

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**ELABORAÇÃO DE PRÉ-MISTURA PARA BOLOS A PARTIR DE  
FARINHA DE ARROZ BRANCO, NEGRO E VERMELHO**

**MARIA LUIZA DUARTE FONSECA**



Maria Luiza Duarte Fonseca. ELABORAÇÃO DE PRÉ-MISTURA PARA BOLOS A PARTIR DE FARINHA DE ARROZ BRANCO, NEGRO E VERMELHO

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

---

Camila Almeida de Jesus – Mestre em Produção Animal (UFMG)

---

Joyce Grazielle Siqueira Silva – Doutora em Ciência de Alimentos (Unicamp)

---

Prof<sup>ª</sup>. Claudia Regina Vieira – Orientadora ICA/UFMG

Montes Claros, 17 de março de 2021

Dedico esse trabalho aos meus pais Bernadete e Antônio, os quais sempre trabalharam para garantir a melhor educação a mim. Por todo incentivo e apoio durante a trajetória na graduação dada por eles e pela minha irmã, Alícia, que sempre me ajudam a ser forte.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo precioso dom da vida concedido a mim, pela saúde, e pela força para superar todas as minhas dificuldades, medos e inseguranças me tornando capaz de concretizar esse sonho.

Gostaria de agradecer a minha família, meus pais Bernadete e Antônio e a minha irmã Alícia por fazerem parte da minha vida e por sempre estarem presentes, pela dedicação, suporte, companheirismo e amor.

A minha orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Doutora Claudia Regina Vieira, por ter acreditado em mim e pela oportunidade de ingressar no GEPPAM, no qual deu início a nossa relação de orientadora e orientada, tornando possível diversos aprendizados e ensinamentos que contribuíram para minha formação e crescimento pessoal.

Aos meus colegas do grupo de estudos GEPPAM, especialmente Breno Soares, Rafaela Barbosa e Ana Flávia Dias por terem feito parte desse projeto. Sou grata pelo suporte e ajuda. A Mariuze por todos os ensinamentos, paciência, ajuda e carinho que foi concedido a mim durante a realização de diversos trabalhos.

Aos meus amigos Ana Flávia Campos, Lenita Sena, Vitor Augusto, Karolina Soares, Raíssa Queiroz pela amizade e companheirismo. Sou muito grata por tê-los conhecido e por terem feito parte dessa longa trajetória. Por terem tornada a minha vida acadêmica mais divertida, alegre e mais fácil. Muito obrigada pelos risos, conselhos, abraços e também por me ajudarem nos momentos de fragilidade.

Ao Prof. Christian D. Cabacinha pela contribuição ao trabalho por meio da Análise estatística de Cluster.

Muito obrigada!

*“Viver é enfrentar um problema atrás do outro. O modo como você o encara é que faz a diferença”.*

(Benjamin Franklin)

## RESUMO

O arroz trata-se de um cereal importante sendo utilizado na elaboração de produtos para celíacos por não conter glúten. O objetivo do estudo foi elaborar pré-misturas para bolos com as farinhas de arroz branco (FAB), de arroz negro (FAN) e de arroz vermelho (FAV) e avaliar as características físico-químicas (umidade, lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos) das farinhas e das pré-misturas, avaliar as características tecnológicas (capacidade de autoexpansão, capacidade de retenção de solventes (CRS), poder de inchamento (PI) e índice de solubilidade (IS)) das farinhas e estudar a proposta de embalagem para a pré-mistura com FAV, aplicando um questionário para 180 consumidores, via internet, com questões socioeconômicas, de restrição alimentar, sobre informações nas embalagens e de preferências em relação as quatro propostas diferentes. As pré-misturas e as farinhas apresentaram características nutricionais aceitáveis. Quanto a autoexpansão, o volume aparente apresentou variação entre FAN e FAV, já FAB não diferiu das mesmas, e em relação ao volume específico, as amostras se comportaram da mesma forma, sendo os resultados inferiores ao da literatura. A CRS foi realizada utilizando como solventes ácido láctico e água destilada, não apresentaram diferenças entre si para as farinhas de arroz branco, negro e vermelho, já com carbonato de cálcio apresentaram diferenças. Os resultados de CRS em ácido láctico demonstraram bom desempenho apesar desse parâmetro estar associado ao glúten, já em carbonato de cálcio pode ter sido influenciado pela granulometria da farinha. O PI e IS apresentaram tendência a aumentar o valor de acordo com o aumento da temperatura, sendo a principal mudança a partir de 60°C. A análise de Cluster permitiu a distinção dos consumidores em quatro grupos quanto a restrição alimentar. O perfil dos clusters 2 (15% com restrição) e 3 (45% com restrição) foram verificados para avaliar se as características influenciavam na escolha do tipo de embalagem. Diante disso, verificou-se que as pré-misturas possuem boas características nutricionais, e que as propriedades tecnológicas das farinhas foram adequadas. Quanto a proposta de embalagem, os resultados sugerem que mulheres com mais de 36 anos, com maior renda familiar e restrições alimentares são um importante público alvo do produto, e estão mais atentas às informações da embalagem preferindo as que contem 'claims'. Logo, a utilização das farinhas de arroz negro e vermelho para produzir pré-mistura para bolos visando o consumo por celíacos é promissor.

**Palavras-chave:** Análise de Cluster. Composição centesimal. Doença celíaca. Glúten. *Oriza sativa*.

## ABSTRACT

Rice is an important cereal being used in the manufacture of products for celiacs because it does not contain gluten. The objective of the study was to prepare pre-mixes for cakes with white rice (FAB), black rice (FAN) and red rice (FAV) flours and to evaluate the physical-chemical characteristics (moisture, lipids, proteins, ash and carbohydrates) of flours and premixes, evaluate the technological characteristics (self-expansion capacity, solvent retention capacity (CRS), swelling power (PI) and solubility index (IS)) of the flours and study the packaging proposal for pre-mixing with FAV, applying a questionnaire to 180 consumers, via the internet, with socioeconomic issues, food restrictions, information on packaging and preferences in relation to the four different proposals. Pre-mixes and flours showed acceptable nutritional characteristics. As for self-expansion, the apparent volume varied between FAN and FAV, whereas FAB did not differ from them, and in relation to the specific volume, the samples behaved in the same way, the results being lower than in the literature. The CRS was carried out using lactic acid and distilled water as solvents, they did not differ for white, black and red rice flours, but with calcium carbonate they showed differences. The results of CRS in lactic acid demonstrated good performance despite this parameter being associated with gluten, whereas in calcium carbonate it may have been influenced by the grain size of the flour. PI and IS showed a tendency to increase the value according to the increase in temperature, with the main change starting at 60 ° C. The Cluster analysis allowed consumers to be distinguished in four groups regarding food restriction. The profile of clusters 2 (15% with restriction) and 3 (45% with restriction) were checked to assess whether the characteristics influenced the choice of packaging type. Thus, it was found that the pre-mixes have good nutritional characteristics, and that the technological properties of the flours were adequate. As for the packaging proposal, the results suggest that women over 36 years of age, with higher family income and dietary restrictions are an important target audience for the product, and are more attentive to the information on the packaging, preferring those that contain 'claims'. Therefore, the use of black and red rice flour to produce cake premix for consumption by celiacs is promising.

**Keyword:** Cluster Analysis. Centesimal composition. Celiac disease. Gluten. *Oriza sativa*.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Formulações de pré-mistura para bolo .....	18
<b>Tabela 2</b> - Composição centesimal e valor energético das farinhas .....	25
<b>Tabela 3</b> - Composição centesimal e valor energético das pré-misturas para bolos.....	27
<b>Tabela 4</b> - Propriedades de autoexpansão das amostras de farinha de arroz.....	28
<b>Tabela 5</b> - Capacidade de retenção de solventes.....	29
<b>Tabela 6</b> - Poder de inchamento de amostras de farinha de arroz .....	31
<b>Tabela 7</b> - Índice de solubilidade de amostras de farinha de arroz.....	32



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AACC – American Association of Cereal Chemists

ABIMAPI – Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados

AOAC – Association of Official Analytical Chemists

BFT – Brasil Food Trends

CRÁcido – Capacidade de retenção em ácido láctico

CRÁgua – Capacidade de retenção em água destilada

CRBase – Capacidade de retenção em carbonato de cálcio

CRS – Capacidade de retenção de solventes

FAB – Farinha de arroz branco

FAN – Farinha de arroz negro

FAV – Farinha de arroz vermelho

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IS – Índice de solubilidade

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

PI – Poder de inchamento

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Propostas de embalagem para pré-mistura para bolo com farinha de arroz vermelho .....	22
<b>Figura 2</b> - Amostras de farinhas de arroz submetidas a análise de capacidade de autoexpansão .....	29
<b>Figura 3</b> - Amostras de farinha de arroz submetidas a análise de capacidade de retenção de solventes .....	30
<b>Figura 4</b> - Número ótimo pela análise de cluster .....	33
<b>Figura 5</b> - Plotagem de grupos pela análise de cluster .....	33

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1 ARROZ VERMELHO, BRANCO E NEGRO.....	13
2.2 MERCADO DE PRÉ-MISTURA PARA BOLOS.....	15
2.3 DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS DE LINHAS ESPECIAIS.....	16
3 OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVO GERAL .....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1 MATERIAL.....	17
4.2 ELABORAÇÃO DAS PRÉ-MISTURAS .....	18
4.3 ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO DAS FARINHAS E PRÉ-MISTURAS DE ARROZ NEGRO, BRANCO E VERMELHO .....	18
4.4 ANÁLISES TECNOLÓGICAS DAS FARINHAS.....	19
4.4.1 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE SOLVENTES .....	19
4.4.2 CAPACIDADE DE AUTOEXPANSÃO DE SOLVENTES.....	20
4.4.3 PODER DE INCHAMENTO E ÍNDICE DE SOLUBILIDADE.....	20
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	21
4.6 ESTUDO DE PROPOSTAS DE EMBALAGENS .....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS PRÉ-MISTURAS E FARINHAS DE ARROZ .	25
5.2 ANÁLISES TECNOLÓGICAS DAS FARINHAS.....	27
5.2.1 CAPACIDADE DE AUTOEXPANSÃO.....	27
5.2.2 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE SOLVENTES .....	29
5.2.3 PODER DE INCHAMENTO E ÍNDICE DE SOLUBILIDADE.....	31
6 CONCLUSÕES .....	35
7 REFERÊNCIAS .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Brasil Food Trends 2020 (BFT2020), foi previsto para o ano de 2020 diversas tendências no setor alimentício, as quais são sensorialidade e prazer, saudabilidade e bem-estar, conveniência e praticidade, confiabilidade e qualidade, por fim sustentabilidade e ética. Quanto as tendências para sensorialidade e prazer existe um crescimento de consumo por produtos que possuem maior valor agregado e a busca por alimentos que retratem experiências. A saudabilidade e bem-estar são temas que possuem apelo pelo consumidor, pois está vinculada a estudos científicos que evidenciam a descoberta de doenças relacionadas a algumas dietas, devido a isso há uma procura por um estilo de vida mais saudável com o consumo de alimentos funcionais. A conveniência e praticidade também é um aspecto relevante para a população que possui um estilo de vida que demanda economia de tempo, porém deseja consumir alimentos que mantenham a qualidade sensorial (BFT2020, 2010). Esses fatores geram incentivo para inovar em produtos que solucionem problemas dos consumidores, entre eles a diversificação de opções de alimentos sem glúten.

Atividades de inovação incluem muitas etapas para realizar a produção de um determinado produto, as quais são científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais. No entanto, a difusão das informações é a forma utilizada para disseminar tanto ideias como tecnologias e produtos inovadores, para isso podem ser utilizados canais como redes sociais, pois sem a difusão não há impacto e retorno econômico para uma empresa. Além disso, para uma inovação ter maior probabilidade de ser sucedida é importante considerar alguns conceitos como nova para o mercado, nova para o mundo e inovações capazes de provocar rupturas (OECD, 1997). As atividades de inovação englobam a produção de novos produtos alimentícios, sendo importantes para obter destaque, porém a divulgação também colabora para a aceitação do produto e as embalagens agregam valor.

De acordo com a Instrução Normativa nº 06/2009 (BRASIL, 2009), do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), o arroz em casca natural é o produto que previamente ao beneficiamento não passa por preparo industrial ou algum processo tecnológico, de forma contrária o arroz beneficiado é submetido a algum processo de beneficiamento e se encontra desprovido de casca. O arroz polido, ao ser beneficiado, é retirado o gérmen, o pericarpo e a maior parte da camada interna, denominada como aleurona (BRASIL, 2006). O arroz na forma integral é constituído pelo endosperma e embrião, germe, envoltos pelas camadas de aleurona e pericarpo (GALERA, 2006).

A doença celíaca é uma inflamação crônica intestinal provocada pelo consumo de glúten em pessoas com intolerância a substância. São exemplos alimentos que podem formar esse composto trigo, cevada, centeio entre outros, logo, para essa parcela da população, faz-se necessário eliminar da dieta alimentos que contenham o glúten (JNAWALI; KUMAR; TANWAR, 2016). Assim, para elaborar produtos de panificação isentos de glúten uma alternativa é a utilização da farinha de arroz.

Segundo Massareto (2013), “algumas pesquisas colaboram para a divulgação de propriedades nutricionais diferenciadas dos tipos pigmentados de arroz em relação ao arroz integral branco, como o alto teor de proteínas e fibras”. Além disso, tem o fator visual, pois a coloração do pericarpo dos grãos é atrativa e está relacionada ao acúmulo de compostos fenólicos, que apresentam efeitos benéficos à saúde.

Bolo é o termo utilizado para se referir a produtos que possuem na formulação farinha de trigo, açúcar, ovos e outras substâncias líquidas como óleo. Esse produto não forma quantidade considerável de glúten, pois o amido é o principal componente da estrutura, contudo, é importante que a qualidade seja alta para garantir a formação de filmes para a captura de gás. As pré-misturas para bolo podem ser formuladas com farinhas amiláceas, entre elas arroz, mandioca e outras, tornando possível produzir bolos diversificados e isentos de glúten (RAMOS; PIEMOLINI-BARRETO; SANDRI, 2012). Apesar do bolo não ser o produto de panificação básico como o pão, é aceito e consumido por pessoas de várias idades, ele é obtido pela mistura, homogeneização e cozimento adequado de massa (BORGES et al., 2006).

## **2 REFERENCAL TEÓRICO**

### **2.1 ARROZ VERMELHO, BRANCO E NEGRO**

O arroz pertence à família das gramíneas, do gênero *Oryza*, sendo a espécie *Oryza sativa* a mais cultivada. O grão de arroz é formado pelo tegumento, que envolve a semente e se encontra ligado ao pericarpo, membrana que envolve o grão (NETO, 2015).

O grão de arroz tem em sua composição amido, polissacarídeos com moléculas de glicose, sendo suas propriedades influenciadas pela disposição das moléculas na cadeia. Na forma linear é composta por amilose, quanto à forma ramificada tem na composição amilopectina (FERREIRA et al., 2005).

O grão do arroz pode ser dividido em três partes, sendo elas a casca, o farelo e o grão, a casca é constituída por duas folhas modificadas, possui minerais e celulose. O farelo é uma camada fina sendo a parte mais nutritiva do arroz, possui vitaminas do complexo B, proteína e lipídios. O farelo é revestido pelo pericarpo, o qual é uma fina película que protege o grão e é responsável pela pigmentação dos mesmos sendo rico em proteínas, lipídios, vitaminas e minerais. A cariopse é a parte mais interna, onde é encontrado o embrião e possui principalmente amido, o qual é constituído por amilose e amilopectina que determinam a textura do arroz após realizar o cozimento (LIMA, 2016).

A farinha de arroz é um ingrediente promissor para produtos sem glúten devido as vantagens de ser natural, hipoalergênico, incolor e possuir sabor suave. O arroz possui pequena quantidade de prolamina, tornando necessário o uso de aditivos, como gomas, emulsificantes, e produtos lácteos para aumentar a consistência ou viscosidade do sistema (DAS; BATTACHARYA, 2018). As prolaminas são proteínas presentes no arroz e também em outros cereais (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

As antocianinas pertencem ao grupo de polifenólicos nomeados como flavonoides, que são metabólitos secundários sintetizados por plantas, essa substância é responsável pela pigmentação do arroz negro assim como do vermelho (HE e GIUSTI, 2010). O arroz negro possui propriedades nutricionais e terapêuticas elevadas em comparação ao arroz branco, devido a pigmentação, esses valores extras tornam o arroz negro fonte importante de antocianinas que confere ao arroz propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, além disso, é fonte de aminoácidos, vitaminas e alguns minerais como Fe, Zn e Cu (TANG; CAI; XU, 2016).

A composição do arroz preto tem influência das condições ambientais, como temperatura, umidade, composição e fertilidade do solo. Bassinelo et al. (2008) realizou estudo com uma linhagem de arroz negro, a qual apresentou 9,56% de proteína, resultado superior comparado ao arroz integral tradicional, que possui em média 7 a 8%, já o arroz branco possui entre 6 a 7%. O teor de fibras do arroz preto também é superior, sendo em média de 5,1% de fibra alimentar, contra 1,42% do arroz integral e 0,32% do arroz polido, isso acarreta em uma absorção de nutrientes mais lenta e uma glicemia equilibrada (BASSINELO et al., 2008).

O arroz vermelho contém grande quantidade de bioativos como antocianina e antocianidinas na camada externa da cariopse (DAS; BATTACHAYRA, 2018). Além disso, também possui potencial em reduzir a oxidação do colesterol LDL, relação com a capacidade

de reduzir o risco de doenças cardíacas e a síntese de mediadores pró-inflamatórios (NIU et al., 2013).

Segundo pesquisa realizada por NIU et al. (2013), o arroz vermelho apresenta potencial anti-inflamatório. Além disso foi detectado substâncias como, ácido p-cumárico considerado importante para a atividade antioxidante e ácidos vanílicos, que conferem efeito antioxidante parcial. O estudo observou outro ácido fenólico, cianidina-3-O-glucosídeo, porém não apresentou significância quanto a atividade antioxidante testada no experimento. Esses resultados, mostram que o arroz vermelho tem potencial para melhorar a saúde humana.

De acordo com dados o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na safra de 2020 foi produzido 11.046.184 toneladas de arroz, valor maior em relação ao ano de 2019 que foi de 10.260.474 toneladas (LSPA, 2020). Com base nesses dados é possível inferir a importância desse grão para o mercado brasileiro sendo consumido principalmente na forma polida, mas com a possibilidade de produzir alimentos derivados. As principais regiões consumidoras de arroz no Brasil são o Sudeste e Nordeste, no entanto a produção se concentra na região sul devido as condições mais favoráveis, assim, o valor do arroz se eleva um pouco para essas outras regiões devido aos custos com deslocamento (NETO, 2015).

## **2.2 MERCADO DE PRÉ-MISTURA PARA BOLOS**

O bolo é uma classe de produto presente no mercado em que possui gordura adicionada tanto na versão doméstica quanto na industrializada, sendo que há no mercado opções light para atender essa demanda que está crescendo devido aos hábitos alimentares da população usando alternativas tecnológicas como a utilização de amidos, gomas, celulose, fibras, proteínas ou gorduras estruturadas. Além disso há uma procura por produtos embalados em porções individuais com a presença clara da informação a respeito do tamanho da amostra (REGO; VIALTA; MADI, 2020).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados (ABIMAPI), as vendas de bolos industrializados em 2019 foram de 1,151 bilhões de reais, já a produção foi de 0,043 milhões de toneladas, o consumo em 2019 foi de 2,761 Kg/hab. Segundo os dados as vendas de 2019 tiveram um aumento de 1,48%, uma vez que foi registrado 1,134 bilhões de venda em 2018, no entanto não houve aumento na quantidade de bolos processados e no do consumo valor per-capto (ABIMAPI, 2021).

O consumidor brasileiro procura produtos que sejam práticos e facilitem a rotina, devido à falta de tempo. Além disso apenas 25% dos consumidores brasileiros afirmam ter conhecimento e experiência com comida e culinária. Logo, a pré-mistura de bolo proporciona facilidade para o consumidor que não possui habilidade ou quer praticidade (ABIMAPI, 2021).

### **2.3 DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS DE LINHAS ESPECIAIS**

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios está diretamente relacionado a inovação, a qual pode ser subdividida em inovações de produto, inovações de processo, inovações organizacionais e inovações de *marketing*. As inovações de produto englobam mudanças quanto a potencialidade de um determinado produto e o serviço. Sendo que, uma empresa inovadora introduz alguma inovação após análise, podendo ter sido desenvolvida totalmente pela empresa ou entre cooperação com institutos de pesquisa (OECD, 1997).

A doença celíaca é causada por uma sensibilidade ao glúten, a qual promove reações que podem causar lesões no intestino delgado. Consequentemente, uma pessoa celíaca deve excluir da dieta alimentos contendo trigo, centeio, cevada e híbridos desses cereais, como triticale. (RAMOS, PIEMOLINI-BARRETO, SANDRI, 2012). O glúten é uma substância elástica, presente na farinha de trigo, a qual possui na composição 15% de suas proteínas como globulinas e albuminas, as quais não formam glúten, porém possui 85% de gliadina, a qual é responsável pela alta extensibilidade e baixa elasticidade e de glutenina, que possui baixa extensibilidade e alta elasticidade, sendo essas últimas formadoras de glúten. A mistura da farinha de trigo com água e o batimento da massa proporciona a formação de uma rede elástica capaz de reter gases formados pela fermentação da massa (FRANCO, SILVA, 2016).

O desenvolvimento de novos produtos com a substituição do glúten é um tema discutido por empresas e pela ciência e tecnologia de alimentos, principalmente devido a procura por alimentos e ou aditivos que proporcionem características iguais aos produtos que possuem glúten (RAMOS, PIEMOLINI-BARRETO, SANDRI, 2012). Desse modo, a utilização de farinha de arroz é uma boa alternativa para produtos de panificação isentos de glúten.

Os consumidores buscam por alimentos que mantenham sabor característico, porém que sejam saudáveis. O sal e a açúcar são ingredientes importantes e estão presentes em grande quantidade em alimentos industrializados (ADITIVOS, 2019).



O desenvolvimento de novos produtos também inclui a elaboração de embalagem, o seu design e as mensagens do rótulo são instrumentos valiosos usados para atrair e se comunicar com os consumidores (STANTON e COOK, 2019).

A comunicação verbal na embalagem de produtos alimentícios geralmente transmite informações como nome e ou marca do produto, data de validade, lista de ingredientes, informações nutricionais, instruções de preparação e país de origem. Outras informações verbais podem ser escritas no rótulo, como alertas (claims) ou mensagens (BIONDI e CAMANZI, 2020).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Elaborar pré-misturas para bolo a partir de farinha de arroz branco, negro e vermelho. Além disso, analisar a composição das pré-misturas, e avaliações tecnológicas em relação às farinhas visando observar seu potencial de mercado principalmente para pessoas celíacas

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a composição nutricional das pré-misturas e farinhas;
- Realizar avaliação de proposta de embalagem;
- Analisar as propriedades de autoexpansão, capacidade de retenção de solventes, poder de inchamento e índice de solubilidade das farinhas.

### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 MATERIAL**

As farinhas de arroz branco (FAB), negro (FAN) e vermelho (FAV) foram doadas pela empresa Ruzene, situada na cidade de Pindamonhangaba (SP). Os demais ingredientes utilizados para elaboração da pré-mistura foram adquiridos no comércio local de Montes Claros (MG).

## 4.2 ELABORAÇÃO DAS PRÉ-MISTURAS

As formulações das pré-misturas para bolos com farinha de arroz branco, negro e vermelho estão apresentadas na tabela 1. Os ingredientes secos que são farinha, fécula de batata, açúcar refinado, chocolate em pó 50%, gordura vegetal em pó, fermento químico, sal e goma xantana compõem a pré-mistura. Para obter a formulação apresentada foram realizados pré-testes afim de classificar a pré-mistura mais adequada.

**Tabela 1-** Formulações de pré-mistura para bolo

Ingredientes	FAB	FAN	FAV
Ingredientes secos	-	-	-
Farinha (g)	60	60	60
Fécula de batata (g)	20	20	20
Açúcar refinado (g)	68	68	68
Chocolate 50% (pó) (g)	17	17	17
Gordura vegetal (pó) (g)	5	5	5
Fermento químico	3	3	3
Sal (g)	0,5	0,5	0,5
Goma xantana (g)	0,15	0,15	0,15

Fonte: Do autor, 2021.

Legenda: FAB: farinha de arroz branco; FAN: farinha de arroz negro; FAV: farinha de arroz vermelho.

A pré-mistura foi elaborada a partir da pesagem dos ingredientes secos e posteriormente realizou-se a mistura em batedeira planetária por um minuto em velocidade baixa afim de homogeneizar a produto. Em seguida, as amostras preparadas foram acondicionadas em potes de vidro hermeticamente fechados.

## 4.3 ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO DAS FARINHAS E PRÉ-MISTURAS DE ARROZ NEGRO, BRANCO E VERMELHO

As análises para composição centesimal das farinhas e pré-misturas foram realizadas em triplicata segundo as metodologias descritas pela Association of Official Analytical

Chemists (AOAC, 2011), exceto para lipídeos que foi determinado pelo método sugerido por Bligh e Dyer (1959).

O fator utilizado na conversão do teor de nitrogênio em proteína foi de 5,95, como sugerido pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença percentual, subtraindo-se do total a soma de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos. A energia foi expressa em kilocalorias (kcal) e os valores foram calculados empregando-se os fatores de conversão de 4 kcal/g para proteína e carboidratos e de 9 kcal/g para lipídeos (BRASIL, 2003).

#### **4.4 ANÁLISES TECNOLÓGICAS DAS FARINHAS**

##### **4.4.1 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE SOLVENTES**

A capacidade de retenção de solventes foi avaliada com base na metodologia utilizada por Domenez (2016) com modificações, sendo essa baseada na American Association of Cereal Chemists (n. 56-11, AACC, 2000). A análise foi realizada em triplicata para cada amostra de farinha (FAB, FAV, FAN), sendo utilizados como solventes água destilada, solução de carbonato de sódio a 5% e solução de ácido lático a 5%. Pesou-se 5 gramas de amostra de cada farinha e 25 gramas de solvente em tubos. As amostras foram deixadas em repouso em um intervalo 20 minutos, realizando breve homogeneização de forma manual a cada 5 minutos. As amostras foram centrifugadas a 1000xg durante 15 minutos e o sobrenadante foi desprezado. Posteriormente, o centrifugado (C) foi escoado por 10 minutos e pesado. O percentual da capacidade de retenção de cada solvente foi calculado a partir da Equação 1.

$$CRS (\%) = \left( \frac{C-A}{A} \right) X \left( \frac{86}{100-U} \right) X 100 \text{ (Eq. 1)}$$

Onde:

CRS: Capacidade de retenção de solvente (%)

C: Peso do centrifugado (g)

A: peso da amostra (g)

U: umidade da amostra (%)

#### 4.4.2 CAPACIDADE DE AUTOEXPANSÃO DE SOLVENTES

A análise de autoexpansão foi realizada de acordo com Domenez (2016) com modificações. A análise foi realizada a partir de seis repetições de cada farinha (FAB, FAV, FAN). Em cuba metálica, a uma temperatura de 50 °C, foram misturados, por 5 minutos, 50 g de amostra com aproximadamente 50 mL de água fervente até obter uma massa homogênea. A massa obtida foi dividida em 6 unidades de 10 g (P), colocada em formas cônicas de alumínio e submetidas a forneamento em forno elétrico (Miniconv SV) por 25 minutos a temperatura de 200 °C. Depois de 5 minutos de repouso, as massas assadas foram pesadas (Pa) e seu volume (V) determinado por método modificado (n. 10-05) de deslocamento de sementes, (AACC, 2000). O volume específico foi obtido a partir da Equação 2.

$$VE(ml/g) = \frac{V}{Pa} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

VE: Volume específico (mL/g)

V: Volume aparente (mL)

Pa: Peso da massa assada (g)

#### 4.4.3 PODER DE INCHAMENTO E ÍNDICE DE SOLUBILIDADE

O poder de inchamento (PI) e o índice de solubilidade (IS) foram determinados de acordo com metodologia de Domenez (2016) com adaptações. A análise foi realizada em três repetições de cada farinha (FAN, FAV, FAB). Em tubos de centrífuga, foram pesados 0,5 g de amostra (Pa) e adicionou-se 25 mL de água destilada. Os tubos foram deixados em banho com controle digital de temperatura, sendo à temperatura constante de 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C e 90 °C por 20 minutos, com agitação a cada 5 minutos. Posteriormente, foram centrifugados em centrífuga de laboratório a 1000xg por 20 minutos. O centrifugado (C) foi pesado e o sobrenadante recolhido e seco em estufa a 110°C até a massa atingir peso constante (S). O poder de inchamento e índice de solubilidade foram calculados conforme equações 3 e 4, respectivamente.

$$PI (g/g) = \frac{C}{PA} \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:

PI: Poder de inchamento (g/g)

C: Peso do centrifugado (g)

Pa: Peso da amostra (g)

$$IS (\%) = \frac{S}{PA} \times 100 \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

IS: Índice de solubilidade (%)

Pa: Peso da amostra (g)

S: peso do sobrenadante (g)

#### **4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

As análises tecnológicas das farinhas e composição nutricional foram submetidas a análise estatística utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA) e Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). As diferenças foram consideradas significativas para  $p < 0,05$ , pelo método de Tukey com intervalo de confiança de 95%.

Os dados da composição das pré-misturas foram avaliados estatisticamente utilizando-se delineamento em blocos casualizados (DBC), Análise de Variância (ANOVA) e os blocos as respectivas repetições das análises que foram realizadas em triplicata. As diferenças foram consideradas significativas para  $p < 0,05$ , e avaliadas pelo método de Tukey com intervalo de confiança de 95%.

O programa utilizado para realizar as análises estatísticas foi o software R.

#### **4.6 ESTUDO DE PROPOSTAS DE EMBALAGENS**

O estudo das propostas de embalagens foi realizado para pré-mistura elaborada com farinha de arroz vermelho. Foram elaborados 24 questionários usando formulário Google, onde

as imagens das quatro embalagens (Figura 1) foram randomizadas para serem apresentadas de forma diferentes aos consumidores, a fim de reduzir a influência nas respostas. Os 180 consumidores que responderam à pesquisa, receberam, aleatoriamente, um questionário por e-mail entre março e maio de 2020.

**Figura 1-** Propostas de embalagem para pré-mistura para bolo com farinha de arroz vermelho



Fonte: Do autor, 2021.

Nota: Frente das embalagens (a, b, c, d); Atrás da embalagem com informações de preparo e tabela nutricional (e); Lateral direita da embalagem com informações sobre ingredientes (f); Lateral esquerda da embalagem com data de validade (g).

Os consumidores foram perguntados sobre questões socioeconômicas, se tinham alguma restrição alimentar, sobre informações nas embalagens (validade do produto, modo de

preparo, ingredientes, tabela nutricional) e sobre preferências em relação as diferentes embalagens apresentadas. No quadro 1 estão apresentadas as perguntas e possibilidades de respostas do questionário aplicado. O trabalho foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 66097417.2.0000.5149).

Uma análise de cluster, foi utilizada para efetuar a classificação dos consumidores em grupos quanto aos escores de restrição alimentar, foi realizada a partir do software R. Uma clusterização particionada, utilizando a técnica K-means foi implementada. O número ótimo de cluster foi obtido com a função `fviz_nbclust()` do pacote “factoextra” usando o método “wss”(total within sum of square) e para verificar a similaridade dos clusters de forma visual, utilizou-se a função `fviz_cluster()` do mesmo pacote. Esta segunda função, utiliza os dados originais e os clusters encontrados para plotar os resultados em um gráfico utilizando a técnica de componentes principais com o pacote “ggplot”, onde a medida de distância utilizada foi a euclidiana.

**Quadro 1 – Questões propostas pelo estudo de embalagem e respectivas opções de resposta**

<b>QUESTÕES</b>	<b>OPÇÕES DE RESPOSTA</b>							
<b>Sexo</b>	Masculino	Feminino	-	-	-	-	-	-
<b>Idade</b>	Menos de 18	18 a 24	25 a 35	36 a 50	Mais de 50	-	-	-
<b>Renda (salário)</b>	Até 2	De 2 a 4	De 4 a 10	10 a 20	Acima de 20	-	-	-
<b>Escolaridade</b>	Ensino Fundamental (cursando)	Ensino Fundamental (concluído)	Ensino médio (cursando)	Ensino médio (concluído)	Graduação (cursando)	Graduação (concluído)	Pós-graduação (cursando)	Pós-graduação (concluído)
<b>Frequência de consumo</b>	Nunca compra	Uma vez no ano	Uma vez a cada 6 meses	Uma vez a cada mês	-	-	-	-
<b>Possui restrição</b>	Não	Sim, açúcar	Sim, glúten	Sim, leite	Sim, ovos	Outra restrição	-	-
<b>Região</b>	Centro-Oeste	Região Norte	Região Nordeste	Região Sul	Região Sudeste	-	-	-
<b>Grau de Interesse</b>	Não tenho interesse	Tenho pouco interesse	Indiferente para mim	Tenho interesse	Tenho muito interesse	-	-	-
<b>Informações sobre o preparo</b>	Não é importante	Pouco importante	Indiferente para mim	Importante	Muito importante	-	-	-
<b>Lê a Tabela</b>	Nunca leio	Leio raramente	As vezes leio, as vezes não	Leio frequentemente	Sempre leio	-	-	-
<b>Lê os Ingredientes</b>	Nunca leio	Leio raramente	As vezes leio, as vezes não	Leio frequentemente	Sempre leio	-	-	-
<b>Observa a validade</b>	Nunca	Observo raramente	As vezes observo, as vezes não	Observo frequentemente	Sempre observo	-	-	-
<b>Quanto pagar (R\$)</b>	até 5	de 5,01 à 7	De 7,01 a 10,0	Acima de 10	-	-	-	-



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DAS PRÉ-MISTURAS E FARINHAS DE ARROZ

Os resultados da composição centesimal e valor energético das farinhas de arroz estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Composição centesimal e valor energético das farinhas

	Farinha de arroz branco	Farinha de arroz negro	Farinha de arroz vermelho
Umidade (%) <sup>1</sup>	8,41 ± 0,14 b	9,64 ± 0,59 a	10,18 ± 0,11 a
Proteínas (%) <sup>1</sup>	8,01 ± 0,14 ab	7,94 ± 0,02 b	9,15 ± 0,82 a
Lipídeos (%) <sup>1</sup>	1,11 ± 0,00 c	3,87 ± 0,30 b	5,39 ± 0,11 a
Cinzas (%) <sup>1</sup>	0,46 ± 0,01 c	1,30 ± 0,01 b	1,47 ± 0,00 a
Carboidratos (%) <sup>2</sup>	82,01	77,25	73,81
VE (kcal/g) <sup>3</sup>	370,09	375,60	380,34

Fonte: Do autor, 2021.

Legenda: <sup>1</sup> Resultados em base úmida; <sup>2</sup> Calculados por diferença: (100 - %umidade - % proteínas - % lipídeos - % cinzas); <sup>3</sup> Valor energético = 9 x lipídeos (%) + 4 x proteínas (%) + 4 x carboidratos (%).

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Os resultados encontrados para farinha de arroz branco estão dentro dos valores reportados na literatura, sendo de 6,52 a 13,68 % de umidade, 6,87 a 8,24 % de proteínas, 0,46 a 2,53 % de lipídeos, 0,22 a 0,42 % de cinzas, 76,67 a 90,72% de carboidratos e 361,13 kcal/g de valor energético (BOZDOGAN; KUMCUOGLU; TAVMAN, 2019; DORS; CASTIGLIONI; AUGUSTO-RUIZ, 2006; HEISLER *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2013)

Jesus (2016) analisou a composição centesimal de arroz negro e branco obtendo os seguintes valores: 8,48 % e 5,51 % de umidade, 12,54 % e 12,64 % de proteínas, 4,01 % e 3,50 % de lipídeos, 2,17 % e 1,79 % de cinzas, 72,80 % e 76,56 % de carboidratos e valores energéticos de 377,44 kcal/g e 388,27 kcal/g, respectivamente. Observa-se que esses valores diferem dos resultados encontrados no presente estudo. Entretanto, essas diferenças se devem as condições edafoclimáticas de cultivo, além da provável diferença entre as cultivares de arroz que produziram as farinhas, as quais não foram citadas neste trabalho. Importante acrescentar

que na investigação de Jesus (2016), o autor também encontrou valores de lipídeos e cinzas superiores, como no presente estudo.

Massareto (2013) investigaram as características químicas e nutricionais de arroz preto (grão médio e longo) e arroz vermelho encontrando teores de 12,8% e 13,2 % de umidade, 7,7 % e 8,5 % de proteínas, 2,4 % e 3,1 % de lipídeos e 1,5 % e 1,6 % de cinzas no arroz preto de grãos médios e longos, respectivamente. Para o arroz vermelho, esse autor encontrou teores de 13,0 % de umidade, 7,7 % de proteínas, 2,3 % de lipídeos e 1,3 % de cinzas. Com exceção do teor de lipídeos, os valores aqui encontrados foram próximos ao desse autor.

Observa-se, na Tabela 2, que a farinha de arroz vermelho apresentou teores de lipídeos e cinzas superiores aos dos outros tipos de arroz e de proteínas superior ao do arroz negro. Embora o elevado teor de lipídeos possa comprometer o aporte calórico no consumo desses produtos, Das e Bhattacharya (2019) relatam que essa variedade de arroz possui uma grande quantidade de compostos fenólicos como antocianina e antocianidina, sendo este um fator relevante para seu consumo, por se tratarem de excelentes antioxidantes. De acordo com Hu *et al.* (2003), compostos fenólicos são importantes na prevenção de radicais livres no organismo humano auxiliando na prevenção de vários tipos de doenças crônicas não transmissíveis.

Assim como a farinha de arroz vermelho, a farinha de arroz negro também apresentou elevados teores de lipídeos, quando comparada a de arroz branco. De acordo com Massareto (2013), “embora existam cultivares de arroz vermelho com elevados teores de compostos fenólicos, de forma geral, as cultivares de arroz preto apresentam teores maiores do que as deste”. Aliando a isso, segundo o mesmo autor, tanto o arroz preto quanto o vermelho apresentam 80% de ácidos graxos insaturados em relação ao teor total, sendo considerado, portanto, benéfico ao organismo.

Os resultados da composição centesimal das pré-misturas para bolos estão apresentados na Tabela 3. Não houve diferença significativa entre os teores de umidade para as misturas FAB e FAN, entretanto, a mistura FAV apresentou valores superiores. Em relação ao teor de proteínas, as amostras foram iguais, enquanto que o teor de lipídeos e cinzas variaram de FAB e FAV.

Essas variações se devem ao tipo de farinha de arroz adicionada, pois os demais ingredientes foram os mesmos. Segundo Massareto (2013), o arroz preto e vermelho tem de 12,8% e 13,0 % de umidade, 7,7 % e 7,7 % de proteínas, 2,4 % e 2,3 % de lipídeos e 1,5 % e 1,3 % de cinzas, respectivamente. Vieira *et al.* (2008) encontraram valores de 9,27 % de

umidade, 6,61 % de proteínas, 0,82 % de lipídeos e 0,42 % de cinzas, o que justifica os resultados aqui encontrados.

**Tabela 3** - Composição centesimal e valor energético das pré-misturas para bolos

	Pré-mistura de FAB <sup>1</sup>	Pré-mistura de FAN <sup>2</sup>	Pré-mistura de FAV <sup>3</sup>
Umidade (%)	5,20±0,10 <sup>b</sup>	5,26±0,16 <sup>b</sup>	6,17±0,30 <sup>a</sup>
Proteínas (%) <sup>4</sup>	5,43±0,15 <sup>a</sup>	5,04±0,32 <sup>a</sup>	5,32±0,13 <sup>a</sup>
Lipídeos (%) <sup>4</sup>	4,89±0,31 <sup>b</sup>	5,25±0,33 <sup>ab</sup>	5,52±0,12 <sup>a</sup>
Cinzas (%) <sup>4</sup>	2,16±0,04 <sup>b</sup>	2,43±0,05 <sup>a</sup>	2,43±0,02 <sup>a</sup>
Carboidratos (%) <sup>5</sup>	82,32	82,01	80,56
Valor energético (kcal/g) <sup>6</sup>	395,01	395,45	393,20

Fonte: Do autor, 2021.

Legenda: <sup>1</sup> FAB: farinha de arroz branco; <sup>2</sup> FAN: farinha de arroz negro; <sup>3</sup> FAV: farinha de arroz vermelho; <sup>4</sup> Resultados em base úmida; <sup>5</sup> Calculados por diferença: 100 - %umidade - % proteínas - % lipídeos - % cinzas); <sup>6</sup> Valor energético = 9 x lipídeos (%) + 4 x proteínas (%) + 4 x carboidratos (%).

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Os valores calóricos apresentados foram superiores ao encontrado por Souza *et al.* (2013) que ao caracterizar bolos com diferentes percentuais de substituição de farinha de arroz por farinha de casca de mandioca, encontrou o valor de 281,7. Indicando que as formulações elaboradas possuem um maior valor nutricional.

Ao comparar a composição das pré-misturas para bolos elaboradas com farinha de arroz com uma pré-mistura elaborada com farinha de trigo, nota-se que a pré-mistura tradicional apresenta 7 % de proteínas e valor energético de 150 kcal/g (MEQUE *et al.*, 2018). Embora se apresente como uma fonte maior de proteínas, tem que se levar em consideração que a farinha de trigo tem glúten em sua composição e esses produtos não podem ser consumidos por pessoas celíacas, sendo uma vantagem elaborar bolos com farinha de arroz, ainda que ofereçam menor aporte proteico.

## 5.2 ANÁLISES TECNOLÓGICAS DAS FARINHAS

### 5.2.1 CAPACIDADE DE AUTOEXPANSÃO

Na Tabela 4 é possível observar os resultados obtidos para a análise de capacidade de autoexpansão. Essa propriedade se refere a capacidade de uma massa de amido expandir em um processo de forneamento com ausência de fermento químico ou biológico (DOMENEZ, 2016).

**Tabela 4** - Propriedades de autoexpansão das amostras de farinha de arroz

Farinha de arroz	Volume aparente (mL)	Volume específico (mL/g)
FAB <sup>1</sup>	7,20 ± 1,37 ab	1,09 ± 0,20 ab
FAN <sup>2</sup>	8,42 ± 0,80 a	1,30 ± 0,13 a
FAV <sup>3</sup>	6,25 ± 0,27 b	0,98 ± 0,04 b

Fonte: Do autor, 2021.

Legenda: <sup>1</sup> FAB: farinha de arroz branco; <sup>2</sup> FAN: farinha de arroz negro; <sup>3</sup> FAV: farinha de arroz vermelho.

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A análise de autoexpansão apresentou valores para o volume aparente entre 6,25 e 8,42 (mL), sendo que houve diferença entre FAN e FAV, porém, a amostra de FAB não diferiu das demais. O volume específico variou entre 0,98 a 1,30 (mL/g), sendo as amostras FAN e FAV diferentes, já a amostra FAB não diferiu em relação a essas. Domenez (2016) realizou estudo comparando farinha de arroz tratada ou não por *annealing*, e observou que a farinha não tratada apresentou volume aparente de 11,71 (mL) e para o volume específico 1,59 (mL/g), sendo esses resultados superiores ao desse estudo, no entanto, para FAN os resultados foram mais próximos. Logo, para obter resultados superiores seria necessário submeter as farinhas a tratamento como o *annealing*, o qual de acordo com Domenez (2016) é uma alteração hidrotérmica que promove a reorganização do grânulo de amido, aumenta a temperatura de gelatinização e o teor de amido resistente, sendo principal responsável pela autoexpansão no forneamento. Na Figura 3 é possível observar as amostras de FAN, FAV e FAB que foram submetidas a análise de autoexpansão.

**Figura 2** - Amostras de farinhas de arroz submetidas a análise de capacidade de autoexpansão



Fonte: Do autor, 2021.

Legenda: De baixo para cima, observa-se as amostras de FAB, FAV e FAN, respectivamente em formas cônicas de alumínio obtidas após forneamento. FAB: farinha de arroz branco; FAV: farinha de arroz vermelho; FAN: farinha de arroz negro.

### 5.2.2 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE SOLVENTES

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos para a capacidade de retenção de solventes (CRS), sendo os solventes utilizados água destilada, ácido lático e carbonato de cálcio. Segundo Barak, Mudgil e Khatkar (2012), a CRS contribui para analisar a qualidade e se determinada farinha possui aplicabilidade para um produto, a CRÁcido (Capacidade de retenção em ácido lático) está relacionada às características da proteína do glúten, a CRBase (Capacidade de retenção em carbonato de cálcio) possui ligação com os níveis de amido danificados, a CRÁgua (Capacidade de retenção em água destilada) possui influência sobre os componentes de absorção de água da farinha. Logo, a combinação desses fatores proporciona prever a qualidade, funcionalidade e o desempenho no processo de cozimento (BARAK; MUDGIL; KHATKAR, 2012).

**Tabela 5** - Capacidade de retenção de solventes

Amostra	CRÁgua (%)	CRÁcido (%)	CRBase (%)
FAB <sup>1</sup>	101,89 ± 4,11	112,74 ± 6,01	113,36 ± 5,13 b
FAN <sup>2</sup>	102,15 ± 3,06	116,16 ± 6,23	128,40 ± 6,41 a
FAV <sup>3</sup>	108,44 ± 8,04	112,26 ± 6,83	116,61 ± 6,04 ab

Fonte: Do autor, 2021.

Legenda: <sup>1</sup> FAB: farinha de arroz branco; <sup>2</sup> FAN: farinha de arroz negro; <sup>3</sup> FAV: farinha de arroz vermelho.

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05). As amostras submetidas a teste com água e ácido pelo teste F não podem ser consideradas diferentes. CRÁgua - Capacidade de retenção em água destilada; CRÁcido - Capacidade de retenção em ácido lático 5%; CRBase - Capacidade de retenção em carbonato de cálcio 5%.

Os valores de CRÁgua variaram entre 101,89 e 108,44 (%), para CRÁcido os resultados ficaram entre 112,26 e 116,16 (%), quanto a CRBase, o teor variou entre 113,36 e 128,40 %. De acordo com a análise estatística pelo teste F as amostras de FAB, FAN e FAV para CRÁgua e CRÁcido não podem ser consideradas diferentes. Quanto a CRBase para as amostras de FAB e FAN se diferem, já a amostra de FAV não difere das demais. Domenez (2016) obteve para farinha de arroz branco CÁgua 113,49%, para CRÁcido 114,39% e CRBase 149,90%. Logo, é possível observar que os valores de CRÁgua e CRÁcido encontrados nesse estudo são semelhantes aos da literatura, no entanto, os resultados de CRBase não ficaram próximos, apenas a amostra de FAN apresentou teor mais elevado. De acordo com Barak, Mudgil e Khatkar (2012), o tamanho da partícula influencia na CRS, uma vez que a diminuição proporciona o aumento desses parâmetros, além disso, ao analisar farinha de trigo com granulometrias de  $>150\mu\text{m}$ ,  $<100\mu\text{m}$  e entre 100 e  $150\mu\text{m}$ , quanto CRÁcido esse obteve valores entre 83,74% a 102,22%, logo, apesar do presente estudo ter analisado farinha de arroz, a qual não possui glúten os resultados obtidos são interessantes, pois CRÁcido possui relação com o glúten e a farinha de arroz é isenta dessa substância. A Figura 3 apresenta as amostras submetidas a análise de CRS.

**Figura 3** - Amostras de farinha de arroz submetidas a análise de capacidade de retenção de solventes



Fonte: Do autor, 2021.

Legenda: Da direita para a esquerda, amostras de FAB, FAV e FAN submetidas a análise de CRS em tubos de centrifuga. FAB: farinha de arroz branco; FAV: farinha de arroz vermelho; FAN: farinha de arroz negro.

### 5.2.3 PODER DE INCHAMENTO E ÍNDICE DE SOLUBILIDADE

As tabelas 6 e 7 apresentam respectivamente o poder de inchamento (PI) e o índice de solubilidade (IS). É possível observar na tabela 6 que os valores de PI para cada amostra de farinha de arroz apresentaram tendência a aumentar de acordo com a elevação da temperatura, principalmente a partir de 60°C, sendo que Domenez (2016) observou o mesmo comportamento para farinha de arroz branco. Segundo Dias et al. (2010), o PI é influenciado pela estrutura da amilopectina, conteúdo de amilose e a extensão da interação entre as cadeias amilose-amilose e ou amilopectina-amilopectina, a realização de tratamento na farinha como o *annealing* pode tornar essas interações mais fortes e melhorar esse parâmetro.

Na tabela 7 é possível observar os resultados obtidos para o IS das farinhas. É possível inferir que a amostra de FAV apresentou um aumento mais acentuado desse parâmetro a partir da temperatura de 60 °C. No entanto, as amostras de FAN e FAB demonstraram um crescimento menor, mas tiveram resultados similares em relação a FAV na temperatura de 90°C. Segundo Gomes et al. (2004), o IS é uma consequência da lixiviação da amilose, a diminuição desse parâmetro indica que as interações entre amilopectina e ou amilose e hélices de amilopectina aumentam por tratamento de cozimento, proporcionando uma estrutura mais estável que evita a lixiviação de grânulos de amilose. Além disso, o IS é associado a massa de amido solubilizado em uma temperatura, em relação a uma massa de amido seco (DOMENEZ, 2016).

**Tabela 6** - Poder de inchamento de amostras de farinha de arroz

Temperatura	FAB <sup>1</sup> (g/g)	FAN <sup>1</sup> (g/g)	FAV <sup>2</sup> (g/g)
30°C	3,18 ± 0,10 e	3,05 ± 0,02 e	2,91 ± 0,06 d
40°C	3,11 ± 0,07 e	3,23 ± 0,23 e	2,90 ± 0,08 d
50°C	3,15 ± 0,04 e	3,17 ± 0,07 e	2,88 ± 0,11 d
60°C	6,19 ± 0,03 d	6,14 ± 0,05 d	6,25 ± 0,04 c
70°C	7,63 ± 0,23 c	8,06 ± 0,16 c	7,66 ± 0,30 b
80°C	8,67 ± 0,17 b	9,27 ± 0,16 b	8,76 ± 0,11 a
90°C	10,16 ± 0,42 a	11,40 ± 0,46 a	9,61 ± 0,91 a

Fonte: Do autor, 2021.

Legenda: <sup>1</sup> FAB: farinha de arroz branco; <sup>2</sup> FAN: farinha de arroz negro; <sup>3</sup> FAV: farinha de arroz vermelho.

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 7** - Índice de solubilidade de amostras de farinha de arroz

Temperatura	FAB <sup>1</sup> (%)	FAN <sup>2</sup> (%)	FAV <sup>3</sup> (%)
30°C	2,72 ± 0,55 c	3,60 ± 0,33 d	2,91 ± 0,26 d
40°C	2,66 ± 0,35 c	4,17 ± 0,87 cd	2,90 ± 0,64 d
50°C	2,81 ± 0,30 c	3,69 ± 0,56 d	2,88 ± 0,48 d
60°C	3,07 ± 0,30 bc	5,56 ± 0,21 bc	6,25 ± 0,26 c
70°C	3,24 ± 0,19 bc	5,99 ± 0,81 b	7,66 ± 0,12 b
80°C	4,37 ± 0,11 b	5,27 ± 0,83 bcd	8,76 ± 3,55 a
90°C	8,82 ± 1,16 a	8,91 ± 0,29 a	9,61 ± 1,74 a

Fonte: Do autor, 2021.

Legenda: <sup>1</sup> FAB: farinha de arroz branco; <sup>2</sup> FAN: farinha de arroz negro; <sup>3</sup> FAV: farinha de arroz vermelho; (%).

Nota: Médias acompanhadas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

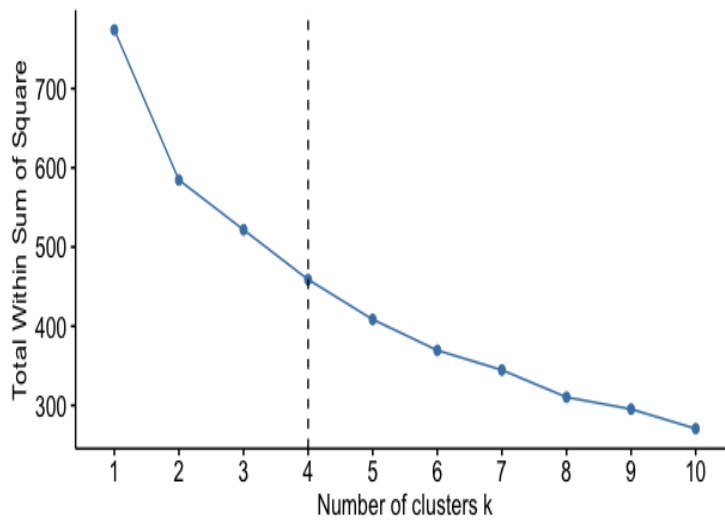
Os valores PI em FAB variaram entre 3,18 (g/g) a 30°C e 10,16 (g/g) a 90°C, esses dados foram maiores comparados ao estudo de Domenez (2016), o qual obteve 2,82 (g/g) a 30°C e 6,68 (g/g) a 90°C para farinha de arroz não tratada, quanto aos valores de FAN e FAV a 90° foram superiores ao da literatura, mas a 30°C FAV apresentou-se menor e FAN foi similar como está apresentado na Tabela 6. O parâmetro de IS no presente estudo também apresentou teores superiores, sendo que para FAB ficou entre 2,72 (g/g) a 30°C e 8,82 (g/g) a 90°C, Domenez (2016) encontrou 1,18 (g/g) a 30°C e 5,57 (g/g) a 90°C para farinha de arroz.

### 5.3 PROPOSTAS DE EMBALAGEM

Os resultados obtidos para o estudo das propostas de embalagens estão apresentados nas Figuras 4 e 5. Na Figura 4, estão apresentados os resultados para o número ótimo de clusters e na Figura 5 é possível observar a plotagem dos grupos obtidos pela técnica de componentes principais.

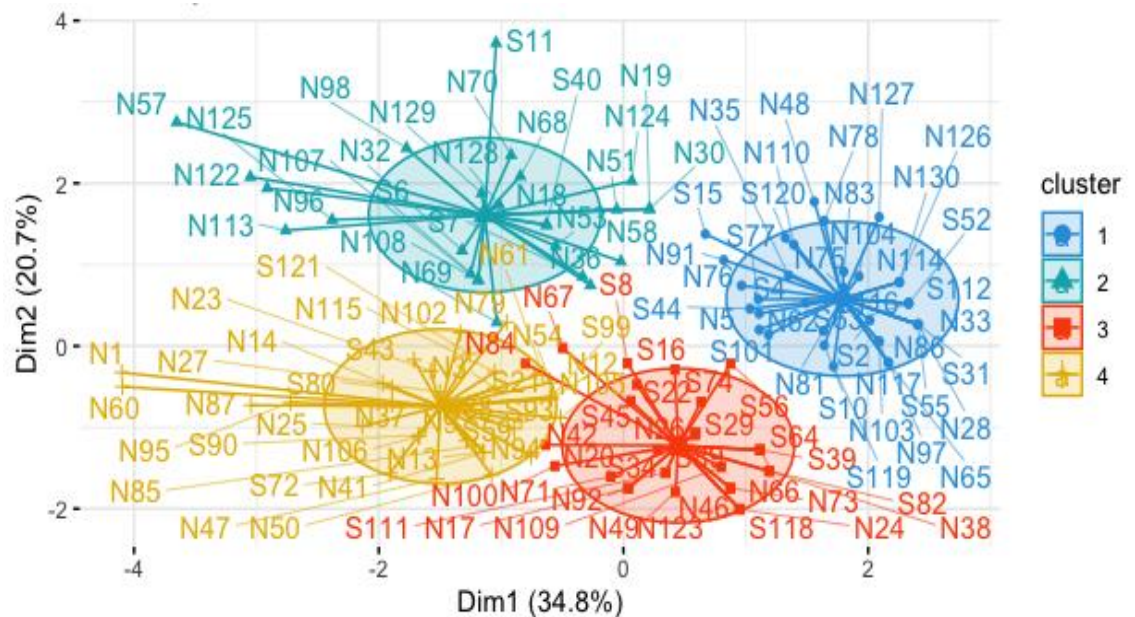


**Figura 4** - Número ótimo pela análise de cluster



Fonte: Do autor, 2021.

**Figura 5** - Plotagem de grupos pela análise de cluster



Fonte: Do autor, 2021.

Pode-se observar que o número ótimo de clusters para a amostra é 4, pois novos clusters acima de 4, possuem baixo ganho para aumentar a diferenciação dos demais (Figura 4). A primeira componente principal captou 34,8% da variação e a segunda componente 20,7%, somando 55,5% da variação observada nas duas componentes e a formação de quatro clusters bem distintos na amostra (Figura 4).

De acordo com o questionário aplicado pelo Google, em relação a restrição alimentar, no cluster 1, 39% apresentavam algum tipo de restrição (açúcar, glúten, leite, ovos, entre outras), o cluster 4, com 26%, o cluster 2 (15%) foi o que apresentou menor percentual em relação aos demais e o cluster 3 (45%), foi o grupo com maior percentual. Buscou-se, portanto, analisar o perfil dos clusters 2 e 3, a fim de verificar se o fato do consumidor não ter ou ter restrição alimentar influencia em sua escolha para algum tipo de embalagem (Figura 1).

No cluster 3 (77%), houve predominância de pessoas do sexo feminino, enquanto que o cluster 2 se destacou por pessoas do sexo masculino (65%). Em relação a idade (anos), o cluster 2 foi caracterizado por consumidores mais jovens, de 18 à 24 anos (38%) e no cluster 3 (32%) predominaram pessoas de 36 à 50 anos. Em relação a renda familiar, no cluster 2, 60% recebem de 2 a 10 salários mín., e no cluster 3, 52% de 4 a 20 salários mín. Sobre a frequência que a família costuma comprar pré-mistura para bolo, a maioria dos consumidores do clusters 2 (38%) responderam que “costumam comprar uma vez a cada seis meses”, enquanto que 61% das pessoas do cluster 3, nunca compram esse tipo de produto.

Quanto ao grau de importância sobre informações de preparo dos alimentos nas embalagens, os consumidores do cluster 3 (77%) consideram muito importante, e 88% dos consumidores do cluster 2 acham importante. Em relação a data de validade no produto, a maioria dos consumidores sempre observam (42% e 77% nos clusters 2 e 3, respectivamente).

Procurou-se fazer uma relação desses clusters com algumas informações relacionadas a alimentação e ao perfil socioeconômico. Por exemplo, os consumidores foram indagados se costumam ler a tabela de informação nutricional dos alimentos. Logo, dos clusters 3 (68%) sempre leem, enquanto que dos clusters 2 (46%) leem às vezes. Ao perguntar se eles costumam ler sobre os ingredientes, os consumidores do cluster 3 (71%) informaram que sempre leem, já os do clusters 2 (38%) leem às vezes.

Os dados obtidos permitem sugerir que pessoas que apresentam alguma restrição alimentar estão mais atentas as informações da embalagem na escolha de um produto. Isso pode ser observado também em relação as imagens nas embalagens (Figura 1), onde os consumidores do cluster 2, ordenaram a preferência de compra em primeiro lugar para embalagem com “Contém fibras, em segundo a “Contém antioxidantes naturais” em terceiro a embalagem sem informações adicionais e em quarto a “Não contém glúten”. Em contrapartida, os consumidores do cluster 3, que tem maior representatividade do grupo com restrição alimentar, que são mulheres com mais de 36 anos e maior renda familiar, escolheram a embalagem sem informações adicionais por último, ordenando primeiro, a preferência entre as embalagens com

alguma informação adicional (“claims”). No entanto, não foi possível estabelecer uma relação entre o grau de interesse em comprar o produto e o perfil dos consumidores dos clusters 2 e 3.

## 6 CONCLUSÕES

A composição centesimal das farinhas e pré-misturas indicam que podem oferecer enriquecimento calórico e nutricional ao consumidor, com destaque para o valor de proteína encontrado para as farinhas e o maior teor de lipídeos e cinzas para as farinhas de arroz negro e vermelho em relação ao branco. A análise de cluster realizada para proposta de embalagem de pré-mistura de arroz vermelho sugere que pessoas do sexo feminino, maiores de 36 anos, com maior renda familiar e que apresentam alguma restrição alimentar têm preferência por embalagens contendo “claims” e estão mais atentas as informações da embalagem na escolha de um produto, e podem ser classificados como um importante público alvo. Quanto as análises tecnológicas realizadas, as propriedades de autoexpansão das diferentes farinhas demonstraram diferenças entre si, mas com resultados aceitáveis. A capacidade de retenção de solventes em ácido láctico demonstrou bom desempenho mesmo que esse parâmetro seja associado ao glúten, para o solvente carbonato de cálcio os resultados podem ter sido influenciados pela granulometria das farinhas. O poder de inchamento e o índice de solubilidade apresentaram tendência em aumentar conforme a temperatura. Logo, a utilização de farinhas de arroz vermelho e negro para elaboração de pré-mistura para bolos é promissor.

## 7 REFERÊNCIAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods**. 10th ed. St. Paul, Minnesota, 2000.

ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados. **Pães e Bolos Estatísticas**. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/estatisticas-paes-e-bolos.php>>. Acesso em: 12 de fev. 2021.

ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas alimentícias e Pães e Bolos Industrializados. **Bolos Industrializados – Nutrição, praticidade e sabor na medida certa**. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/images/abimapi/folders/pdf/bolos2.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ADITIVOSIGREDIENTES. Insumos. n. 158. Disponível em: <<https://aditivosingredientes.com.br/revistas/maio2019/>>. Acesso em: 14 de fev. 2021.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011. 1505p.

- BARAK, S.; MUDGIL, D.; KHATKAR, B.S. Effect of flour particle size and damaged starch on quality of cookies. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n.7, p. 1342-1348, 2014.
- BASSINELO, P. Z. et al. Arroz preto: nova opção culinária para o Brasil. **Embrapa: Comunicado Técnico**. 147, 2008.
- BIONDI, B.; CAMANZI, L. Nutrition, hedonic or environmental? The effect of front-of-pack messages on consumers' perception and purchase intention of a novel food product with multiple attributes. **Food Research International**, v.130, p. 1-10, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108962>>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911 – 917, 1959.
- BORGES, J. T. S. et al. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 145-162, 2006
- BOZDOGAN, N.; KUMCUOGLU, S.; TAVMAN, S. Investigation of the effects of using quinoa flour on gluten-free cake batters and cake properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 2, p. 683-694, 2019.
- Brasil Food Trends 2020. São Paulo: ITAL/FIESP, 2010. 173 p. Disponível em: <<https://alimentosprocessados.com.br/arquivos/Consumo-tendencias-e-inovacoes/Brasil-Food-Trends-2020.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 6, de 16 de fevereiro de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 fevereiro de 2009, Seção 1, p. 3.
- BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2003, Seção 1, n. 251, p. 33.
- DAS, A. B.; BHATTACHARYA, S. Characterization of the batter and gluten-free cake from extruded red rice flour. **Food Science and Technology**, v. 102, p. 197-204, 2019.
- DIAS, A. R. G. et al. Effects of annealing on the physicochemical properties and enzymatic susceptibility of rice starches with different amylose contents. **Food Chemistry**, v.123, p.711-719, 2010.
- DOMENEZ, E. P. **Propriedades tecnológicas de amido e farinha de arroz tratados por annealing**. 2016. 67 f. Dissertação (Ciência e tecnologia de alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- DORS, G. C.; CASTIGLIONI, G. L.; AUGUSTO-RUIZ, W. Utilização da farinha de arroz na elaboração de sobremesa. **Vetor**, v. 16, n. 1/2, p. 63 – 67, 2006.
- FERREIRA, C. M. et al. **Qualidade do arroz no Brasil: evolução e padronização**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 61 p.
- GALERA, J. S. **Substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz (*Oryza Sativa* L.) na produção de sonho – estudo modelo**. 2006. 99 f. Dissertação (Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.
- GOMES, A. M. M. et al. Impact of annealing on the physicochemical properties of unfermented cassava starch (“polvilho doce”). **Starch/Stärke**, v. 56, p. 419 – 423, 2004.

HE, J.; GIUSTI, M. M. Anthocyanins: Natural colorants with health-promoting properties. **Food Science and Technology**, n. 1, p. 163-187, 2010.

HEISLER, G. E. R. *et al.* Viabilidade da substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz na merenda escolar. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 299-306, 2008.

HU, C.; ZAWISTOWSKI, J.; LING, W.; KITTS, D.D. Black rice (*Oryza sativa* L. indica) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.51, p.5271-527, 2003.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 1020 p. 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 20 fev. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Lspa. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: 14 de fev. 2021.

JESUS, C. A. **Pré-mistura para bolos a base de farinha de arroz negro e branco**. 2016. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2016.

JNAWALI, P.; KUMAR, V.; TANWAR, B. Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. **Food Science and Human Wellness**, v. 5, p. 169-176, 2016.

LIMA, A. G. **Arroz pigmentado: caracterização nutricional, atividade antioxidante e aceitabilidade de preparações**. 2016. 99 f. Dissertação (Nutrição e Alimentos) – Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

MASSARETO, I. L. **Características químicas e nutricionais de arroz-preto, vermelho e selvagem e comparação por análise estatística multivariada**. 2013. 153f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos – Área de Bromatologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MEQUE, I. S. *et al.* Mistura para bolo em pó sabor canela. **Revista Científica UNILAGO**, v. 1, n. 1, p. 1 – 14, 2018.

NETO, A. A. O. **A cultura do arroz**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2015. 180 p.

NIU, Y. *et al.* Phytochemical compositions, and antioxidant and anti-inflammatory properties of twenty-two red rice samples grown in Zhejiang. **Food Science and Technology**, v. 54, p. 521-527, 2013.

OECD. Organização para Cooperação e Desenvolvimento econômico. **Manual de Oslo – Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3ª ed. 184 p. 1997. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

RAMOS, N. C.; PIEMOLINI-BARRETO, L. T.; SANDRI, I. G. Elaboração de pré-mistura para bolo sem glúten. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 33-38, 2012.

REGO, R. A.; VIALTA, A.; MADI, L. F. C. **Indústria de Alimentos 2030: ações transformadoras em valor nutricional na comunicação com a sociedade**. São Paulo: ITAL/ABIA, 2020, 1 ed. 104 p. Disponível em: <<https://ital.agricultura.sp.gov.br/industria-de-alimentos-2030/4/>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SOUZA, T. A. C. *et al.* Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 717 – 728, 2013.

STANTON, J. V.; COOK, L. A. Product knowledge and information processing of organic foods. **Journal of Consumer Marketing**, v. 36, n. 1, p. 240–252, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/JCM-07-2017-2275>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

TANG, Y.; CAI, W.; XU, B. From rice bag to able: Fate of phenolic chemical compositions and antioxidant activities in waxy and non-waxy black rice during home cooking. **Food Chemistry**, v. 191, p. 81-90, 2016.

VIEIRA, C. R. *et al.* Extração enzimática das proteínas da farinha de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 599-606, 2008.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008.