAÇÕES DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS

As massas alimentícias foram desenvolvidas com diferentes proporções de farinha de arroz vermelho e de arroz branco, denominadas de F1, F2 e F3, bem como a formulação controle (C), conforme TABELA 1.

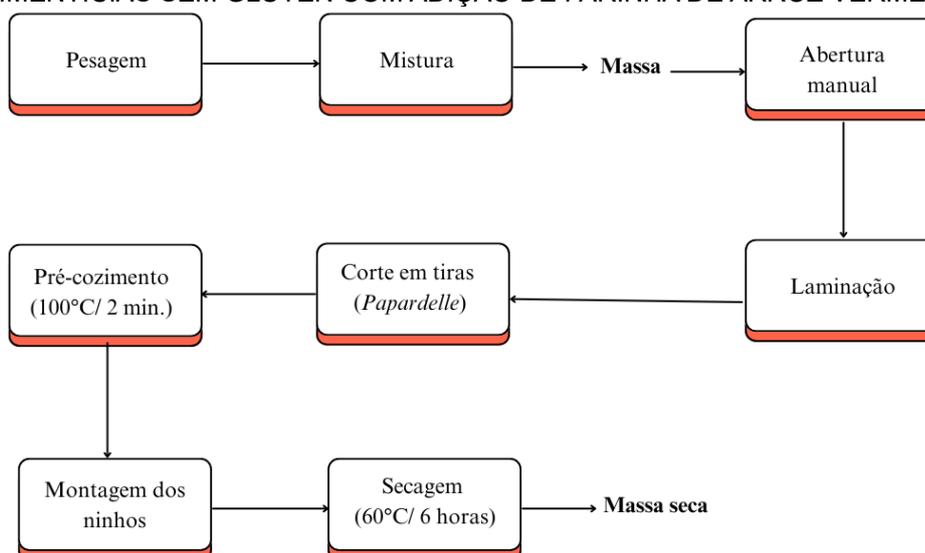
TABELA 1 – FORMULAÇÕES DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS EM FUNÇÃO DA PROPORÇÃO TOTAL DE FARINHAS

Ingredientes	Controle	F1	F2	F3
Farinha de arroz branco (g)	70	40	30	-
Farinha de arroz vermelho (g)	-	30	40	70
Amido de milho (g)	30	30	30	30
Goma xantana (g)	1	1	1	1
Água morna (mL)	15	15	15	15
Ovos (unidade)	1	1	1	1

FONTE: A autora (2024).

O preparo padrão para a obtenção das massas (FIGURA 1), foi iniciado pela pesagem dos ingredientes sólidos em balança semi-analítica (BIOPRECISA FA2104N). A água filtrada foi aquecida em micro-ondas por 10 segundos (30°C), e dos ovos utilizados retirou-se as cascas e a película. Todos os ingredientes foram misturados em batedeira elétrica, e na potência 8 por 20 segundos.

FIGURA 1 – DIAGRAMA DE BLOCOS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE ARROZ VERMELHO



FONTE: A autora (2024).

A massa obtida foi aberta manualmente com rolo de macarrão, submetida ao processo de laminação em cilindro elétrico, e posteriormente cortada com fatiador de massas no formato de macarrão do tipo *Papardelle* com tiras de 20 cm de comprimento, 2 cm de largura e aproximadamente 1 mm de espessura. A massa foi

pré-cozida por 2 minutos a 100°C, disposta em ninhos e exposta a secagem em estufa a 60°C por 6 horas conforme metodologia descrita por Hamacek et al. (2013) para massas alimentícias sem glúten. As massas secas foram armazenadas ao abrigo da luz em embalagens de polietileno de baixa densidade e seladas sem vácuo.

2.5 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DA FARINHA DE ARROZ VERMELHO

O pH foi determinado em peagâmetro calibrado com tampões pH 4 e 7, sendo que mediu-se o pH do extrato aquoso da farinha de arroz vermelho. O extrato foi obtido por meio da diluição de 4 g de farinha em 100 mL de água destilada. O líquido foi agitado em Incubadora com agitação orbital (Tecnal/TE-4200) a temperatura ambiente, e posteriormente filtrado em papel filtro. A acidez total foi determinada por meio do método de acidez álcool-solúvel com a titulação com NaOH 0,1N. A atividade de água foi determinada por meio de um medidor Humimeter RH2. As análises foram realizadas em triplicata (IAL, 2008).

2.6 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE ARROZ VERMELHO E DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS

2.6.1 Umidade

A determinação do teor de umidade foi realizada em estufa de secagem sem circulação de ar (LUCA 82/150) a 105 °C, até massa constante em triplicata (IAL, 2008).

2.6.2 Conteúdo mineral

O conteúdo mineral foi determinado por meio da carbonização incineração em mufla (GP Científica) a 550° C por 5 horas. A análise foi realizada em triplicata (IAL, 2008).

2.6.3 Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado por gravimetria em estufa a 105°C após extração sob refluxo com éter etílico por 4 horas em Goldfish (AOAC, 2005).

2.6.4 Proteínas

A determinação do teor de proteínas totais foi realizada segundo o método de micro Kjeldahl clássico, com fator de conversão de 5,95, de acordo com AOAC (2005).

2.6.5 Carboidratos e fibras totais por diferença

Os teores de carboidratos e fibras totais somados, foram estimados por diferença, diminuindo de 100 o somatório dos teores de proteínas, lipídios, conteúdo mineral e umidade.

2.7 ANÁLISES TECNOLÓGICAS DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS

As análises tecnológicas realizadas como o tempo de cozimento, ganho de massa e quantificação de resíduo na água de cozimento, foram realizadas de acordo com a metodologia utilizada por Chang e Flores (2004) com modificações.

2.7.1 Tempo de cozimento

O tempo de cozimento foi determinado através da cocção de aproximadamente 10 g de amostra em 560 mL de água destilada em ebulição, e foi caracterizado pela gelatinização do amido na seção total da massa. Tal ponto foi definido por meio da compressão da massa cozida entre duas lâminas de vidro até o desaparecimento do eixo central, a cada minuto, após 5 minutos de cozimento (CHANG, FLORES, 2004).

2.7.2 Ganho de massa

Para a análise do ganho de massa fez-se a pesagem de 5 g de massa antes e após a cocção em 280 mL de água destilada utilizando-se o tempo de cozimento ideal de cada amostra. Os valores foram expressos em número de vezes que a massa aumentou de peso após o cozimento (CHANG, FLORES, 2004).

2.7.3 Quantificação de resíduo na água de cozimento

Para a determinação da perda de sólidos solúveis ou resíduo na água de cozimento realizou-se a secagem de 25 mL da água de cozimento de cada amostra em estufa a 110 °C até massa constante (CHANG, FLORES, 2004).

2.7.4 Rendimento das massas

O rendimento das massas foi obtido considerando-se a massa de massa antes e após a laminação para obtenção do rendimento de massa crua, antes e após a secagem para o rendimento da massa seca, e antes e após o cozimento para a massa cozida.

2.7.5 Cor

A análise de cor foi realizada de forma subjetiva através da comparação visual da coloração apresentada pelas massas alimentícias desenvolvidas.

2.8 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DAS FARINHAS E MASSAS ALIMENTÍCIAS

2.8.1 Extração da farinha de arroz vermelho e branco

Os extratos das farinhas de arroz vermelho e arroz branco foram obtidos por meio da dissolução de 4 g de amostra em 50 mL de água destilada em banho ultrassônico a 80 °C por 20 minutos. Os extratos obtidos foram filtrados com papel filtro e armazenados em frascos âmbar e congelados até o momento das análises.

2.8.2 Extração das massas alimentícias

Para a análise funcional do extrato das massas alimentícias utilizou-se a água de cozimento obtida nas análises tecnológicas, uma vez que fez-se a avaliação da perda de compostos funcionais das massas após o cozimento.

2.8.3 Compostos fenólicos totais

A determinação de compostos fenólicos totais foi baseada em Singleton e Rossi (1965), onde ácido gálico (Sigma Aldrich) foi utilizado com padrão para ajuste da curva de calibração em concentrações que variaram de 65 a 250 mg/mL. Posteriormente, foram adicionados em tubos de ensaio 60 µL das amostras/branco/pontos da curva, 3.000 µL de água destilada e 300 µL de reagente Folin-Ciocalteu (Dinâmica). Após 3 minutos foram adicionados 900 µL de carbonato de sódio 15% e 1740 µL de água destilada. Após 2 horas, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Drawell/DU-8800RS) a 765 nm. Os resultados foram expressos em equivalentes de ácido gálico mg EAG/100 g.

2.8.4 Flavonoides totais

A determinação do teor de flavonoides totais foi feita com base na metodologia de Meyers et al. (2003), onde 500 µL dos extratos foram adicionados em tubos juntamente com 2,5 mL de água destilada, 150 µL de nitrito de sódio (5%), após 6 minutos foram adicionados 300 µL de cloreto de alumínio hexahidratado (10%), e após repouso de 5 minutos adicionou-se 1 mL de NaOH 1 M. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (KASVI/K37-UVVIS) a 510 nm, utilizando curva padrão de catequina em concentrações que variaram de 25 a 350 mg L⁻¹. Os resultados foram expressos em miligramas equivalente de catequina mg ECAT/100 g.

2.8.5 Antocianinas monoméricas totais

A determinação do conteúdo total de antocianinas dos extratos foi realizada por meio do método de pH diferencial (GIUSTI; WROLSTAD, 2001), no qual utilizou-se as soluções tampão cloreto de potássio (0,025 mol/L, pH 1,0) (Vetec) e tampão acetato de sódio (0,4 mol/L, pH 4,5) (Vetec). As amostras foram diluídas na proporção 1:20, onde 200 µL de extrato das amostras, foram misturados com 3.800 µL de cada solução tampão. A absorvância foi medida em espectrofotômetro a 510 nm e 700 nm e calculada conforme a equação 1.

$$A = (A_{510nm} - A_{700nm})_{pH=1,0} - (A_{510nm} - A_{700nm})_{pH=4,5} \quad (1)$$

A concentração de antocianinas monoméricas totais (AMT) final foi expressa em miligramas de cianidina-3-glucosídeo por 1.000 mL de extrato, conforme a equação 2.

$$AMT = \frac{A \times M \times FD}{1000 \times \epsilon \times L} \quad (2)$$

Onde: A é a absorvância calculada na equação 1, M é a massa molecular de cianidina-3-glucosídeo (449,2 g mol⁻¹), FD é o fator de diluição (20), ϵ é o coeficiente de extinção molar (26.900 L/mol cm) e L é o comprimento do caminho óptico da cubeta (1 cm). Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de cianidina-3-glicosídeo por 100 g de amostra.

2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Realizou-se a análise de variância (ANOVA) dos resultados obtidos ao nível de 5% de significância por meio do teste Tukey para avaliação dos valores médios pelo software STATISTICA versão 10.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE DOS GRÃOS

A partir da metodologia adotada para a análise dos grãos obteve-se os valores de umidade e conteúdo mineral dispostos na TABELA 2.

TABELA 2 – TEORES DE UMIDADE E CONTEÚDO MINERAL DOS GRÃOS DE ARROZ VERMELHO

Análises	Base úmida	Base seca
Umidade (g 100 g ⁻¹)	9,67 ± 0,09	10,71 ± 0,11
Conteúdo mineral (g 100 g ⁻¹)	1,23 ± 0,01	1,36 ± 0,01

Vicente (2023), em sua pesquisa de desenvolvimento de produtos com utilização de farinha de arroz vermelho, realizou a caracterização dos grãos e obteve um valor igual 13,59 ± 0,21 g 100 g⁻¹ para umidade em base úmida, estando acima do valor encontrado no presente estudo. Enquanto Ascheri et al. (2012) avaliou o conteúdo nutricional de diferentes genótipos de arroz vermelho, e obteve valores para umidade variando de 10,40 a 11,07 g 100 g⁻¹ em base seca, estando próximo do teor de umidade dos grãos de arroz vermelho avaliados.

Essas diferenças obtidas em relação aos teores e compostos presentes nos grãos, devem-se principalmente as diferenças varietais, condições de cultivo, como o clima, tipo de solo e localização, e ainda aos tipos de processamentos industriais, como por exemplo os parâmetros de secagem dos grãos. O estudo e identificação de tais variações são importantes, uma vez que podem interferir no tempo de cozimento e no rendimento dos grãos de arroz vermelho, bem como na composição da farinha (PEREIRA et al., 2009).

Pode-se afirmar ainda, que os grãos de arroz vermelho apresentaram um baixo teor de umidade (9,67 g 100 g⁻¹), o qual esteve em conformidade com a literatura. O teor de umidade dos grãos, interfere significativamente nas características das farinhas obtidas de grãos sem glúten, afetando tanto o processamento, no que diz respeito a moagem e qualidade da farinha, estabilidade e armazenamento, quanto a qualidade final dos produtos, em relação a capacidade de absorção de água, consistência da massa e suas propriedades reológicas e sensoriais (ARAULLO; PADUA; GRAHAM, 1976).

Em relação ao conteúdo mineral, Vicente (2023) obteve um valor igual a 0,72 ± 0,03 g 100 g⁻¹ em base úmida, sendo inferior ao valor encontrado no presente

estudo, enquanto Ascheri et al. (2012), obteve valores entre 1,10 e 1,30 g 100 g⁻¹ em base seca, sendo estes próximos ao valor obtido no trabalho, cerca de 1,36 ± 0,01 g 100 g⁻¹.

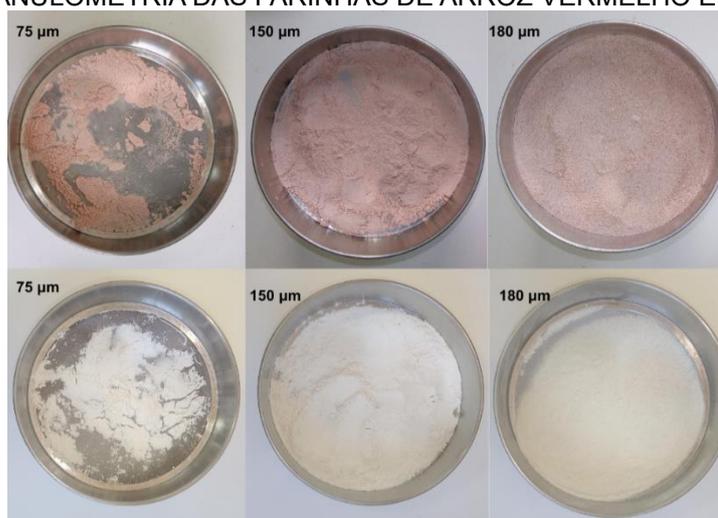
Com isso, percebe-se que o arroz vermelho utilizado como matéria-prima para obtenção da farinha apresentou um teor de conteúdo mineral dentro do descrito na literatura. Tal teor poderá interferir na composição das massas formuladas, uma vez que genótipos de arroz vermelho que apresentam um maior conteúdo de minerais, contribuem para a maior qualidade nutricional desse alimento, resultando em um conteúdo considerável de resíduo mineral (WALTER, 2009; PEREIRA et al. 2009). Se isso ocorre com os grãos, possivelmente poderá influenciar na composição da farinha, assim como nas massas alimentícias formuladas a partir desta.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE ARROZ VERMELHO

3.2.1 Distribuição granulométrica

Na FIGURA 2 pode-se observar as frações de farinha de arroz vermelho e arroz branco obtidas após o processo de moagem e peneiramento, onde obteve-se o resultado das farinhas uniformes.

FIGURA 2 – GRANULOMETRIA DAS FARINHAS DE ARROZ VERMELHO E ARROZ BRANCO



FONTE: A autora (2024).

De acordo com Pagani et al. (1981), a granulometria do material farináceo exerce influência nas características da massa cozida, de forma que o produto poderá apresentar uma tendência à quebra durante o cozimento, advinda da obtenção de

uma estrutura não homogênea que permite a formação de espaços preferenciais para a infiltração de água.

Hemavathy e Bhat (1994), em seu estudo sobre a utilização de farinhas de arroz com diferentes granulometrias na produção de macarrão do tipo *vermicelli*, observaram que farinhas de granulometria média de 138 μm (125 - 152 μm) e de 165 μm (153 - 178 μm), resultaram em massas firmes e com a superfície lisa. Ao contrário, as massas obtidas com farinhas muito finas apresentaram-se pegajosas e pouco firmes, enquanto partículas mais grossas deram origem a massas extremamente firmes e com superfície áspera.

Por outra perspectiva, a granulometria recomendada para farinha de arroz empregada na produção de macarrão sem glúten pode variar de 132 μm a 250 μm , sendo esta, uma faixa indicada para obter massas com textura adequada, que contribuirão para a qualidade final do macarrão. Farinhas como essas, melhoram a absorção de água e promovem a formação de uma massa coesa e maleável, essencial para a produção de macarrão sem glúten (RÓŽAŇSKA et al., 2023).

Nesse sentido, justifica-se a escolha da farinha com granulometria de 180 μm para a realização do presente trabalho. Outro fator interferente na escolha da granulometria da farinha, foi o rendimento, sendo este um parâmetro importante do ponto de vista industrial.

3.2.2 Análises físicas e químicas

Os valores médios para pH, acidez titulável e atividade de água encontrados para a farinha de arroz vermelho, estão dispostos na TABELA 3.

TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA FARINHA DE ARROZ VERMELHO

Análise	Farinha de arroz vermelho
pH	6,47 \pm 0,01
Acidez titulável (mL 100 g ⁻¹)	0,52 \pm 0,07
Atividade de água	0,50 \pm 0,00

Observou-se que a farinha de arroz vermelho apresentou pH neutro (6,47 \pm 0,01), e uma baixa acidez titulável (0,52 \pm 0,07 mL 100 g⁻¹), valores estes que estiveram próximos ao encontrados na literatura. Almeida et al. (2020), encontrou valores de 6,55 \pm 0,05 e 0,39 \pm 0,02 mL 100 g⁻¹ para pH e acidez titulável, respectivamente, para farinha do resíduo do arroz vermelho. Em outros estudos como

no de Abrão (2019), encontrou-se respectivamente valores para pH e acidez titulável arroz vermelho cozido iguais a $6,68 \pm 0,13 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ e $0,44 \pm 0,06 \%$, apontando uma similaridade com os teores da farinha avaliada.

As diferenças observadas geralmente podem ocorrer devido à variedade dos grãos, mas ainda de questões de safra, como períodos de chuva ou insolação. Além disso, a utilização de defensivos agrícolas pode contribuir para alterações desses parâmetros dos grãos. A aplicação desses produtos introduz substâncias que alteram o equilíbrio químico do solo, afetando indiretamente o pH das plantas e, conseqüentemente, dos grãos de arroz (YADAV et al., 2013).

Em relação a atividade de água, obteve-se um valor igual a $0,50 \pm 0,00$, sendo este valor inferior aos valores encontrados por Gusmão et al. (2017), o qual verificou um valor igual a $0,56 \pm 0,01$, e de Vicente (2023), que o avaliar características físicas e químicas de farinhas de arroz vermelho obtidas com granulometrias que variavam de $150 \mu\text{m}$ a maiores que $180 \mu\text{m}$, obteve valores para atividade de água de $0,63$ a $0,66$.

A partir disso, pode-se afirmar que a farinha de arroz vermelho obtida apresentou baixa atividade de água. Isso possivelmente contribuirá para uma maior vida de prateleira do produto, considerando-se que alimentos com teor de atividade de água inferior a $0,60$ possuem maior estabilidade em relação a fatores intrínsecos responsáveis pela degradação. (FRANCO; LANDGRAF, 1996).

Isso ocorre pois com uma baixa atividade de água há uma menor probabilidade de ação microbiana, sendo que valores acima de $0,60$, proporcionam a ocorrência de atividade microbiana de leveduras osmofílicas (*Sacchaomyces rouxii*) e de alguns bolores (*Aspergillus echinulatus* e *Monascus bisporus*) ocasionando a oxidação lipídica (FENNEMA, 2010).

3.2.3 Composição centesimal

Os valores médios para a composição centesimal da farinha de arroz vermelho estão dispostos na TABELA 4.

TABELA 4 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE ARROZ VERMELHO E ARROZ BRANCO

Análise	Farinha de arroz vermelho
Umidade (g 100 g ⁻¹)	9,24 ± 0,01
Conteúdo mineral (g 100 g ⁻¹)	1,20 ± 0,01
Lipídeos (g 100 g ⁻¹)	2,55 ± 0,07
Proteína (g 100 g ⁻¹)	8,01 ± 0,12
Carboidratos + fibras (g 100 g ⁻¹)	79,02 ± 0,17

Resultados expressos em base úmida. ¹ Valores obtidos

A farinha de arroz vermelho obtida, apresentou teor de umidade próximo ao valor obtido para umidade dos grãos no trabalho, como pode ser observado na TABELA 2 e comparado com o valor da TABELA 4. Além disso, o resultado obtido está em conformidade com o valor de umidade máxima permitido para farinhas, amidos e farelos (15 g 100 g⁻¹) descrito pela RDC n° 711, de 01 de agosto de 2022 (BRASIL, 2022). Já o estudo de Almeida (2020), apresentou o teor de 7,95 ± 0,14 g 100 g⁻¹ para umidade da farinha do resíduo do arroz vermelho, sendo este valor inferior ao encontrado para a farinha de arroz vermelho obtida no presente estudo.

Outros estudos com farinha de arroz vermelho apresentaram teores próximos ao do presente estudo, como Vicente (2023) que verificou um teor de umidade para farinha de arroz vermelho variando de 12,65 ± 0,17 a 13,26 ± 0,18 g 100 g⁻¹, sendo superior ao valor encontrado. No entanto, Costa et al. (2019) obtiveram um valor igual a 10,18 ± 0,11 g 100 g⁻¹ de umidade, e Gusmão et al. (2017) um valor de 11,10 ± 0,01 g 100 g⁻¹ de umidade para farinha de arroz vermelho. Dentro desse aspecto pode-se apontar que a farinha de arroz vermelho apresentou baixo teor de umidade.

Em relação ao conteúdo mineral obteve-se valores próximos aos dos grãos avaliados neste trabalho (TABELA 2). De acordo com a Portaria n° 354 de 18 de julho de 1996, a farinha de trigo integral destinada a uso industrial deve apresentar um teor máximo de 2,00 g 100 g⁻¹ de conteúdo mineral, e 1,35 g 100 g⁻¹ para farinha obtida do cereal limpo e desgerminado em base seca (BRASIL, 1996). Utilizando-se tal parâmetro como base, pode-se apontar que a farinha de arroz vermelho apresentou um teor de conteúdo dentro do limite máximo estabelecido, uma vez que correspondeu a 1,32 ± 0,01 g 100 g⁻¹ em base seca.

Além disso, o teor encontrado para conteúdo mineral esteve em conformidade com a literatura, sendo próximo ao valor encontrado por Gusmão et al. (2017), cerca de 1,07 ± 0,05 100 g⁻¹, e ao encontrado por Almeida (2020) o qual obteve um valor de 1,45 ± 0,43 g 100 g⁻¹ para farinha de arroz vermelho.

Em relação ao teor de lipídeos, pode-se dizer que a farinha de arroz vermelho apresentou teor superior aos relatados na literatura, como no estudo de Almeida (2020) que obteve $0,60 \pm 0,09$ g 100 g⁻¹ para farinha de resíduo de arroz vermelho, e nos estudos de Costa (2019) e Gusmão et al. (2017), os quais apresentaram os valores de $1,11 \pm 0,00$ g 100 g⁻¹ e $0,95 \pm 0,02$ g 100 g⁻¹, respectivamente, para farinha de arroz vermelho.

Esse resultado torna-se importante uma vez que, Chou, Yen e Li (2014) apontam que os lipídeos influenciam no processo de gelatinização (cristalização) e retrogradação do amido. Isso ocorre devido às interações com a amilose presente nos grãos, levando a uma menor formação de amido resistente, o que poderá impactar nas características tecnológicas das massas. Ou seja, quanto maior o teor lipídico, uma menor formação de amido resistente ocorrerá.

O amido resistente trata-se de uma fibra solúvel não viscosa e fermentável, constituído por cadeias de amilose. O amido resistente é carboidrato mais comum na alimentação humana, e recebe essa denominação, pois não é digerido por amilases no intestino delgado (MOURA; LIBERATO; 2022).

Sua formação em massas sem glúten torna-se importante, uma vez que apresenta algumas características como baixa capacidade de retenção de água, o que contribui para a obtenção de uma massa menos seca ou quebradiça, e alta temperatura de gelatinização e bom desempenho de extrusão, podendo formar uma rede mais estável e coesa, a qual contribuirá para estruturação da massa, e impedirá que ela se desfaça ou se desintegre facilmente (HAN et al., 2023).

Obteve-se um teor de proteína igual a $8,01 \pm 0,12$ g 100 g⁻¹ para a farinha de arroz vermelho. Alguns autores encontraram valores próximos para teor de proteína de farinha de arroz vermelho, como Gusmão et al. (2017), o qual obteve um valor igual a $8,00 \pm 0,01$ g 100 g⁻¹ de proteína, e Almeida (2017), com $7,40 \pm 0,05$ g 100 g⁻¹ para proteína.

Costa (2019) encontrou um valor igual a $8,01 \pm 0,14$, $7,94 \pm 0,02$ e $9,15 \pm 0,82$ g 100 g⁻¹ de proteínas para a farinha de arroz branco, farinha de arroz negro e farinha de arroz vermelho, respectivamente. Dentro disso, pode-se apontar que o teor de proteína para farinha de arroz vermelho no presente estudo, aproximou-se dos valores encontrados na literatura.

Cabe ressaltar que as diferenças entre os valores obtidos para cada uma das análises discutidas devem-se principalmente ao tipo de arroz utilizado para obtenção

da farinha, isto é, o local e forma de cultivo, tipo de beneficiamento, podendo se tratar de um grão integral ou polido, bem como as técnicas de moagem empregadas (Borges; Oliveira; Barboza 2017). Por meio dos resultados considera-se que a farinha obtida apresentou importância nutricional e características adequadas para a aplicação nas formulações.

Uma vez que não há legislação específica para farinha de arroz, pode-se realizar um comparativo com a farinha de trigo. De acordo com a Instrução normativa nº 8, de 2 de junho de 2005, as farinhas de trigo do tipo 1 e tipo 2, devem apresentar no mínimo 7,50 e 8,00 g 100 g⁻¹ de proteínas em base seca respectivamente (BRASIL, 2005).

Obteve-se um valor igual a 8,82 ± 0,14 g 100 g⁻¹ de proteínas para a farinha de arroz vermelho em base seca, estando em conformidade com o estabelecido na legislação. As proteínas presentes em farinhas como a de arroz, além de possuírem função nutricional, podem influenciar nas características sensoriais e tecnológicas dos alimentos, principalmente ao serem combinadas com lipídeos e carboidratos (SILVA, 2010).

Para os carboidratos e fibras obtidos por diferença, verificou-se um valor igual a 79,02 ± 0,17 g 100 g⁻¹. Tal resultado encontrou-se em conformidade com o descrito na literatura, uma vez que, Costa et al. (2019) verificou um teor de 73,81 g 100 g⁻¹ de carboidratos em farinha de arroz vermelho e Borges e Oliveira (2017) (76,44 g 100 g⁻¹), os quais foram próximos ao valor encontrado no trabalho.

Pode-se mencionar que são encontrados na literatura valores significativos para fibras alimentares em arroz vermelho, como é o caso de Avelino (2016) o qual encontrou um valor de 4,60 g 100 g⁻¹ de fibras em farinha de arroz vermelho, sendo superior ao teor de fibras encontrado para o arroz polido (1,60 g 100 g⁻¹) e equivalente ao arroz integral (4,60 g 100 g⁻¹), de acordo com a TACO (2017), indicando que dentro do percentual de carboidrato e fibras encontrados no presente trabalho, há uma quantidade de fibras considerável, a qual não pôde ser quantificada devido indisponibilidade de materiais para a análise.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS

3.3.1 Composição centesimal

Os valores médios para a composição centesimal das massas alimentícias sem glúten com adição de farinha de arroz vermelho estão dispostos na TABELA 5.

TABELA 5 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN COM FARINHA DE ARROZ VERMELHO

Análise	C	F1	F2	F3
Umidade (g 100 g ⁻¹)	3,77 ^d ± 0,09	4,38 ^c ± 0,04	5,17 ^b ± 0,03	6,31 ^a ± 0,08
Conteúdo mineral (g 100 g ⁻¹)	0,59 ^d ± 0,01	0,81 ^c ± 0,02	0,87 ^b ± 0,01	1,04 ^a ± 0,02
Lípídeos (g 100 g ⁻¹)	2,26 ^d ± 0,05	2,52 ^c ± 0,03	3,05 ^b ± 0,03	3,40 ^a ± 0,01
Proteína (g 100 g ⁻¹)	9,71 ^a ± 0,11	9,77 ^a ± 0,11	9,93 ^a ± 0,14	9,99 ^a ± 0,15
Carboidratos + fibras (g 100 g ⁻¹)	83,67 ^a ± 0,21	82,52 ^b ± 0,09	80,98 ^c ± 0,09	79,26 ^d ± 0,08

C (0 g), F1 (30 g), F2 (40 g) e F3 (70 g) de farinha de arroz vermelho. Resultados expressos em base úmida. Médias com letras iguais em uma mesma linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Dessa forma, pode-se apontar que as massas apresentaram um teor de umidade com valores que diferiram significativamente entre si ao nível de 5%. Tal diferença pode ser explicada a partir das condições de armazenamento empregadas, uma vez que, com o aumento do tempo de armazenamento, houve um aumento de absorção de umidade.

Observou-se que as massas apresentaram teores de umidade inferior ao valor encontrado para a farinha de arroz vermelho (TABELA 4). Tal ocorrência pode ser explicada a partir da etapa de secagem após pré-cozimento, uma vez que com a temperatura utilizada, houve uma redução significativa de umidade. A RDC n° 93, de 31 de outubro de 2000, aponta que para massas secas o teor de umidade deve ser de máximo 13 g 100 g⁻¹ (BRASIL, 2000). As massas obtidas estiveram dentro do valor máximo estabelecido mesmo com as variações de umidade ao longo do tempo, e podem ser caracterizadas como massas alimentícias secas.

Pereira (2018) encontrou valores para teor de umidade de massa alimentícia sem glúten secas em diferentes temperaturas, variando de 12,93 g 100 g⁻¹ a 13,30 g 100 g⁻¹, valores estes que foram superiores ao encontrado para as massas desenvolvidas no presente estudo. Do mesmo modo, Ferreira et al. (2016) obteve valores de umidade das massas entre 10,84 g 100 g⁻¹ e 11,43 g 100 g⁻¹.

Tal diferença deve-se ao método de secagem utilizado, uma vez que os autores realizaram essa etapa com um menor tempo e com temperaturas diferentes. Ferreira et al. (2016) obteve tiras de espaguete que foram desidratadas em estufa,

com circulação de ar a 50 °C por 60 min, enquanto Pererira (2018) avaliou diferentes temperaturas de secagem entre 40°C e 90°C.

Em relação ao conteúdo mineral, pode-se apontar que as massas apresentaram teores diferentes entre si, o que pode ser explicado pela variação de porcentagem de farinha de arroz vermelho utilizada, proporcionou um aumento de minerais na composição. Lins (2023) obteve valores para conteúdo mineral de 0,94 g 100 g⁻¹ a 1,43 g 100 g⁻¹ para as massas com adição de farinha arroz vermelho, estando acima dos valores encontrados no presente estudo, enquanto Pereira (2018) obteve valores para conteúdo mineral de 0,43 g 100 g⁻¹ a 0,74 g 100 g⁻¹, sendo estes inferiores aos valores obtidos.

Observou-se que com o aumento da quantidade de farinha de arroz vermelho na formulação, houve um aumento do teor de lipídeos, caracterizada pela diferença significativa entre as formulações. Isso pode ter ocorrido, não somente pelo teor lipídico apresentado pela farinha, mas também pela composição dos ovos utilizados, já que se adicionou uma unidade em cada formulação, porém não se padronizou a massa da clara e da gema, podendo ocasionar uma variação nas formulações.

Pereira (2018) obteve valores entre 2,28 g 100 g⁻¹ a 4,28 g 100 g⁻¹ para lipídeos em massas sem glúten, e verificou o mesmo resultado, um aumento de lipídeos com o aumento da porcentagem de farinha de arroz vermelho. Freire e Meira (2023) obtiveram um valor igual a 12,81 g 100 g⁻¹ de lipídeos para a massa analisada. As diferenças possivelmente devem-se aos ingredientes adicionados as formulações. Os autores desenvolveram massa com farinha de arroz vermelho combinados à fécula de mandioca e de batata, ou ovos e farinha de inhame.

Em relação a análise de proteínas, observou-se que as formulações não diferiram entre si, ou seja, mesmo a farinha de arroz vermelho apresentando um alto teor de proteínas, não foi suficiente para alterar a composição das massas. Entretanto, todas as formulações podem ser consideradas como fonte de proteína, pois de acordo com a RDC n° 54, de 12 de novembro 2012, é necessário um mínimo de 6,00 g 100 g⁻¹ de proteína para tal definição (BRASIL, 2012).

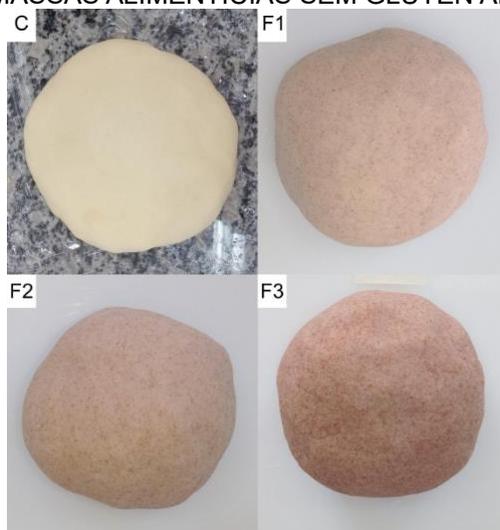
As massas alimentícias apresentaram teores de carboidratos e fibras alimentares variando entre 79,26 g 100 g⁻¹ e 83,67 g 100 g⁻¹, entre os quais observou-se uma tendência de diminuição dos teores conforme aumento do percentual de farinha de arroz vermelho. Essa diminuição deve-se ao fato de que outros compostos na formulação aumentarem, o que está relacionado com a composição centesimal da

farinha de arroz branco, a qual interferiu na composição das massas assim como a farinha de arroz vermelho.

3.3.2 Análises tecnológicas

No momento da formulação das massas, observou-se que todas apresentaram consistência firme, com textura lisa e uniforme, como pode ser observado na FIGURA 3. Para minimizar a ocorrência de possíveis quebras da massa, adotou-se a técnica de pré-cozimento. Esse processo deve-se a gelatinização do amido presente na massa.

FIGURA 3 – MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN APÓS MISTURA



LEGENDA: (C) Massa controle (0 g FAV), (F1) Formulação 1 (30 g FAV), (F2) Formulação 2 (40 g FAV), (F3) Formulação 3 (70 g FAV).

FONTE: A autora (2024).

De acordo com Donmez et al. (2021), a transição de gelatinização é atribuída à formação de ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e amido. Durante o processo de aquecimento em água, os cristais do amido se rompem, fazendo com que os grânulos percam sua ordem molecular, estrutura e caráter birrefringente. Ao mesmo tempo ocorre uma solubilização do amido, e após o aquecimento, a água entra primeiro nas regiões amorfas, que se expandem e transmitem forças disruptivas para as regiões cristalinas.

Os resultados obtidos para as análises tecnológicas estão dispostos na TABELA 6.

TABELA 6 – ANÁLISES TECNOLÓGICAS DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE ARROZ VERMELHO

Análise	Controle	F1	F2	F3
Rendimento massa crua (%)	97,65 ^a ± 0,32	97,43 ^a ± 0,68	97,37 ^a ± 0,24	97,61 ^a ± 0,68
Rendimento massa seca (%)	58,92 ^{ab} ± 0,70	58,81 ^b ± 1,93	58,38 ^b ± 1,69	64,56 ^a ± 0,79
Rendimento massa cozida (%)	302,27 ^d ± 0,29	322,02 ^c ± 2,17	367,52 ^b ± 2,52	399,27 ^a ± 3,24
Tempo de cozimento (min.)	10,33 ^a ± 0,58	10,67 ^a ± 0,58	11,33 ^a ± 0,58	11,33 ^a ± 0,58
¹ Ganho de massa	3,05 ^d ± 0,02	3,21 ^c ± 0,02	3,69 ^b ± 0,03	4,00 ^a ± 0,03
Resíduos na água (%)	3,54 ^c ± 0,02	3,83 ^b ± 0,03	3,86 ^b ± 0,01	4,48 ^a ± 0,01

C (0 g), F1 (30 g), F2 (40 g) e F3 (70 g) de farinha de arroz vermelho. ¹Resultados expressos em número de vezes em que aumentou a massa. Médias com letras iguais em uma mesma linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Como pode ser observado, as massas apresentaram elevado rendimento quando cruas, que não diferiram estatisticamente entre si. Tal rendimento pode ser um indicativo de um bom aproveitamento das massas obtidas por conta de suas características físicas.

Entretanto, ao avaliar o rendimento das massas secas, observou-se que houve uma diferença significativa entre os percentuais obtidos, de modo que F3 apresentou um maior rendimento, o qual foi próximo ao rendimento da massa C. As formulações F1 e F2 não se diferiram entre si, e estiveram próximas do resultado obtido para a massa C.

Essas diferenças podem estar relacionadas a uma possível interferência na etapa de secagem, na qual pode ter ocorrido alguma variação de temperatura durante as 6 horas de processamento, ocasionando uma instabilidade na secagem e consequentemente uma variação da massa seca. A umidade relativa do ar (UR) nos dias em que se secou as massas também pode ter interferido em tal resultado.

Em relação ao rendimento obtido para as massas cozidas percebeu-se uma variação significativa entre 302,27% ± 0,29 a 399,27% ± 3,24, sendo que a massa C apresentou o menor rendimento, e F3 o maior. Essa diferença pode ser explicada pelo ganho de massa de cada formulação, uma vez que o rendimento final é calculado em relação a tal massa. Como a formulação F3 ganhou mais massa, devido a uma maior absorção de água, apresentou um maior rendimento após cozido, bem como ficou em cocção por mais tempo, o que também contribuiu para um maior rendimento.

Os valores de tempo de cozimento variaram entre 10,33 e 11,33 minutos, os quais não se diferiram entre si estatisticamente, porém variaram diretamente. Dessa forma, o tempo de cozimento que poderia ser indicado na embalagem caso as massas

fossem produzidas e comercializadas, seria uma faixa de 10 a 11 minutos para as formulações C e F1 e de 11 a 12 minutos para F2 e F3, uma vez que o tempo ótimo para cocção se apresentou em torno de tais faixas.

O tempo de cozimento é influenciado pela quantidade de amido e fibras presente na composição do arroz. As fibras podem contribuir para o aumento da absorção de água. Tal absorção pode interferir na gelatinização do amido, influenciando no tempo de cozimento, uma vez que esse refere-se ao tempo necessário para a gelatinização do amido em toda seção da massa (PEREIRA, 2018).

Os valores para tempo de cozimento estiveram próximos ao encontrados na literatura para massas sem glúten seca, com a adição de farinha de arroz vermelho. Pereira (2018) verificou tempos de cozimento variando de 9,20 a 11,77 minutos, para massas com diferentes tempos de secagem e porcentagens de farinha de arroz vermelho. Chang e Flores (2004) obtiveram tempos de cozimento variando entre 5,42 e 10,16 minutos para massas sem glúten.

Além desses resultados, as massas alimentícias apresentaram diferença significativa entre si em relação ao ganho de massa. A formulação F3 apresentou maior valor, seguido das formulações F2, F1 e C, ou seja, com o aumento do percentual da farinha de arroz vermelho, houve um aumento de ganho de massa das massas. Outro fator importante para tal resultado é o tempo de cozimento, já que F3 apresentou um maior valor para esse parâmetro, resultando também em uma maior perda de sólidos na água de cozimento.

Para a análise de resíduos na água de cozimento, observou-se que as formulações se diferiram entre si, de forma que a formulação F3 apresentou um maior valor, F2 e F1 não se diferiram entre si, e a massa C apresentou menos resíduos na água de cozimento. A quantidade de resíduos na água de cozimento em produtos sem glúten deve-se a lixiviação de amido gelatinizado livre, ou seja, depende do grau de gelatinização do amido (SHMIELE et al., 2013).

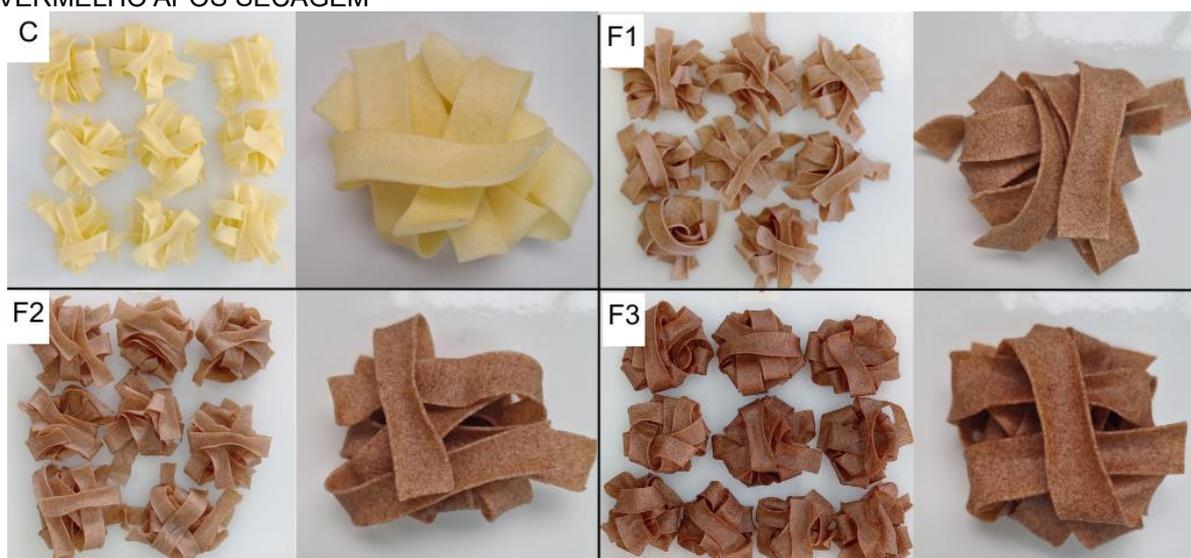
Pode-se apontar que há uma possibilidade de a discussão levantada acerca do teor de lipídeos presente na farinha interferir na gelatinização realmente ocorrer, influenciando a quantidade de resíduo na água de cozimento. Ao contrário, as massas para as quais obteve-se uma menor quantidade de resíduo, apresentaram um menor teor de lipídeos, o que pode ter facilitado a formação de uma rede proteica sobre os grânulos de amido, e dificultado o processo de lixiviação.

Fernandes et al. (2013) apontam que considerando uma massa alimentícia com características tecnológicas de qualidade, esta deve apresentar um baixo tempo de cocção, pouca perda de sólidos na água de cozimento e grande aumento de massa quando cozido. E ainda Hummel (1966), indica que uma massa de boa qualidade deve ter um ganho de massa de 2 vezes em relação à sua condição inicial.

Pode-se apontar que embora as massas tenham apresentado um tempo elevado de cozimento, os valores de perda de sólidos na água de cozimento foram baixos, e os valores para ganho de massa foram altos, sendo entre 3,1 a 4,0 vezes em relação a massa inicial das massas. Apesar de todas as formulações mostrarem-se tecnologicamente executáveis, ao levar em consideração o conjunto das análises, pode-se afirmar que a formulação F3 destacou-se positivamente em relação ao rendimento e ao ganho de massa.

Em relação a coloração, as massas alimentícias formuladas F1 (30%), F2 (40%) e F3 (70%) com adição de farinha de arroz vermelho, apresentaram uma diferença de cor entre si, de modo que com o aumento do percentual de farinha de arroz vermelho, houve um aumento na intensificação da coloração marrom avermelhada. A massa controle, por sua vez, apresentou uma coloração mais amarelada, sendo bem próxima de uma massa tradicional a base de trigo em relação ao aspecto visual (FIGURA 4).

FIGURA 4 – MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE ARROZ VERMELHO APÓS SECAGEM



LEGENDA: (C) Massa controle (0 g FAV), (F1) Formulação 1 (30 g FAV), (F2) Formulação 2 (40 g FAV), (F3) Formulação 3 (70 g FAV).

FONTE: A autora (2024).

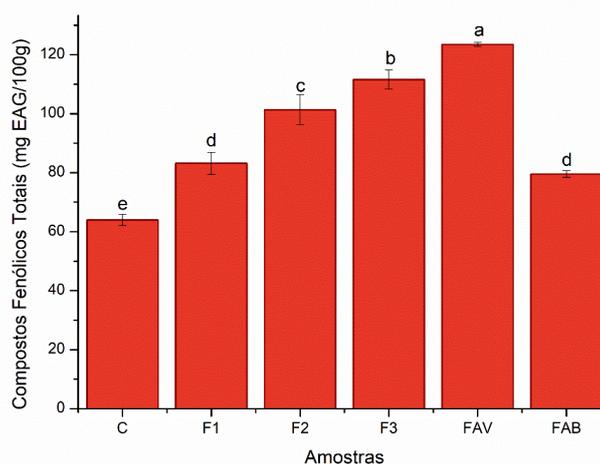
A coloração apresentada pelas massas já era esperada, uma vez que o grupo de pigmentos presente no grão, assim como já mencionado, trata-se de antocianinas, as quais além de conferirem tal cor aos alimentos, apresentam um efeito potencial contribuinte para a diminuição de doenças cardiovasculares, cancro, hiperlipidemias e outras doenças crônicas, quando ingerida em quantidades adequadas, por conta de seu efeito antioxidante (KONG, 2003).

Entretanto, apenas a coloração obtida não é suficiente para apontar as massas alimentícias como alimentos funcionais e com capacidade antioxidante. Para além dos aspectos visuais e subjetivos, alguns resultados foram obtidos em relação aos testes funcionais.

3.3 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DAS FARINHAS E MASSAS ALIMENTÍCIAS

Em relação aos compostos fenólicos totais (CFT), obteve-se valores que diferiram significativamente entre si tanto para as farinhas de arroz vermelho (FAV) e farinha de arroz branco (FAB) e as formulações das massas alimentícias, conforme FIGURA 5.

FIGURA 5 – TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS NA ÁGUA DE COZIMENTO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS E NAS FARINHAS DE ARROZ VERMELHO E BRANCO



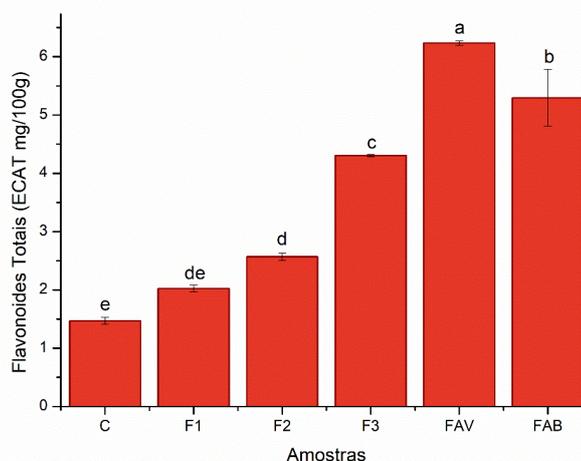
Nota: Massa controle – C (0 g FAV), Formulação 1 – F1 (30 g FAV), Formulação 2 – F2 (40 g FAV), Formulação 3 – F3 (70 g FAV). Farinha de arroz vermelho (FAV). Farinha de arroz branco (FAB). Médias com letras minúsculas iguais no gráfico não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

FONTE: A autora (2024).

A farinha FAV apresentou o maior valor de compostos fenólicos ($123,45 \pm 0,66$ mg EAG $100g^{-1}$), quando comparada as demais amostras. Ao avaliar o perfil bioativo das massas, notou-se que os resíduos na água de cozimento das mesmas apresentaram teores de compostos fenólicos, sendo o maior valor encontrado para F3 ($111,59 \pm 3,25$ mg EAG $100g^{-1}$), seguido das amostras F2 ($101,35 \pm 5,00$ mg EAG $100g^{-1}$), F1 ($83,23 \pm 3,75$ mg EAG $100g^{-1}$), e C ($64,00 \pm 1,88$ mg EAG $100g^{-1}$). Apesar disso, pode-se apontar que em relação aos teores de suas respectivas farinhas, tais quantidades podem ser consideradas adequadas e indicam que mesmo após o cozimento, as massas ainda podem apresentar teores significativos de CFT.

Na FIGURA 6 é possível observar o perfil bioativo obtido para a análise de flavonoides totais (FVT). As farinhas de arroz vermelho e de arroz branco apresentaram, respectivamente, teores iguais a $6,24 \pm 0,04$ mg ECAT $100 g^{-1}$ e $5,30 \pm 0,49$ mg ECAT $100 g^{-1}$, se diferenciando entre si e das demais amostras. As massas apresentaram uma tendência a maior teor de flavonoides na água de cozimento, com o aumento da adição de farinha de arroz vermelho, de forma que F3 apresentou o maior teor ($4,31 \pm 0,02$ mg ECAT $100 g^{-1}$) em relação aos teores das demais massas. A formulação F1 apresentou um teor ($2,02 \pm 0,06$ mg ECAT $100 g^{-1}$), que não diferiu estatisticamente de F2 ($2,57 \pm 0,06$ mg ECAT $100 g^{-1}$) e C ($1,47 \pm 0,06$ mg ECAT $100 g^{-1}$), porém a amostra C apresentou o menor teor e se diferenciou das demais.

FIGURA 6 – TEOR DE FLAVONOIDES TOTAIS NA ÁGUA DE COZIMENTO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS E NAS FARINHAS DE ARROZ VERMELHO E BRANCO

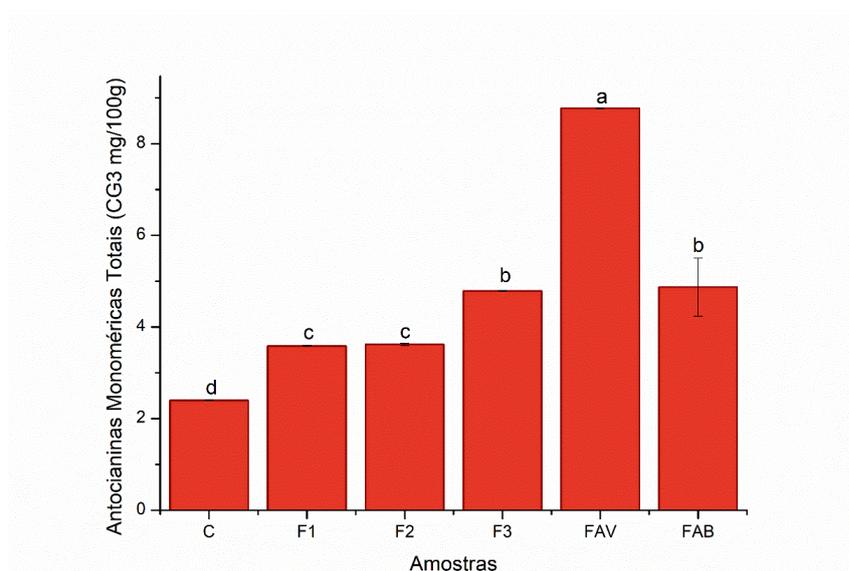


Nota: Massa controle – C (0 g FAV), Formulação 1 – F1 (30 g FAV), Formulação 2 – F2 (40 g FAV), Formulação 3 – F3 (70 g FAV). Farinha de arroz vermelho (FAV). Farinha de arroz branco (FAB). Médias com letras minúsculas iguais no gráfico não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

FONTE: A autora (2024).

Já para a análise de antocianinas monoméricas totais (AMT) (FIGURA 7), observou-se uma maior diferença entre o teor encontrado para a farinha de arroz vermelho ($8,77 \pm 0,01$ mg C3G 100 g^{-1}) e as demais amostras. Tal resultado pode ser considerado positivo, uma vez que mesmo a amostra F3 que vinha apresentando uma tendência de maior quantidade de compostos na água de cozimento, apresentou um teor baixo ao ser comparado com a farinha, indicando que apesar dos fatores de degradação aos quais foram expostas, ainda mantiveram um teor adequado de antocianinas totais.

FIGURA 7 – TEOR DE ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS TOTAIS NA ÁGUA DE COZIMENTO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS E NAS FARINHAS DE ARROZ VERMELHO E BRANCO



Nota: Massa controle – C (0 g FAV), Formulação 1 – F1 (30 g FAV), Formulação 2 – F2 (40 g FAV), Formulação 3 – F3 (70 g FAV). Farinha de arroz vermelho (FAV). Farinha de arroz branco (FAB). Médias com letras minúsculas iguais no gráfico não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

FONTE: A autora (2024).

Dentro disso, obteve-se valores que diferiram significativamente entre si, sendo que F3 e FAB apresentaram valores iguais a $4,79 \pm 0,01$ mg C3G 100 g^{-1} e $8,87 \pm 0,01$ mg C3G 100 g^{-1} respectivamente, e se diferiram entre si. F2 e F1 não se diferiram entre si, apresentando $3,62 \pm 0,02$ mg C3G 100 g^{-1} e $3,59 \pm 0,01$ mg C3G 100 g^{-1} de antocianinas, e C apresentou um menor teor ($2,40 \pm 0,01$ mg C3G 100 g^{-1}).

Dentro de todos os apontamentos realizados para os resultados das análises do perfil bioativo, cabe ressaltar que todas as formulações indicaram a manutenção de uma porcentagem de compostos funcionais mesmo após as etapas de pré-

cozimento, secagem e cozimento que são as principais responsáveis pela degradação. As formulações podem ser apontadas como massas funcionais, e apresentam um perfil bioativo adequado, uma vez que as massas possivelmente mantiveram um maior teor de compostos funcionais em sua composição, em relação ao teor obtido para a farinha de arroz vermelho.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível desenvolver massas alimentícias sem glúten com características tecnológicas esperadas em alimentos como esse, a fim de que consumidores com restrições alimentares possam ter uma alternativa às massas tradicionais. Além disso, a adição da farinha de arroz vermelho colaborou na obtenção de um produto nutricionalmente adequado e funcional, e pode-se apontar que as formulações F1, F2 e F3 se apresentaram com potencial para produção industrial, sendo F3 a que mais se destacou ao considerar o conjunto de análises de composição centesimal, tecnológicas e funcionais. Entretanto, sugere-se que sejam realizados estudos mais aprofundados em relação a parâmetros da farinha, as propriedades reológicas das massas e o melhoramento da manutenção dos compostos bioativos nas formulações após o cozimento.

REFERÊNCIAS

- ABIMAPI (Associação Brasileira de Massas Alimentícias). Massas alimentícias industrializadas. São Paulo – SP, 1ª Edição, nutrição com praticidade e sabor, 2021. Disponível em: HTTP:///ABIMAPI_ITAL_Estudo_sobre_Massas_Alimenticias_2.pdf.
- ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. **Anuário: conectado, responsável e infiel, como pensa o consumidor brasileiro**. São Paulo, SP. 2023.
- ABRÃO, Yasmin Borges et al. **Avaliação Físico-química de extratos de arroz polido, parboilizado, integral e vermelho**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) – Curso de Graduação em Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2019.
- ALMEIDA, Raphael Lucas et al. Composição físico-químicas de cookies adicionados de resíduos do arroz vermelho. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e151911852-e151911852, 2020.
- AOAC. **Official methods of analysis of the association of official Agriculture chemists. Official Methods of Analysis of AOAC Internacional**. 17 ed. Willbehington: AOAC, 2005.
- ARAULLO, Epifania Valbuena; DE PADUA, Dante Borona; GRAHAM, Michael. **Rice: postharvest technology**. IDRC, Ottawa, ON, CA, 1976.
- ARENDT, Elke. K.; BELLO, Fábio Dal. **Gluten-Free: Cereal Products and Beverages**. EUA: Elsevier Science, 2011. 464 p.38-46.
- ASCHERI, Diego Palmiro Ramirez et al. Correlação entre as propriedades nutricionais dos grãos e viscosidade de pasta de farinhas pré-gelatinizadas de arroz-vermelho. **Ceres**, v. 59, n. 1, 2012.
- AVELINO, Regina Ranielly dos Santos. **Composição centesimal e amido resistente de arroz-vermelho integral**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) – Curso de Graduação em Nutrição. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
- ÁVILA, Bianca Pio; HENZEL, Ana Beatriz Devantier; GUARINO, Ernestino de Souza Gomes. Características sensoriais e tecnológicas de massa alimentícia sem glúten elaborada com farinha de pinhão. **Cadernos de Agroecologia**, v. 17, n. 3, 2022.
- BARROS, Samara Kelly Amaral et al. Elaboração de massa alimentícia fresca sem glúten enriquecida com farinha de resíduo de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e1810613722-e1810613722, 2021.

BORGES, João Tomaz da Silva et al. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. **Boletim CEPPA**, v. 21, n. 2, p. 303-322, 2003.

BRASIL. ANVISA. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. 2017. Disponível em: < <https://www.cfn.org.br/index.php/biblioteca/tabela-brasileira-de-composicao-de-alimentos-4a-edicao/>>. Acesso em: 18 maio. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 93, de 31 de outubro de 2000, dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massa alimentícia. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de outubro de 2000. Disponível em: <http://www.vigilanciasanitaria.gov.br/anvisa.html>. Acesso em: 30 mar. 2024.

BRASIL, Agência Nacional da Vigilância Sanitária. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 22 de maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre a Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília.

BORGES, Shara Regina dos Santos; OLIVEIRA, Márcia Roseane Targino de; BARBOZA, Priscylla Vital. Caracterização química de farinha de arroz vermelho para elaboração de pães de forma, **Conidis**. 2017.

CHANG, Yoon Kil; FLORES, Héctor Eduardo Martínez. Qualidade tecnológica de massas alimentícias frescas elaboradas de semolina de trigo durum (*T. durum* L.) e farinha de trigo (*T. aestivum* L.). **Food Science and Technology**, v. 24, p. 487-493, 2004.

CHOU, C.; YEN, T.; LI, C. Effects of different cooking methods and particle size on resistant starch content and degree of gelatinization of a high amylose rice cultivar in Taiwan. **Journal of Food, Agriculture e Environment**, v. 12, n. 2, p. 6-10. 2014.

COSTA, Ana Flávia Dias et al. Caracterização de farinhas de arroz para elaboração de produtos sem glúten. **III Simpósio de Engenharia de Alimentos–SIMEALI: interdisciplinaridade e inovação na Engenharia de Alimentos**, 2019.

DÁRIO, Aline F. et al. The effect of calcium salts on the viscosity and adsorption behavior of xanthan. **Carbohydrate Polymers**, v. 84, n. 1, p. 669-676, 2019.

DAMODARAM, S; PARKIN, K.L; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4ª ed. Porto Alegre. Artmed, 2010.

DEBON, Stéphane JJ; TESTER, Richard F. In vitro binding of calcium, iron and zinc by non-starch polysaccharides. **Food Chemistry**, v. 73, n. 4, p. 401-410, 2001.

DONMEZ, Dila et al. Characterization of starch–water interactions and their effects on two key functional properties: Starch gelatinization and retrogradation. **Current Opinion in Food Science**, v. 39, p. 103-109, 2021.

ESTANECH, Amanda Fulgoni da Cunha, et al. Otimização da formulação de massas alimentícias elaboradas com farinhas de grão-de-bico e de feijão-caupi fermentados utilizando delineamento de mistura. **Observatório de la economía latinoamericana**, v. 22, n. 1, p. 2605-2623, 2024.

FANG, Yapeng et al. Multiple steps and critical behaviors of the binding of calcium to alginate. **The Journal of Physical Chemistry B**, v. 111, n. 10, p. 2456-2462, 2007. Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil. Guia Orientador para Celíacos. São Paulo: Escola Nacional de Defesa do Consumidor, Ministério da Justiça, 2010.

FERNANDES, M. S.; SEHN, G.A.R.; LEORO, M.G.V.; CHANG, Y.K.; STEEL, C.J. Effect of adding unconventional raw materials on the technological properties of rice fresh pasta. **Food Science and Technology**, v.33, n. 1, p. 257-264, 2013.

FERREIRA, Sila Mary Rodrigues et al. Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta. **Food chemistry**, v. 191, p. 147-151, 2016.

FIGUEIREDO, Paulo; ALBUQUERQUE, Filipa; ROMEIRO, Sara. **Proantocianidinas na dieta humana. Influência na prevenção de doenças cardiovasculares**. 2013. Disponível em: <<https://repositoriocientifico.uatlantica.pt/handle/10884/1347>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

FRANCO, B. D. G. M; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996.

GEIB, Cássia Paloma et al. Desenvolvimento e análise sensorial de massa alimentícia isenta de glúten enriquecida com farinha de linhaça dourada. **Anais V Seven International Multidisciplinary Congress**. v.3, n. 5, 2024.

GIUSTI, Mônica M.; WROLSTAD, Ronaold E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. In: *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc., 2001.

GUSMÃO, Thaisa Abrantes Souza et al. **Desenvolvimento de pão de forma sem glúten com farinha de arroz vermelho, enzima transglutaminase microbiana e prebiótico: avaliação tecnológica, sensorial e armazenabilidade**. Tese de Doutorado Engenharia de Processos. Universidade Federal de Campina Grande, 2017. 284p.

GOMES, Beatriz Borges et al. Efeitos das antocianinas na saúde: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e6411427069-e6411427069, 2022.

- HAMACEK, Fabiana Rossi et al. Valor nutricional e efeito do tratamento térmico sobre o potencial antioxidante em formulações de massa de macarrão sem glúten. **Alim. Nutr.= Braz. J. Food Nutr.**, Araraquara v. 24, n. 2, p. 135-143, abr./jun. 2013.
- HAN, Jun et al. Physiological effects of resistant starch and its applications in food: a review. **Food Production, Processing and Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 48, 2023.
- HEMAVATHY, J.; BHAT, K.K. Effect of particle size on viscoamylographic behaviour of rice flour and vermicelli quality. **Journal of Texture Studies**, v. 25, p. 469–476, 1994.
- HUMMEL, C. **Macaroni products: manufacture processing and packing**. 2ª edição. London: Food Trade Press, 1966. 287p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do IAL.**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 5.ed. São Paulo, 2008. 1020 p.
- KABYLDA, Anar et al. DEVELOPMENT OF GLUTEN-FREE PASTA PRODUCTS BASED ON MULTIVARIATE ANALYSIS. **Eastern-European Journal of Enterprise Technologies**, v. 119, n. 11, 2022.
- KONG, Jin-Ming et al. Análise e atividades biológicas de antocianinas. **Fitoquímica**, v. 64, n. 5, pág. 923-933, 2003.
- LEITÃO, Ana Luísa Rodrigues de Oliveira. **Desenvolvimento de uma massa sem glúten para rissóis**. 2010. Dissertação (Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar) – Curso de Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, 2010.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods Enzymol**, v. 148, p. 350-382, 1987.
- LINS, Ana Clara Nunes et al. **Elaboração e caracterização físico-química de massa alimentícia a base de arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.), com adição de farinha de Tenébrio Gigante (*zophobas morio*)**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso.
- LOPES, Toni et al. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 3, 2007.
- LOURENÇO A. A. et al. 2015. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de grãos de arroz de pericarpo vermelho e de pericarpo preto. Conferência Internacional de Arroz para América Latina e Caribe. Porto Alegre: EMBRAPA
- MACHADO, Ana Paula Oliveira. **Novas tecnologias para obtenção de pães isentos de glúten à base de farinha de arroz e concentrado proteico de orizenina**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2016.

MALDONADE, I.R., CARVALHO, P.G.B., FERREIRA, N.A., MOULIN, B.S.F., 2013. **Protocolo para Determinação de Açúcares Redutores pelo Método de Somogyi-Nelson**. Embrapa. Comunicado Técnico 86. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81814/1/cot-86.pdf>>.

MEIRA, Quênia Gramile Silva; FREIRE, Roberto de Miranda Henriques. ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA DO TIPO MACARRÃO A BASE DE INHAME (DIOSCOREA SPP.) E FARINHA DE ARROZ (ORYZA SATIVA L). **Revista da Faculdade de Ciências Médicas da Paraíba**, v. 1, n. 1, 2023.

MEYERS, K. J.; WATKINS, C. B.; PRITTS, M. P.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 6887-6892, 2003.

MOURA, Ingrid Chaves; LIBERATO, Maria da Conceição Tavares Cavalcanti. Amido resistente. **Pesquisas Bibliográficas Realizadas por Alunos das Disciplinas de Bioquímica e Química dos Alimentos UECE–2022-1**, p. 9.

NUNES, Grasiella Moura. **Massas alimentícias sem glúten de farinhas formuladas à base de arroz e feijão**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020.

OLIVEIRA, Jaine; DE SOUZA, Natália Tolfo; POLESÍ, Luís Fernando. Elaboração de massa alimentícia sem glúten a partir de farinha de babaçu e pupunha. **Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos**, v. 2, p. 259-278, 2020.

PAGANI, A.; RESMINI, P.; DALBON, G. Formulazione e produzione di paste alimentari a partire da materie prime non convenzionali. **Tecnica Molitoria**, v. 32, n. 5, p.1-24, 1981.

PEREIRA, J. A.; BASSINELO, P. Z.; CUTRIM, V. A.; RIBEIRO, V. Q. Comparação entre Características Agronômicas, Culinárias e Nutricionais em Variedades de Arroz Branco e Vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.243-248, jan./mar. 2009.

PEREIRA, Karla Barboza et al. **Massa alimentícia livre de glúten elaborada a partir de féculas de batata e mandioca e farinha de arroz vermelho**. 2018.

RIBEIRO, Eugênia. Lançada primeira cultivar de arroz vermelho desenvolvida no Brasil. **Embrapa Meio-norte**, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/39540267/lancada-primeira-cultivar-de-arroz-vermelho-desenvolvida-no-brasil#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20arroz%20vermelho,cultiva do%20utilizando%2Dse%20t%C3%A9cnicas%20tradicionais.>> Acesso em: 30 de março de 2024.

ROMÃO, José Pedro Domingues et al. **O comportamento do consumidor de massas alimentícias: identificação e avaliação dos determinantes de consumo**

com base no padrão alimentar dos consumidores. 2022. Tese (Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar) – Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, Politécnico de Leiria, Leiria, 2022.

RÓŽAŃSKA, Maria Barbara et al. Insight into the Gluten-Free Dough and Bread Properties Obtained from Extruded Rice Flour: Physicochemical, Mechanical, and Molecular Studies. **Applied Sciences**, v. 13, n. 6, p. 4033, 2023.

SALEH MI & MEULLENÉ JF (2006) **Effect of surface lipids on cooked long-grain rice textural properties.** In: Norman RJ, Meullenet JF, Moldenhauer KAK (eds) B.R. Wells Rice Research Studies 2005. Fayetteville, Arkansas Agricultural Experiment Station. p.387-395.

SANTOS, N. C., Santos, Ê. R. M., Barros, S. L., Almeida, R. D., Almeida, R. L. J., Silva, V. M. A., Ribeiro, V. H. A., Santos, I. A., Pereira, T. S., & Nascimento, A. P. S. (2019). Technological use of kiwi (cv. hayward) shell for elaboration of cookie-type biscuits. **International Journal of Development Research**, 9(7), 28850-28851.

SCHMIELE, Marcio et al. Massa alimentícia sem glúten com elevado teor proteico obtida por processo convencional. **Ciência Rural**, v. 43, p. 908-914, 2013.

SILVA, Ravi Gomes Vieira. Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação. **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, Bahia**, v. 20, 2010.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO – UNIFESP. Escola Paulista de Medicina – EPM. **TABNUT**: Tabela de composição química dos alimentos. São Paulo, 2016. Disponível em: < <https://tabnut.dis.epm.br/> > Acesso em: 20 maio. 2024.

TEIXEIRA, Samiris Côcco; SOARES, Nilda de Fátima Ferreira; STRINGHETA, Paulo César. Desenvolvimento de embalagens inteligentes com alteração colorimétrica incorporadas com antocianinas: uma revisão crítica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. e2021033, 2021.

VICENTE, Maria Helena. **Desenvolvimento de produtos com utilização da farinha do arroz vermelho.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) – Curso Superior em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023.

VIEIRA, Claudia Regina et al. Extração enzimática das proteínas da farinha de arroz. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 599-606, 2008.

WALTER, M. **Composição química e propriedades antioxidantes de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro, vermelho e preto.** 2009. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

WATANABE, Érika. **Influência das proteínas formadoras do glúten na qualidade tecnológica da farinha de trigo para panificação**. 2014. 79 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

YADAV, S. K. et al. Effect of organic nutrient sources on yield, nutrient uptake and soil biological properties of rice (*Oryza sativa*) - based cropping sequence. **Indian Journal of Agronomy**, v. 58, n. 3, p. 271-276, 2013.