

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ANA LETÍCIA TORNISIELLO

**FARINHA DE ARROZ COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA O
DESENVOLVIMENTO DE BISCOITOS SEM GLÚTEN E VEGANOS**

FLORIANÓPOLIS

2019

Ana Letícia Tornisiello

**FARINHA DE ARROZ COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA O
DESENVOLVIMENTO DE BISCOITOS SEM GLÚTEN E VEGANOS**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação
em Ciência e Tecnologia de Alimentos do
Centro de Ciências Agrárias da Universidade
Federal de Santa Catarina como requisito para
a obtenção do Título de Bacharel em Ciência e
Tecnologia de Alimentos
Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Manique
Barreto

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Tornisiello, Ana Letícia

FARINHA DE ARROZ COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA O
DESENVOLVIMENTO DE BISCOITOS SEM GLÚTEN E VEGANO. / Ana
Letícia Tornisiello ; orientador, Pedro Luiz Barreto
Manique, 2019.

45 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos,
Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2. Farinha de
arroz. 3. biscoito. 4. propriedades tecnológicas. I.
Barreto Manique, Pedro Luiz . II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos. III. Título.

Ana Letícia Tornisiello

**FARINHA DE ARROZ COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA O
DESENVOLVIMENTO DE BISCOITOS SEM GLÚTEN E VEGANOS.**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Florianópolis, 27 de novembro de 2019.

Prof^ª. Dr^ª.Carmen Maria Oliveira Muller
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr.Pedro Luiz Manique Barreto
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª. Dr^ª.Carmen Maria Oliveira Muller
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª. Isabela Maia Toaldo
Universidade Federal de Santa Catarina

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Jorge e Ana Lúcia pelo apoio e incentivo mesmo que de longe, me ensinando a não desistir de meus objetivos e a seguir meus ideais.

Aos meus avós Carlos e Yolanda que sempre acreditaram em mim e me mostraram que não há distância que mude o amor.

À toda minha família de sangue e de opção por todo apoio e confiança.

À todos (as) vocês dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço minha irmã de alma Livia Colletti, pois sem ela eu não estaria aqui. Obrigada por me apoiar e estar todos estes anos ao meu lado.

Aos meus pais e minha irmã Carolina por serem minha base e ajudarem a ultrapassar diversas barreiras.

Ao meu orientador Prof. Dr. Pedro Luiz Barreto Manique pela orientação e ensinamentos.

À Daniele, Gabriela, Michelle, José e Jorge por todo auxílio, paciência e ensinamento.

A todas as pessoas, família e amigos que de alguma forma fizeram parte da minha trajetória e a deixaram mais feliz, em especial minhas melhores amigas Ágatha, Catharina, Gabriela e Paola, minha companheira Victória por acreditar em mim e me incentivar e meu parceiro diário Weuler por comemorar comigo cada passo dado.

Com todo coração, agradeço.

Science and everyday life
cannot and should not be separated.

(Rosalind Franklin)

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa L.*) é um cereal cultivado em praticamente todos os países, faz parte da alimentação básica e é considerado a principal fonte energética entre os grãos. Neste contexto o arroz se apresenta como um cereal de produção de larga escala e apresenta diversos nutrientes importantes para a manutenção da saúde como carboidratos, proteínas, fibras, potássio e cálcio. A farinha de arroz tem sido utilizada como matéria prima alternativa em alimentos para dietas com restrições à farinha de trigo, por ser de fácil digestão, versátil, de gosto suave e hipoalergênico. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar as propriedades físico-químicas e térmicas da farinha de arroz branco refinada e avaliar o potencial tecnológico desta para o desenvolvimento de biscoito sem glúten e vegano, realizando um comparativo à farinha de trigo. Foram realizadas as análises de perfil viscoamilográfico e composição centesimal das farinhas de arroz e trigo, em que se observou propriedades tecnológicas satisfatórias para o uso da farinha de arroz para produtos de panificação. Foram também desenvolvidas duas formulações de biscoito, uma composta apenas de farinha de arroz e a outra de farinha de trigo. Ambas apresentaram teores de umidade e cinzas de acordo com os valores permitidos pela legislação brasileira. Foi observado que o biscoito de farinha de arroz apresentou maior dureza e menor fraturabilidade quando comparado ao de farinha de trigo. Neste sentido os resultados mostraram que a utilização de farinha de arroz em substituição a de trigo em biscoitos sem glúten pode ser uma alternativa tecnológica viável.

Palavras-chave: Farinha de arroz. Biscoito. Perfil viscoamilográfico.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa L.*) is a cereal grown in practically all countries and it is part of the staple food, considered the main energy source among grains. In this context rice is presented as a large-scale carbohydrate of production and has important nutrients for health maintenance such as proteins, fiber, potassium and calcium. Rice flour has been used as an alternative raw material in diet foods restricted to wheat flour, because it is an easily digestible, versatile, mild and hypoallergenic carbohydrate. That way, the present study aimed to analyze refined white rice flour and to evaluate its technological potential for the development of gluten and vegan biscuits comparing them to wheat flour. Viscoamilographic profile and centesimal composition analyzes of rice and wheat flour were performed, in which satisfactory technological properties were observed for the use of rice flour for bakery products. Were developed two cookies, one composed only of rice flour and the other of wheat flour. Both presented moisture and ash content according to the values allowed by the Brazilian legislation. It was observed for rice flour biscuits higher hardness and lower fracturability when compared to wheat flour one. In this sense, the results showed that the use of rice flour instead of wheat in gluten-free cookies is a viable technology alternative.

Keywords: Rice flour. Cookie. Viscoamilographic Profile

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composição do grão de arroz	19
Figura 2 – Representação esquemática da formação do glúten.....	21
Figura 3 - Diferentes estados físicos do amido	22
Figura 4 - Representação de (a) vilosidades saudáveis e (b) vilosidades danificadas.....	23
Figura 5– Estrutura química da goma xantana	25
Figura 6- Curva de viscosidade típica do Analisador Rápido de Viscosidade (RVA).....	28
Figura 7– Fluxograma de processamento do biscoito	31
Figura 8 - Fotografia dos biscoitos formulados após cocção	36
Figura 9 - Comparativo entre as curvas obtidas no RVA para a farinha de arroz e para a farinha de trigo.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal (% na matéria seca) de arroz integral e branco	18
Tabela 2 - Atributos de textura	26
Tabela 3 – Formulações dos biscoitos de farinha de arroz e de trigo.....	29
Tabela 4- Composição físico-química da farinha de arroz e da farinha de trigo.....	32
Tabela 5 - Propriedades de pasta das farinhas de arroz e trigo.....	33
Tabela 6 - Composição físico-química dos biscoitos elaborados de farinha de arroz e farinha de trigo.....	37
Tabela 7 - avaliação da textura instrumental dos biscoitos elaborados com farinha de arroz e com farinha de trigo.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

NRRL - Northern Regional Research Lab

FDA- Food and Drug Administration

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

ADI - Ingestão diária aceitável

FA – Farinha de Arroz

FT – Farinha de Trigo

IAL - Instituto Adolfo Lutz

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

RDC- Resolução da Diretoria Colegiada

RVA – Rapid Visco-Analyser

AACC - American Association of Cereal Chemists

BFA – Biscoito de Farinha de Arroz

BFT – Biscoito de Farinha de Trigo

ANOVA - análise de variância

TP – Temperatura de Pasta

VM- Viscosidade Máxima

VF – Viscosidade Final

BR – Breakdown

TR – Tendência a Retrogradação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 ARROZ.....	18
3.2 FARINHA DE ARROZ.....	19
3.3 GLÚTEN E PANIFICAÇÃO.....	20
3.4 DOENÇA CELÍACA.....	22
3.5 GOMA XANTANA.....	23
3.6 PROPRIEDADES REOLÓGICAS.....	25
3.6.1 Textura.....	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 MATERIAIS.....	26
4.2 MÉTODOS.....	26
4.2.1 Propriedades Físico-Química e Térmicas Das Farinhas.....	26
4.2.1.1 Composição Centesimal.....	26
4.2.1.2 Propriedade Térmica.....	27
4.2.2 Elaboração dos biscoitos.....	28
4.2.3 Propriedade física do biscoito.....	30
4.2.4 Análise Estatística.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS FARINHAS DE ARROZ E TRIGO.....	31
5.1.1 Caracterização físico-química das farinhas de arroz e de trigo.....	31
5.1.2 Propriedades de Pasta e Térmicas.....	32
5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS BISCOITOS ELABORADOS.....	35
5.2.1. Caracterização Físico-Química dos Biscoitos Elaborados.....	35
5.2.2 Avaliação da Textura.....	37
6 CONCLUSÃO	39
7 REFERÊNCIAS	40
ANEXO A – CURVAS RVA	45

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a doença celíaca tem se evidenciado em comparação aos anos anteriores, pois novos métodos de diagnóstico permitem identificar um número crescente de pessoas que sofrem de doença celíaca e outros distúrbios relacionados ao glúten, como dermatite herpetiforme, ataxia de glúten, alergia ao trigo e sensibilidade não celíaca ao glúten (FOSCHIA et al., 2016). Assim, o consumo de glúten por pessoas que apresentam intolerância provoca um estado inflamatório no intestino delgado causando danos ao órgão. (LEBWOHL et al., 2016)

Para aumentar a variedade de pratos e opções de alimentos isentos de glúten, os celíacos recorrem frequentemente a receitas caseiras. Entretanto existe uma grande dificuldade tecnológica quando o elemento principal na elaboração do produto é a farinha de trigo (FRANÇA, 2018). O desenvolvimento de tecnologia para produção de alimentos sem glúten pode ser um incentivo a sua fabricação de produtos de consumo diário, atendendo a essa parcela especial de consumidores (CÉSAR et al. 2006). Este tipo de produto tem sido alvo de muitos estudos por possuir um mercado promissor para os consumidores que não toleram a presença de glúten de trigo e por se apresentar como uma alternativa mais econômica para os países importadores de trigo (NABESHIMA, 2007).

Pesquisas por novas tecnologias e ingredientes tem sido estimuladas na panificação sem glúten, uma vez que, os produtos desenvolvidos devem manter a qualidade tecnológica e nutricional dos produtos que contém glúten (FOSCHIA, et al., 2016). A panificação é um dos setores que mais cresce neste segmento, devido à crescente disponibilidade de alternativas de farinha sem glúten (RICO, et al., 2019). Diferentes estudos destacam a utilização de hidrocoloídes nas formulações *glúten free*, entre eles se destacam o hidroxipropilmetilcelulose e a goma xantana, devido a capacidade de imitarem as propriedades viscoelásticas do glúten (FOSCHIA, et al., 2016).

O mercado, cada vez mais diversificado, possui consumidores com diversas exigências e restrições, além da população celíaca, entre outros, há também vegetarianos e veganos que requerem profissionais com maior especialização e maior flexibilização de mercado por estar em constante crescimento (CAMPOS, 2008).

Pode-se subdividir os grupos de vegetarianos em: “(1) Ovo-lacto-vegetarianos, consomem ovos e laticínios, menos carne; (2) lacto-vegetarianos, consomem laticínios,

mas não ovos e carnes; (3) ovo-vegetarianos, comem ovos mas não laticínios e carnes; (4) veganos, não comem carnes, laticínios e ovos (e geralmente também não usam mel). (NASCIMENTO, 2012).

De acordo com a legislação brasileira, conforme Resolução 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA)," biscoito ou bolacha é o produto obtido pelo amassamento e cozimento conveniente de massa preparada com farinhas, amidos, féculas, fermentadas ou não, e outras substâncias alimentícias" e considera-se e "biscoito" um termo genérico para biscoitos, *cookies* e *crackers*, produto este que contém um baixo conteúdo de umidade (FELTES; PINTO 1999).

Os biscoitos são produtos muito consumidos, devido sua longa vida de prateleira e possibilidade de produção em grande quantidade, preços acessíveis e variedade de sabores. É uma alternativa prática de consumo alimentar, sendo bem aceito por todas as idades(BONFIETTI, 2017).

Neste contexto, analisando a atual demanda por alimentos sem o uso de farinha de trigo e ingredientes de origem animal, considerando que a remoção total do glúten resulta em produtos avaliados como tendo sabor e textura considerados inferiores aos tradicionais, surgiu a necessidade de se produzir um biscoito que atenda ao mercado dos celíacos e veganos, através da substituição total da farinha de trigo convencional por farinha de arroz, analisando o potencial tecnológico desta, em conjunto com o uso de matérias primas alternativas aos produtos de origem animal na composição, avaliando-se a qualidade final do produto e realizando o comparativo entre ambos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial tecnológico da farinha de arroz para o desenvolvimento de biscoitos sem glúten e veganos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar as farinhas de arroz e trigo quanto aos teores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos;
- Determinar as propriedades de pasta das farinhas de arroz e trigo;
- Desenvolver uma formulação de biscoito sem glúten e vegano, utilizando farinha de arroz;
- Determinar a composição centesimal do produto formulado;
- Avaliar a textura dos biscoitos através do texturômetro.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O ARROZ

O arroz (*Oryza sativa L.*) é um cereal cultivado em praticamente todos os países, é parte da alimentação básica, considerado a principal fonte energética entre os grãos (WALTER,2007). No Brasil, o início do cultivo data no período da colonização, a princípio no litoral nordestino, porém no Rio Grande do Sul surgiram as primeiras lavouras de irrigação, onde atualmente se tem uma produção bastante significativa. (DORS, 2006)

Segundo estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), reduziu-se o consumo de cereais e legumes por decorrência do aumento da produção de alimentos de origem animal e industrializados, o que pode estar relacionado com o fato do aumento das doenças crônicas degenerativas tais como obesidade, hipertensão entre outras. Neste contexto o arroz se apresenta como um carboidrato de larga escala de produção e que possui nutrientes importantes para a manutenção da saúde como fibras, potássio e cálcio. (BASSINELO; CASTRO, 2004).

A composição do grão depende do cultivar, fatores ambientais e processamento, mas a média de sua composição será apresentada na tabela abaixo:

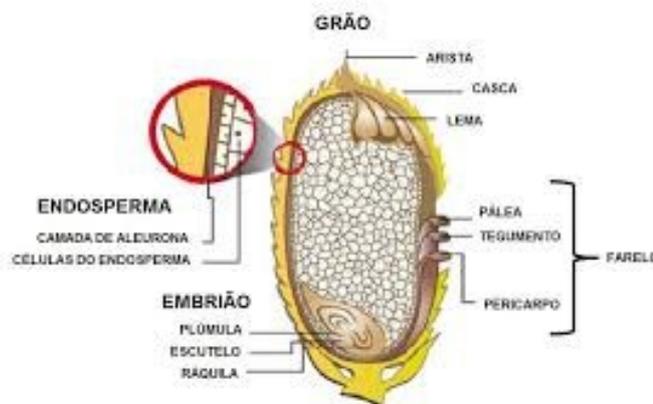
Tabela 1 - Composição centesimal (% na matéria seca) de arroz integral e branco

Constituinte	Arroz integral	Arroz branco polido
Amido total	74,12	87,58
Proteínas (Nx 5,95)	10,46	8,94
Lipideos	2,52	0,36
Cinzas	1,15	0,30
Fibra total	11,76	2,87
Fibra insolúvel	8,93	1,05
Fibra solúvel	2,82	1,82

Fonte: adaptado de STORCK, 2004

O grão de arroz é constituído de casca, película, germe e endosperma (figura 1) e segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sua classificação se dá de duas formas: casca e beneficiado, sendo este último dividido em polido, integral e parboilizado. (DORS, 2009)

Figura 1 - Composição do grão de arroz



Fonte: adaptado de Matos, Amanda (2014)

Com os subprodutos normalmente descartados, iniciou-se o beneficiamento dos mesmos a partir de processos industriais, agregando valor comercial, como é o caso da farinha de arroz. (AMATO, 2005).

3.2 FARINHA DE ARROZ

A farinha de arroz é produzida com grãos inteiros ou quebrados, contendo de 6 a 7% de proteína, sendo a principal a orizenina, que se trata de uma glutelina (solúvel em solução diluída de ácido/base, mas não em solventes neutros), de fácil digestão no organismo (superior à do amido de milho), possui elevada capacidade de retenção de água no intestino. (MACHADO, 2012)

Desta forma, a farinha de arroz tem sido utilizada como matéria prima alternativa em alimentos para dietas com restrições à farinha de trigo, pois é um carboidrato de fácil digestão, versátil, de sabor suave.

Há três tipos básicos de farinha de arroz: comum (ou crua), estabilizada ou pré gelatinizada, sendo que esta última é mais utilizada como espessante e melhorador de aparência. Para elaboração da farinha costuma-se usar os grãos moídos devido ao seu baixo custo, e a moagem afetará nas propriedades funcionais e também na quantidade de dano no amido, os que apresentam granulometria média demonstraram bom desempenho para panificação (MACHADO, 2012).

Durante as etapas do processamento do arroz são gerados grãos quebrados, destes, apenas 10% podem ser adicionados ao produto final, o restante será utilizado como matéria-prima para outras finalidades, como a produção de farinha. A farinha de arroz nos últimos anos vem adquirindo uma procura crescente de mercado, com aplicações em produtos e formulações, visando melhorias nas propriedades funcionais do mesmo, porém com a remoção do farelo no processamento, há redução quantidade de fibras, vitaminas e minerais neste produto final (MACHADO, 2012).

A farinha de arroz por suas características nutricionais e textura fina, vem sendo uma das principais substituintes para a farinha de trigo em produtos de panificação sem glúten. Os biscoitos, por sua vez, são de grande interesse comercial devido às suas características de produção, consumo, vida de prateleira e aceitação (OLIVEIRA, 2017). A formulação de biscoitos com farinhas sem glúten é tecnologicamente mais fácil do que outros produtos de panificação, uma vez que a estrutura dos biscoitos não depende tanto da rede de proteínas quanto da gelatinização do amido (RICO et al., 2019).

Farinhas obtidas a partir de arroz com conteúdo de amilose entre 20 e 25% aumentam a crocância em “snacks” fritos ou assados. Esses produtos que preferencialmente, são produzidos com farinha de trigo ou milho, apresentam potencial para aplicação da farinha de arroz como um sucedâneo ao trigo ou milho. (CEREDA, 2002).

Atualmente, no mercado nacional e internacional, é possível encontrar biscoitos isentos de glúten, porém, muitos produtos disponíveis no mercado não apresentam boa aceitação pelos consumidores. Além disso, possuem custo elevado, o que restringe o acesso por populações menos favorecidas economicamente). Por este fator, o aproveitamento de produtos derivados de arroz, estão sendo incorporados em formulações de biscoitos, o que é uma excelente estratégia para aumentar o valor nutricional e conferir características funcionais aos produtos isentos de glúten, sem agregar valores elevados ao produto final. (MARIANI, 2015).

3.3 GLÚTEN E PANIFICAÇÃO

As proteínas encontradas nos grãos podem ser classificadas de acordo com a função exercida, ou seja, estrutural, atividade metabólica e de estocagem.

As proteínas de estocagem, encontradas em abundância nos cereais, são responsáveis pelas propriedades nutricionais e tecnológicas dos grãos, estas são classificadas de acordo com a sua solubilidade em solventes, nas seguintes frações

protéicas: albuminas (solúveis em água), globulinas (solúveis em solução salina), prolaminas (solúveis em solução alcoólica) e glutelinas (solúveis em solução alcalina ou ácida fraca). As proporções dessas frações variam muito entre os cereais, conferindo diferentes características físicas, químicas, funcionais e nutricionais aos grãos. (CAPRILES; ARÊAS, 2011).

As proteínas de reserva do trigo, especificamente gliadinas e gluteninas, são os principais componentes do glúten e quando hidratadas e submetidas a uma força mecânica, formam o glúten (figura 2). As gliadinas conferem extensibilidade e viscosidade à massa formada, enquanto as gluteninas são responsáveis pela força, elasticidade e tempo de desenvolvimento (WIESER, 2008).

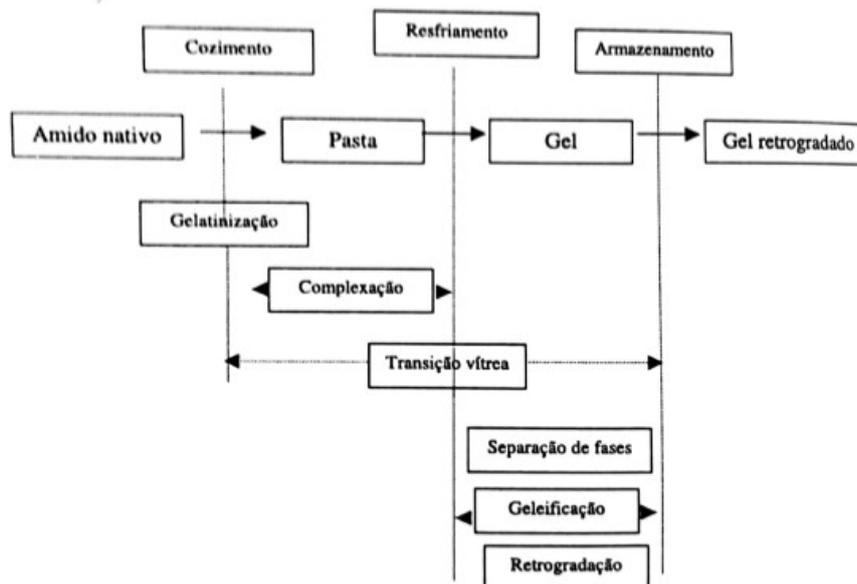
Figura 2 – Representação esquemática da formação do glúten



Fonte: adaptado de AQUINO (2012).

As propriedades viscoelásticas que as proteínas gliadina e glutenina conferem ao glúten são singulares para a panificação e possuem relação direta com as características dos grânulos de amido (figura 3), Tornando-se importante para alcançar a textura desejada nos produtos e por consequência, sua substituição se torna tão difícil em algumas ocasiões. Porém, essas funções não são requeridas para todos os produtos de panificação, em geral, biscoitos e produtos similares são mais fáceis de serem produzidos sem glúten, pois o mesmo afeta de forma muito limitada o processo e a qualidade do produto, como ocorre no caso dos pães (ENGLESON, 2008).

Figura 3 - Diferentes estados físicos do amido



Fonte: adaptado de MESTRES; MOUQUET (1996).

Pesquisas envolvendo a caracterização e a quantificação das frações protéicas dos grãos são realizadas com vários objetivos, dentre os quais o de determinar o conteúdo de glúten. Por um lado, a presença de glúten traz importância tecnológica para o grão, mas por outro, sua ausência constitui aspecto positivo muito relevante para os portadores da doença celíaca. A Comissão do Codex Alimentarius (Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity) definiu glúten como: “aquelas proteínas, comumente encontradas no trigo, triticale, centeio, cevada ou aveia, às quais algumas pessoas são intolerantes”. Estabeleceram, também, o limite máximo de 20 ppm para que o alimento seja considerado isento de glúten (CAPRILES; ARÊAS, 2011).

Neste sentido, uma das farinhas mais utilizadas para a substituição de farinha de trigo é a de arroz, pois a mesma permite a realização de *blends* com outras farinhas, féculas e amidos. No entanto, por ser incapaz de desenvolver rede proteica similar ao glúten, a farinha de arroz necessita de aditivos como hidrocoloides, emulsificantes, produtos lácteos, proteínas, amido gelatinizado e enzimas que visam melhorar as qualidades reológicas da massa, o volume final, características estruturais e de textura, bem como a vida-de-prateleira dos produtos (CAPRILES; ARÊAS, 2011).

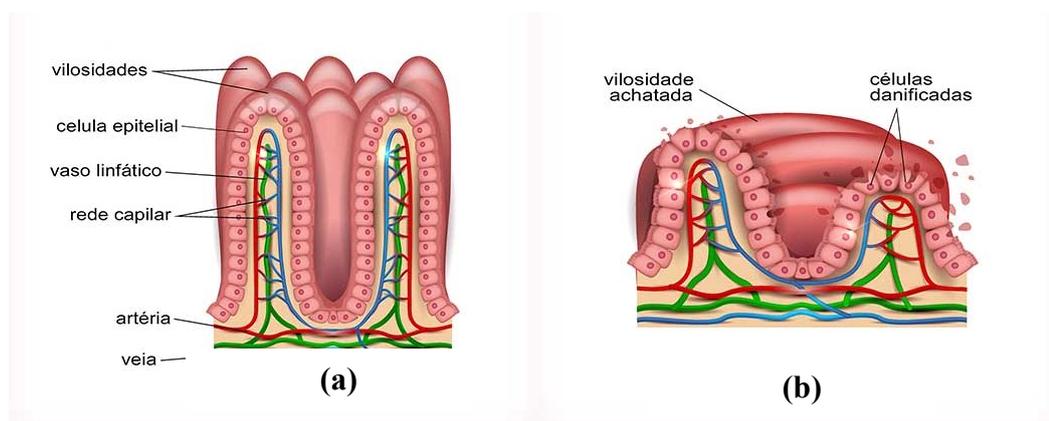
3.4 DOENÇA CELÍACA

A doença celíaca é uma enteropatia imuno-mediada, que se desenvolve em indivíduos susceptíveis, causada por uma intolerância à gliadina, fração protéica do trigo a qual não é totalmente digerida pelo trato gastrointestinal superior. (NOBRE *et al*, 2007).

Os sinais e sintomas da doença celíaca dividem-se entre manifestações intestinais (figura 4) e os causados pela má absorção. No entanto, muitos portadores da doença, particularmente os que a manifestam na idade adulta, têm sintomas mínimos ou atípicos. Os sintomas que classicamente sugerem o diagnóstico de doença celíaca são distensão abdominal, diarreia crônica e perda de peso. (SILVA; FURNALETO, 2010).

Nos últimos anos, o espectro epidemiológico da doença celíaca cresceu significativamente. O reconhecimento da ampla variedade de manifestações clínicas e histológicas da doença, o advento de marcadores serológicos altamente sensíveis e específicos, e a identificação da susceptibilidade genética, permitiram delinear o modelo do “iceberg” celíaco, em que a ocorrência de sintomas típicos representa apenas a porção visível e a parte submersa do “iceberg” poderá revelar-se cada vez maior. (PEDRO *et al*, 2008).

Figura 4 - Representação de (a) vilosidades saudáveis e (b) vilosidades danificadas .



Fonte: adaptado de CALAZANS (2017)

A exclusão definitiva de glúten da dieta é o tratamento padrão. Além dos alimentos contendo trigo, alimentos que contenham centeio ou cevada são também excluídos.

Isto se torna então um dos maiores desafios, pois muitos dos alimentos consumidos como pães e massas são feitos à base de farinha de trigo. Outra dificuldade se dá no quesito de custo e palatabilidade, pois, alimentos sem glúten normalmente tem preços muito superior aos convencionais, mas textura e sabor inferiores. (PEDRO *et al*, 2008).

3.5 GOMA XANTANA

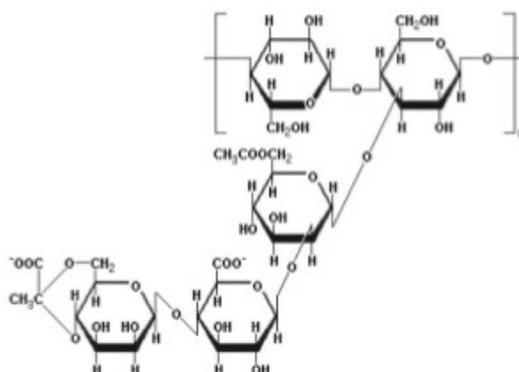
A goma xantana é um polissacarídeo produzida a partir de bactérias do gênero *Xanthomonas*, especialmente as *Xanthomonas campestris*, esta foi descoberta em 1950 por pesquisadores do Northern Regional Research Laboratory (NRRL), do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e liberada pela FDA (Food and Drug Administration) em 1969, permitindo o uso da goma xantana na produção de alimentos (BORGES; VENDRUSCOLO, 2008).

O Comitê de Peritos das Organizações das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura/ Organização Mundial da Saúde (FAO/WHO, 1990) declarou a aceitabilidade de ingestão diária da goma xantana (ADI). Seu uso se dá com limite de 1,0g/100g ou 100 mL. (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009).

A goma xantana é solúvel em água fria ou quente, exibindo alta viscosidade até mesmo em baixas concentrações, e portanto, tem sido usada em uma extensa variedade de alimentos apresentando propriedades como: espessante de soluções aquosas, agente dispersante, agente estabilizador de emulsões e suspensões, estabilizadora da temperatura do meio, propriedades reológicas e pseudoplásticas e compatibilidade com ingredientes alimentícios, possuindo também capacidade de resistência à água e apelo estético. De uma forma geral, na literatura é citado que as soluções de goma xantana, são resistentes à degradação pelo calor, mantendo-se sem grandes alterações de viscosidade mesmo se exposta a elevadas temperaturas por prolongados períodos de tempo (BORGES; VENDRUSCOLO, 2008).

Ainda apresenta compatibilidade com misturas heterogêneas de fases diferentes, incluindo o amido, o que a torna ideal para a preparação de produtos para panificação, especialmente em substituição à gordura ou ovos em alimentos veganos, sendo também muito útil na elaboração de massas assadas sem glúten, pois em geral estes produtos tendem a ter uma textura mais grossa e menos uniforme. (GISSLEN, 2009).

Figura 5– Estrutura química da goma xantana



Fonte: adaptado de SOBENES, J. (2015).

3.6 PROPRIEDADES REOLÓGICAS

3.6.1 Textura

Reologia é a ciência que estuda a deformação dos sólidos sob a ação de tensões, sua importância se dá para avaliação da estabilidade física da formulação diante ao tamanho de partículas, temperatura e concentração. (PEREIRA, 2018).

A reologia, na indústria de alimentos é de grande importância, pois influencia as condições de processo e a qualidade final do produto.

Neste sentido, a textura é a manifestação de atributos de uma amostra de forma sensorial e funcional das propriedades estruturais, mecânicas e superficiais dos alimentos, detectadas pelos sentidos da visão, audição, tato e uma avaliação da qualidade das proteínas é conduzida no ato da mastigação. (GUJRAL, 2003).

Quando o alimento sofre alguma deformação pode-se ter noção da resistência, coesividade, fibrosidade, granulosidade, aspereza, crocância, entre outras características. (PEREIRA, 2018). Para textura, há vários atributos que podem ser analisados como:

Tabela 2 - Atributos de textura

Atributos	Ação
Elasticidade	capacidade da amostra de retornar à posição original
Dureza	força necessária para comprimir a amostra
Fraturabilidade	força necessária para romper ou fraturar a amostra
Coesividade	força que mantém a amostra íntegra ou coesa
Mastigabilidade	número de mastigações necessárias antes da deglutição
Adesividade	força necessária para superar a atração entre o alimento e o palato.

Fonte: Próprio Autor, 2019

Dessa forma, como a granulometria dos produtos é um fator interferente na textura, os biscoitos que tradicionalmente são feitos de farinha de trigo, podem ter suas propriedades texturais afetadas pelo tamanho da partícula da farinha utilizada. (PEREIRA, 2018).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir serão apresentados os materiais e métodos utilizados no presente trabalho.

4.1 MATERIAIS

Foram utilizados para as análises farinha de arroz branco (FA) e farinha de trigo branco (FT).

Para a formulação do biscoito utilizou-se farinha de arroz branco, gordura vegetal hidrogenada, fermento químico em pó, bicarbonato de sódio, sal, essência de baunilha líquida, açúcar branco refinado, açúcar mascavo, goma xantana, todos adquiridos no comércio local de Florianópolis.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Propriedades Físico-Químicas e Térmicas das Farinhas

4.2.1.1 Composição Centesimal

A caracterização físico-química (composição centesimal), foi realizada em triplicata para as farinhas de trigo e arroz e posteriormente para a formulação dos biscoitos.

Os parâmetros avaliados foram: umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos.

Umidade

A umidade foi determinado através do método da estufa a 105 °C até peso constante da amostra, conforme metodologia do Instituto Adolf Lutz (IAL) (012/IV:2008).

Cinzas

O teor de cinzas foi determinado através da metodologia de incineração da amostra em mufla a 550 °C, até a obtenção de um resíduo isento de carvão descrita pelo IAL (018/IV:2008).

Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado pelo método B, extrato etéreo com hidrólise ácida prévia, descrita pelo IAL (034/IV:2008).

Proteínas

O teor de proteínas foi determinado pelo método Micro-Kjeldahl, que consiste na determinação do nitrogênio total utilizando-se o fator de conversão 5,75, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (nº 991.20:2016).

Carboidratos

Os carboidratos foram calculados por diferença de 100, menos a soma das porcentagens dos teores de água, lipídios, proteínas e cinzas, obtendo-se um resultado de carboidratos totais e fibras, conforme a RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 e a seguinte equação:

$$\text{Cálculo (g/100g) CTF} = (100 - (P + C + L + U))$$

em que:

CTF - Carboidratos totais e fibras

U - Teor de água (umidade)

L - Teor de lipídeos

P - Teor de proteínas

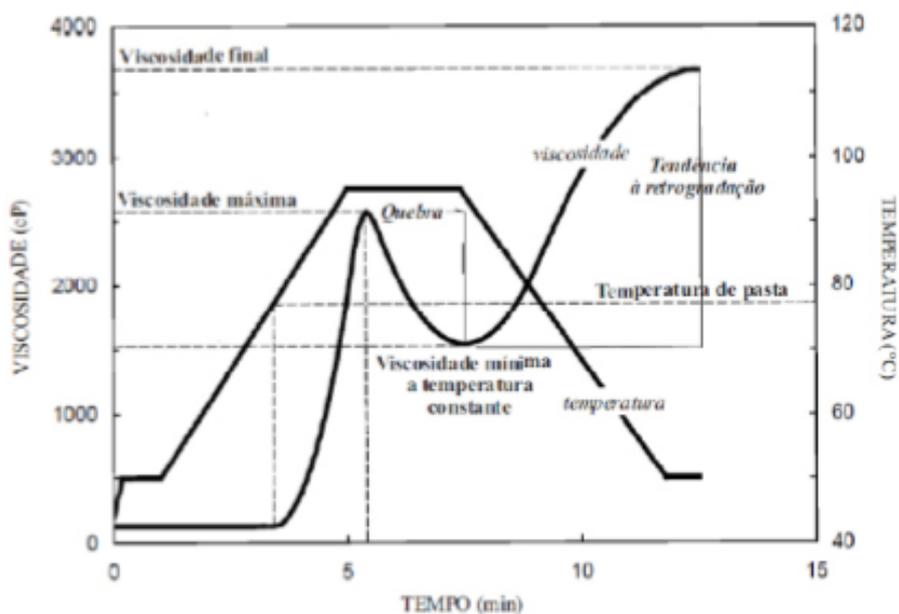
C - Teor de cinzas

4.2.1.2 Propriedade Térmica

Perfil viscoamilográfico (RVA)

As propriedades de pasta (perfil viscoamilográfico) das amostras de farinha de arroz (FA) e farinha de trigo (FT), foram analisadas em equipamento viscosímetro (RVA-4500, Perten, Suécia), equipado com software Termocline for Windows, versão 3.1, de acordo com o método nº 76-21.01 da AACC (2010). Foi utilizado aproximadamente 3,5 g de farinha e 25±0,1 mL de água destilada, corrigidas para 14% de umidade, sendo considerados os parâmetros: temperatura de pasta, viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante que é ligada à quebra e viscosidade final, associada à tendência à retrogradação.

Figura 6- Curva de viscosidade típica do Analisador Rápido de Viscosidade (RVA).



Fonte: Adaptado de Newport Scientific (2001).

4.2.2 Elaboração dos Biscoitos

Desenvolvimento da formulação do biscoito

Para a formulação dos biscoitos foram realizados diversos testes, usando como base receitas de biscoitos tradicionais, afim de encontrar a proporção ideal de farinha e água, assim como a quantidade de goma xantana e sua porcentagem em solução.

A cada teste realizado, anotou-se as características adquiridas para a massa crua e para os biscoitos após cocção, comparando estas com as diferenças dos ingredientes e suas quantidades, selecionando as que melhor atendiam aos padrões esperados.

Após ajustes, a formulação final foi desenvolvida em conformidade com a área de panificação, em que a farinha deve ser equivalente a 100% e os demais ingredientes são calculados com base na quantidade de farinha, conforme descrito na tabela seguinte:

Tabela 3 – Formulações dos biscoitos de farinha de arroz e de trigo

Ingredientes (g)	BFA	BFT	Porcentagem (%)
Farinha de arroz	300	-	100
Farinha de trigo	-	300	100
Gordura vegetal	75	75	25
Açúcar mascavo	75	75	25
Açúcar refinado	60	60	20
Goma xantana	30	30	10
Gotas de chocolate	45	45	15
Fermento químico	4,5	4,5	1,5
Bicarbonato de sódio	1,8	1,8	0,6

Sal	1,2	1,2	0,4
Essencia de baunilha	1,5	1,5	0,5
Água	90	90	30

BFA (biscoito de farinha de arroz); BFT (biscoito de farinha de trigo)

Fonte: Próprio Autor (2019)

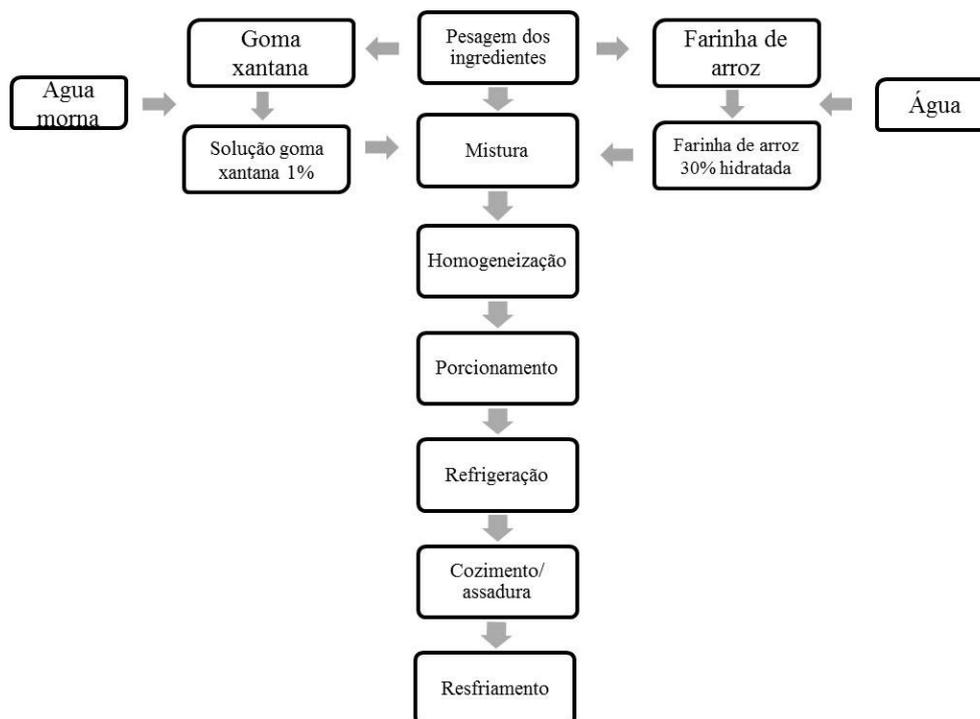
Para o desenvolvimento do biscoito, primeiramente adicionou-se 30% de água à farinha para hidratá-la, deixando por trinta minutos.

Para o preparo da solução de goma xantana a 1%, pesou-se 1g de goma xantana e adicionou-se 100 mL de água morna, agitando-se a mistura com o auxílio de um mixer.

Misturou-se a farinha hidratada aos demais ingredientes, exceto a gordura vegetal que foi adicionada por último, realizando o amassamento da massa até que esta ficasse uniforme e homogênea.

Separou-se a massa em porções de aproximadamente 48g, colocou-se em uma assadeira, deixando-as em temperatura de -1°C durante vinte minutos e em seguida colocou-se os biscoitos em forno pré-aquecido à 180°C por vinte minutos, até que ficassem dourados.

O fluxograma de produção do biscoito é apresentado a seguir.

Figura 7– Fluxograma de processamento do biscoito

Fonte: Próprio Autor, 2019.

4.2.3 Propriedade Física dos Biscoitos

Avaliação instrumental de textura

Os biscoitos produzidos foram submetidos à análise de textura (fraturabilidade e dureza). Foi realizada a análise em sete biscoitos de cada formulação (farinha de arroz e de trigo), utilizando o texturômetro TAXT.plus, Stable Micro Systems, Inglaterra, com probe 3-Point bending Rig (HDP/3PB) e plataforma HDP90. Os parâmetros utilizados nos testes foram: velocidade pré-teste = 1,00 mm.s⁻¹; velocidade de teste = 5,00 mm.s⁻¹; velocidade pós-teste = 20,00 mm.s⁻¹; distância 10,00 mm, com medida de força de 50,0g em compressão para obter os parâmetros de firmeza e fraturabilidade. Os valores utilizados foram baseados em testes e adaptados.

4.2.4 Análise Estatística

Análise estatística

Foram calculados os valores das médias e desvios padrões. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguido pelo teste Tukey para comparação das médias ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

Para avaliar os resultados do perfil viscoamilografico, estes foram submetidos à análise estatística T-estudent (0,5).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS FARINHAS DE ARROZ E TRIGO

5.1.1 Caracterização físico-química das farinhas de arroz e de trigo

Na tabela 4 encontram-se a composição físico-química das farinhas de arroz e trigo utilizadas neste estudo.

Tabela 4- Composição físico-química da farinha de arroz e da farinha de trigo

Amostra	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Carboidratos* (g/100g)
Farinha de arroz (FA)	9,46±0,03 ^a	0.014±0,00 ^a	7,78±0,02 ^a	1±0,03 ^a	81,75±0,00 ^a
Farinha de trigo (FT)	12,83±0,00 ^b	0,025±0,00 ^b	9,59±0,05 ^b	1,28±0,06 ^b	76,28±0,00 ^b

Valores correspondentes à média das repetições ±desvio padrão;

*calculado por diferença, considerando o valor de carboidratos e fibras.

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey (p < 0,05)

Fonte: Próprio Autor (2019).

Na composição da farinha de arroz utilizada no presente estudo encontrou-se teor de proteína de 7,78%, valor este menor do que o encontrado por Franco e colaboradores (2015) de 10,34 %. Os teores de lipídios (1%), cinzas (0,014%), umidade (9,46%) e carboidratos(81,75%) foram semelhantes aos encontrados pelos autores na amostra analisada. Com relação a farinha de trigo analisada, o teor de proteína encontrado foi de 9,59%, valor inferior ao encontrado por Braz (2014) de 11,1%. Os teores de lipídios (1,28%), cinzas (0,025%), umidade (12,83%) e carboidratos (76,28%) apresentam-se semelhantes aos resultados do estudo de Braz (2014). As divergências dos valores na composição físico-química das farinhas analisadas neste estudo em relação aos estudos mencionados podem ser justificadas de acordo com marcas, cultivares, matéria prima, lote e processos de cada farinha.

Quando comparadas as farinhas de arroz e trigo apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre si para todos os parâmetros analisados na determinação da composição centesimal.

De acordo com a RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005) apresenta como requisito específico que as farinhas, amido de cereais e farelos devem apresentar no máximo 15% umidade (g/100 g), 0.8% de cinzas (g/100g) e no mínimo 7.5% de proteína (g/100g), o que permite dizer que ambas as farinhas analisadas se encontram dentro do padrão exigido.

5.1.2 Propriedades de Pasta e Térmicas.

A análise pelo RVA é uma ferramenta importante no estudo da viscosidade de produtos fonte de amido. Os parâmetros de maior importância incluem temperatura de pasta (TP), viscosidade máxima (VM), viscosidade na quebra (BK) (breakdown), viscosidade final (VF) e tendência à retrogradação (TR) (FRANCO, 2015).

A Tabela 5 apresenta o perfil do comportamento das farinhas de arroz (FA) e de trigo (FT).

Tabela 5 - Propriedades de pasta das farinhas de arroz e trigo

Amostra	RVA (cP)				
	TP (°C)	VM (cP)	VF (cP)	BK (cP)	TR(cP)
Farinha de arroz (FA)	79,37±0,5 ^a	3657 ± 90 ^a	3591 ± 59 ^a	1909 ± 113 ^a	1843 ± 81 ^a
Farinha de trigo (FT)	85,58 ± 0,82 ^b	2460 ± 103 ^b	2753 ± 98 ^a	960,6 ± 31 ^a	1254 ± 26 ^a

Valores correspondentes à média das repetições ±desvio padrão;

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa entre os resultados para ($p < 0,05$).

Fonte: Próprio Autor (2019).

Com base no teste T que avaliou os grupos, as variáveis temperatura de pasta (TP) e viscosidade máxima (VM) diferiram a um nível de 5% de significância, como podemos observar no Anexo A. A viscosidade máxima apresentou-se mais elevada para a farinha de arroz (3657 cP), que para a farinha de trigo (2460 cP), estando de acordo com a literatura, inferindo-se, de acordo com FRANCO (2015), que este dado pode indicar a presença de grânulos de amido com propriedades de

inchamento e ruptura mais uniformes durante o tratamento hidrotérmico no RVA, o que coincide com um teor maior de carboidratos encontrado para a farinha de arroz (Tabela 4).

A viscosidade final (VF) também apresenta-se maior para farinha de arroz (3591 cP) em comparação com a de trigo (2753 cP). Sendo assim, com VM e VF superiores para a amostra de farinha de arroz, estes indicativos não se relacionam com a interação carboidrato-proteína (perfil viscoelástico), mas sim com o entumescimento do grânulo. A viscosidade de pasta de amido é determinada pelos fatores de grau de inchamento dos grânulos e a resistência destes à dissolução pelo calor ou fragmentação pela agitação mecânica.

A viscosidade final relaciona-se então à retrogradação máxima com temperatura mínima, ou seja, representa o valor da viscosidade ao final do teste, após a amostra ser resfriada e mantida a 50°C. associada à

A viscosidade na quebra (BK), por sua vez, corresponde a uma viscosidade mínima após o rompimento, em que há poucos grânulos completos, mas ainda há coesão residual. O resultado obtido também foi superior para a farinha de arroz (1909 cP) em comparação com de trigo (960,6 cP).

A tendência à retrogradação, é calculada pela diferença entre a viscosidade final e a viscosidade mínima à temperatura constante, e representam uma medida da tendência do amido em retrogradar. Este fenômeno ocorre por efeito da recristalização das moléculas de amilose e amilopectina, decorrente do agrupamento das partes lineares das moléculas de amido através da formação de novas ligações de hidrogênio odernadas, resultando na formação de precipitados e/ou géis (BRUNATTI, 2016). Então, o nome de retrogradação é dado, pois o amido retorna à sua condição de insolubilidade em água fria. (CEREDA, 2002). A maior tendência à retrogradação identificada para a farinha de arroz (1843 cP), não é problema tecnológico a ser superado na produção de biscoitos, uma vez que estes são produtos cozidos e com baixo teor de umidade. As propriedades viscoamilográficas da amostra de farinha de arroz se assemelham quanto ao valor de temperatura de pasta encontrada por THIRANUSORNKIJ et al (2018) de 73°C, viscosidade máxima obtida por FRANCO (2015) (2856,48 cP), e tendência a retrogradação similar a de BRUNATTI (2016) de (1754 cP), porém diferiu-se de ambos os três estudos quanto à viscosidade final e quebra de viscosidade.

Já para a farinha de trigo se assemelham aos resultados encontrados por ORO *et al* (2013) para viscosidade máxima (2032,0 cP), viscosidade final (2682,5cP) e tendência à retrogradação (949,0cP) com maior diferenciação para temperatura de pasta (52,08 cP) e quebra (298,5 cP)

De acordo com os autores, estas divergências observadas podem estar relacionadas aos teores de amilose, pois estes são correlacionados com alto pico de viscosidade de pasta, maior quebra e menor viscosidade final do amido de trigo, como também baixos valores de quebra indicam melhor resistência ao cisalhamento.

O aumento substancial da viscosidade se dá através da lixiviação da amilose dos grânulos quando estes se expandem. Isto ocorre quando uma suspensão aquosa de amido é aquecida e/ou submetida a certo nível de energia, fazendo com que as ligações relativamente fracas em áreas amorfas entre as micelas cristalinas se dissociem, ocorrendo uma expansão e hidratação, formando uma rede de moléculas debilitadas, mantida moléculas pelas ainda persistentes, contribuindo assim para a viscosidade em dispersões amido-água e na taxa de retrogradação durante o resfriamento.

As propriedades de pasta dos amidos são afetadas pelo comprimento das cadeias de amilopectina e teor de amilose, assim o aumento no teor de amilose acarreta num sensível aumento na temperatura de empastamento e como grânulo de amido é constituído principalmente de longas cadeias de glicose interligadas e enroladas sobre si mesmas, as reações hidrotérmicas tratam das relações dos grânulos de amido com a água e as variações de temperatura na faixa de 30 a 200°C, provocando profundas alterações estruturais. (CEREDA, M. *et al*, 2002)

Segundo MESTRES; MOUQUET (1996) a perda da estrutura cristalina produz inchamento dos grânulos e solubilização parcial dos polímeros resultando no aparecimento das propriedades visco elásticas do amido. Os fenômenos de inchamento, dissolução e propriedades visco elásticas constituem as propriedades funcionais e são consequência da perda da estrutura cristalina, ocorrendo após a gelatinização em um grande intervalo de temperatura.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS BISCOITOS ELABORADOS

5.2.1. Caracterização Físico-Química dos Biscoitos Elaborados

As formulações dos biscoitos apresentaram características visuais de acordo com o esperado (figura 8). Os biscoitos de farinha de arroz se apresentaram mais frágeis, porém mais duros que os biscoitos de farinha de trigo os quais se apresentaram textura macia.

Após a cocção, os biscoitos foram mantidos a temperatura ambiente para total resfriamento das amostras e posterior submissão as análise de composição centesimal e textura. Na tabela 6 estão descritos os resultados obtidos na composição centesimal dos biscoitos com farinha de arroz e farinha de trigo.

Figura 8 - Fotografia dos biscoitos formulados após cocção



BFA(biscoito de farinha de arroz) BFT (biscoito de farinha de trigo).

Fonte: Próprio Autor (2019).

Tabela 6 - Composição físico-química dos biscoitos elaborados de farinha de arroz e farinha de trigo.

Amostra	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Carboidratos* (g/100g)
Biscoito de farinha de arroz (BFA)	12,58±0,12 ^a	1,06±0,00 ^a	5,35±0,01 ^a	15,54±0,11 ^a	65,5±0,00 ^a
Biscoito de farinha de trigo (BFT)	12,92±0,02 ^b	1,23±0,00 ^b	6,49±0,11 ^b	15,16±0,09 ^b	64,2±0,00 ^b

Valores correspondentes à média das repetições ±desvio padrão;

*calculado por diferença, considerando o valor de carboidratos e fibras.

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Próprio Autor (2019).

A composição centesimal dos biscoitos apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações desenvolvidas, diferentemente do observado por Assis e colaboradores (2009) e Montes (2014), que não verificaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre a composição centesimal dos biscoitos elaborados com farinha de arroz e os elaborados com farinha de trigo, podendo-se relacionar aos resultados da composição centesimal das farinhas utilizadas em ambas as formulações que também apresentaram diferença significativa (tabela 3). Este comportamento pode ter ocorrido possivelmente pelo glúten presente na farinha de trigo e ausente na farinha de arroz, o qual poderia demonstrar diferença mesmo na composição das farinhas (tabela 3). Entretanto, este fato não pôde ser comprovado, pois não foi possível a determinação do teor de glúten.

Comparando as informações, percebe-se que os valores encontrados neste estudo são compatíveis com os demais resultados encontrados na literatura. Mariani e colaboradores (2015) obtiveram resultados similares na formulação de biscoitos de farinha de trigo para lipídeos (15,16%), proteínas (6,49%) e carboidratos (64,2%). Já o valor de cinzas se assemelha ao encontrado por Assis e colaboradores (2009) (1,23%) e para formulação com utilização total de farinha de arroz com o obtido por Souza (2019) (1,06%). No estudo de Assis e colaboradores (2009) nota-se também valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho para biscoitos de farinha de arroz para

proteínas (5,35%) e lipídeos (15,54%), já para carboidratos tem-se valor semelhante ao obtido por Souza (2018) (65,5%).

Ambos biscoitos formulados apresentaram valores diferentes dos encontrados na literatura para umidade, no entanto, apresentaram teores inferiores a 13%, ou seja, dentro do padrão estipulado por BRASIL (2005) de limite máximo 14%. Assim como os resultados de cinzas de ambas amostras que estão abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CNNPA nº 12/1978 de 3,00%, valores máximos permitidos para biscoito (BRASIL, 1978).

5.2.2. Avaliação da Textura

A Tabela 7 apresenta os resultados referente à fraturabilidade e dureza dos biscoitos formulados. sendo a primeira a tendência de um material à fratura ou quebra conforme sofre a aplicação de uma força ou impacto e a última uma medida da força máxima para que o mesmo seja quebrado.

Tabela 7 - Avaliação da textura instrumental dos biscoitos elaborados com farinha de arroz e com farinha de trigo.

Amostra	Dureza (g)	Fraturabilidade (mm)
Biscoito de farinha de arroz (BFA)	2196,6 ± 6,81 ^a	45,52 ± 1,08 ^a
Biscoito de farinha de trigo (BTF)	915,16 ± 82 ^b	47,3 ± 1,8 ^b

Valores na mesma coluna com letras diferentes apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Próprio Autor (2019).

Os resultados obtidos no presente estudo para textura das formulações BFA e BFT se assemelham aos encontrados por Colussi (2012), apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) entre ambos para dureza e fraturabilidade, diferindo-se apenas que para COLUSSI (2012) a maior dureza obtida foi para os biscoitos formulados com farinha de trigo.

Pode-se considerar que a formulação dos biscoitos do presente trabalho foi elaborada com base para a farinha de arroz, sendo assim, poderia-se supor que haveria certa diferença nos resultados entre as duas amostras, pois ambas as farinhas possuem diferentes propriedades tecnológicas.

. De acordo com Assis e colaboradores (2009) essa diferença pode ser justificada pela ausência da rede do glúten na farinha de arroz, que torna a massa mais frágil. Os resultados de textura para os biscoitos elaborados com farinha de arroz foram satisfatórios, considerando que a dureza é um dos parâmetros que determinam aceitabilidade do consumidor por certos alimentos, além de que valores mais baixos de fraturabilidade são desejáveis (ASSIS *et al.*, 2009).

O resultado obtido pode ser correlacionado com a observação realizada no estudo de SILVA (2018), em que farinhas com maior teor de amilose, como é o caso da farinha de arroz em comparação a de trigo, apresentavam biscoitos com maior dureza.

O amido trata-se de um componente determinante de estrutura e textura em produtos alimentícios à base de cereais. Quando adiciona-se água e eleva-se temperatura ocorre o efeito chamado de gelatinização, no qual os grânulos absorvem água perdendo sua cristalinidade, rompendo-se e formando uma pasta amorfa, que com o passar do tempo sofre o processo de retrogradação, onde as cadeias de amilose e amilopectina se rearranjam formando complexos estáveis e assim exercendo uma grande influência sobre a textura dos produtos (DELCOUR *et al.*, 2010).

Além do amido, neste caso, deve-se observar a presença dos constituintes presentes no produto, como a adição de açúcar e gordura. Para o primeiro, DELCOUR e colaboradores (2010), alegam que níveis mais elevados de sacarose tendem a aumentar a temperatura de gelatinização do amido. Este fato não é o único determinante para que não ocorra a gelatinização durante o cozimento do produto, mas também aos baixos teores de água da massa, como é o caso do produto formulado. Porém alguns dos grânulos de amido ainda podem inchar durante o cozimento até o ponto em de perder a birrefringência (DELCOUR *et al.*, 2010).

A textura dos biscoitos é um fator importante na aceitação do produto pelo consumidor. (CHAGAS, 2019).

De acordo com OLIVEIRA (2017), biscoitos do tipo “*cookies*” formulados com farinha de arroz, possuem tendência promissora com relação positiva entre a aceitabilidade e intenção de compra conforme a dureza de biscoitos, em comparativo à outras farinhas em substituição ao trigo, pois em seu estudo os biscoitos formulados apenas com farinha de arroz e farinha de feijão apresentam maior “*crocância*”, que relacionado a dureza, é o que se almeja em produtos como este, portanto na análise

sensorial obtiveram maiores notas atribuídas em relação às formulações em que se adicionou amido de mandioca, os quais se apresentaram mais macios. Dessa forma, considera-se uma maior aceitabilidade para os biscoitos de farinha de arroz do presente estudo, pois o valor de dureza está mais próximo ao obtido por OLIVEIRA (2017) em seus biscoitos formulados com farinha de arroz e feijão e os biscoitos de farinha de trigo do presente estudo se comparam aos formulados com maior quantidade de amido de mandioca adicionado.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os valores obtidos nas análises, tanto as características das farinhas de arroz e trigo quanto ao produto elaborado com as mesmas diferiram estatisticamente, porém a farinha de arroz apresentou propriedades tecnológicas satisfatórias para uso em substituição total da farinha de trigo em formulações sem glúten.

Os biscoitos sem glúten elaborados com farinha arroz apresentou características semelhante aos tradicionais, e sua textura demonstrou resultados satisfatórios para dureza e fraturabilidade, sendo então uma alternativa viável e de boas perspectivas de comercialização para novos produtos no mercado destinados aos celíacos.

7 REFERÊNCIAS

AMATO, G. W.; ELIAS, M. C. **Parboilização do arroz**. Porto Alegre: Editora Ricardo Lenz Ziede, 2005. 160p.

ANDREANI, L.; CERCENÁ R.; RAMOS, B.; SOLDI, V. Preparation and characterization of wheat gluten microspheres for encapsulation and controlled release of Rhodamine. **CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS**, ed. 9, p.8 Campina Grande, 2007.

ASSIS, L.M. de *et al.* Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutrição** Araraquara, v. 20, n. 1, p. 15-24, 2009.

BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, E. da M. Arroz como alimento. Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 101-108, 2004.

BONFIETTI, N.F. **Desenvolvimento e análise sensorial de cookie de quinoa enriquecido com pigmentos naturais**. 2015. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Centro Universitário Toledo, Araçatuba, 2015.

BORGES, C. D.; VENDRUSCOLO, C. T. **Seminário: Ciências Biológicas e da Saúde**. Londrina, v. 29, n. 2, p. 171-188, jul./dez. 2008

BORGES, T.P. **Classificação e métodos de cozimento de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) em grãos**. 2013. 60 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução no 263, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelo**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0306_07_12_2004.pdf/95eac678-d441-4033-a5ab-f0276d56aaa6>. Acesso em: 15 nov. de 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução no 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico Sobre Rotulagem Nutricional De Alimentos Embalados**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc>. Acesso em: 15 nov. de 2019.

BRASIL. Resolução CNNPA nº 12, 24 de julho de 1978. Aprova normas técnicas especiais relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 1978.

BRUNATTI, A. C.S. **Produtos extrusados sem glúten obtidos de misturas de fécula de mandioca e farinha de arroz**. 2016. 69 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia,

Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016.

CAMPOS, R.A. **Estudo Prospectivo sobre a gastronomia e o mercado vegan de Brasília**. 2008. 62 f. Monografia (Especialização) - Curso de Turismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

CAPRILES, V.D.; ARÊAS, J.A.G. **Avanços na produção de pães sem glúten: aspectos tecnológicos e nutricionais**. Curitiba: B.ceppa, 2011. 7 p.

CEREDA, M. *et al.* **Propriedades gerais do amido**. Cargill, 2002 220 p. v. 1

CHAGAS, E.G.L. **Produção, caracterização e aplicação de farinhas obtidas a partir do resíduo agroindustrial do processamento de camu-camu**. 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

DELCOUR, J. *et al.* Fate of Starch in Food Processing: From Raw Materials to Final Food Products Annual Review of Food Science and Technology 1(1):87-111 · April 2010 Lovaina

DORS, G.C. **Utilização da Farinha de Arroz Na Elaboração de Sobremesa**. 2006. 4 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2006.

ENGLESON, J.; ATWELL, B. **Gluten-free product development**. Cfw Feature, Plymouth, v. 53, n. 4, p.180-184, ago. 2008.

FELTES, M.M; PINTO, J.M. **Definição geral de biscoitos**. Produtos alimentícios vegetais, 1999. Disponível em <
<http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcerea/biscoit/defgeral.htm>> acesso em: 15 nov. 2019

FOSCHIA, M.; HORSTMANN, S.; ARENDT, E.K.; ZANNINI, E. Nutritional therapy – Facing the gap between coeliac disease and gluten-free food. **International Journal of Food Microbiology**. v. 239, p 113-124, 2016

FRANÇA, T.K.B. de. **Obtenção e avaliação de pães sem glúten à base de batata-doce (Ipomoea batatas) com e sem farinha de linhaça**. 2018. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

FRANCO, V.A. **Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata-doce**. 2015. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos., Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
GEISSEN, W. **Panificação e Confeitaria Profissionais**. 5º ed. Manole: Nova Jersey, 2009. 770 p.

GUJRAL, H.S. *et al.* Effect of wheat bran, coarse wheat flour, and rice flour on the instrumental texture of cookies. **International Journal of Food Properties**, v. 6, n. 2, p. 329-340, 2003.

GUSMÃO, T.A.S. *et al.* Desenvolvimento de pão de forma sem glúten com farinha de arroz vermelho, enzima transglutaminase microbiana e prebiótico: avaliação tecnológica, sensorial e armazenabilidade. **Brasilian Journal of Development** v. 5, n.10 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 5. ed. São Paulo, 2008. 1020 p. LUVIELMO, M E SCAMPARINI, A R P . **Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação.** Estudos tecnológicos - Vol. 5, nº 1: 50-67 (jan/abr 2009)

MACHADO, A.P. **Propriedades viscoelásticas de massa de farinha de arroz e do concentrado proteico de Orizenina.** 2012. 69 f. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação -Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MARIANI, M. *et al.* Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 70-78, jan./mar. 2015

MESTRES, C; MOUQUET,C. **Principios físicos-químicos de la viscosidad de suspensiones de almidones.** In: Conferência Internacional De Almidón, 1996, Quito. Anais, Quito, 1996 p 22-39.

NASCIMENTO, J. ; DA SILVA, V.G. Veganismo: em defesa de uma ética na relação entre humanos e animais. **Caos Revista Eletrônica de Ciências Sociais/UFPB**, v. 21, p. 73-90, 2012.

NOBRE, S.R. *et al.* **Doença celíaca revisitada.** GE - J Port Gastreterol, coimbra 2007; v 14: p 184-193

OLIVEIRA, C.A.O. *et al.* Farinha de arroz e derivados como alternativas para a cadeia produtiva do arroz. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.16, n.3, p.291-297, 2014

OLIVEIRA, D.I. *et al.* Biscoitos tipo cookie sem glúten formulados com farelo de feijão, farinha de arroz e amido de mandioca. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 11, p.2502-2522, dez. 2017.

ORO et al. Pasting properties of whole and refined wheat flour blends used for bread production. **Ciência Rural**, Santa Maria, p.1-10, out. 2012.

PEDRO, N. *et al.* **Doença celíaca: Revisão de conceitos.** Medicina Interna, Coimbra, v. 16, n. 1, p.62-68, mar. 2009.

PEREIRA, K.B. **Massa alimentícia livre de glúten elaborada a partir de féculas de batata e mandioca e farinha de arroz vermelho**. 2018. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Processos, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

RICO, D; *et al.* Development of healthy gluten-free crackers from white and brown tef (*Eragrostis tef* Zucc.) flours. *Heliyon*. v.5, ed 10, 2019

SAVI, L.K.. **Caracterização térmica por calorimetria exploratória diferencial (dsc) das frações ricas em glutenina do trigo (*triticum aestivum*, cultivar brs-parrudo) obtidas por diferentes métodos de extração**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná., Curitiba, 2014.

SILVA, F.A; ORTIZ, G.P.; SILVA, C.C.A. **Desenvolvimento de Cookies Para Dietas Com Restrição De Açúcares e Glúten**. 2015. 7 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Minas Gerais, Bambui, 2015.

SILVA, T.S.G.; FURLANETTO, T.W. Diagnóstico de doença celíaca em adultos. **Revista Associação Médica Brasileira**, Porto Alegre, v. 56, n. 1, p.122-126, maio 2010.

SOUZA, T. M **Elaboração e caracterização de biscoito sem glúten com farinha da casca da goiaba serrana (*Acca sellowiana*)**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

THIRANUSORNKIJ, L. *et al.* Physicochemical properties of Hom Nil (*oryza sativa*) Rice Flour as gluten free ingredient in bread. **Mdpi Foods**, Tailândia, v. 2, n. 159, p.2-13, nov. 2018.

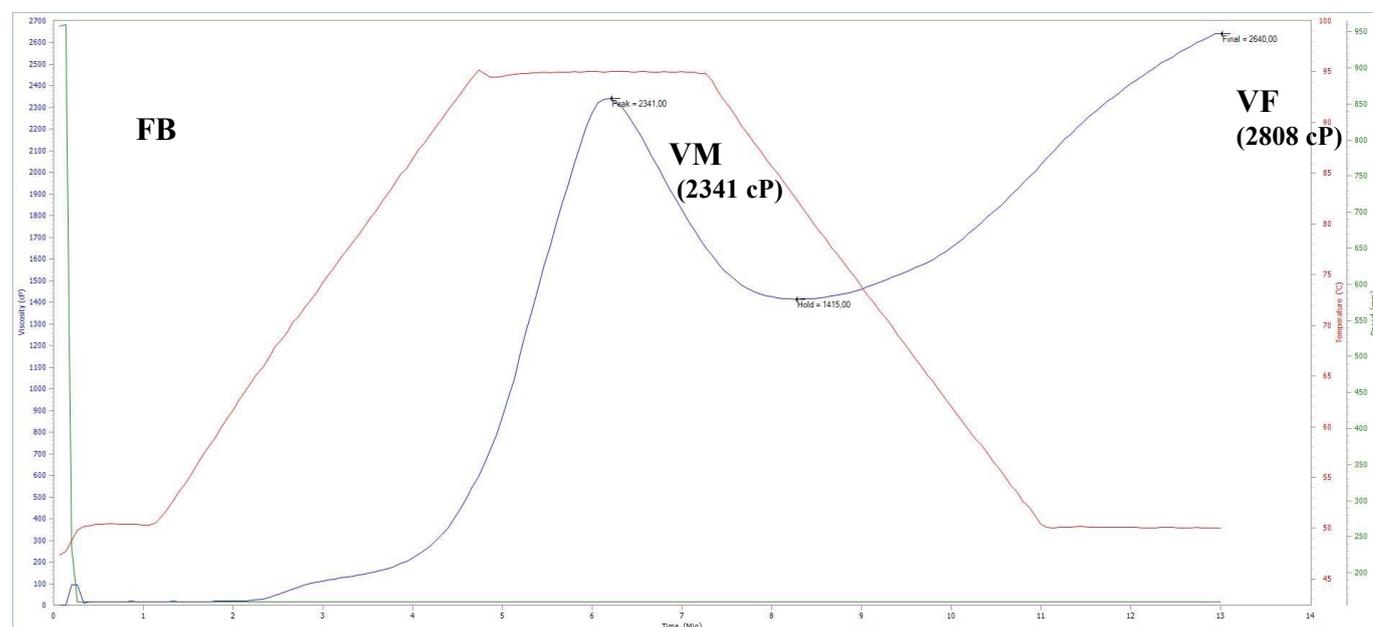
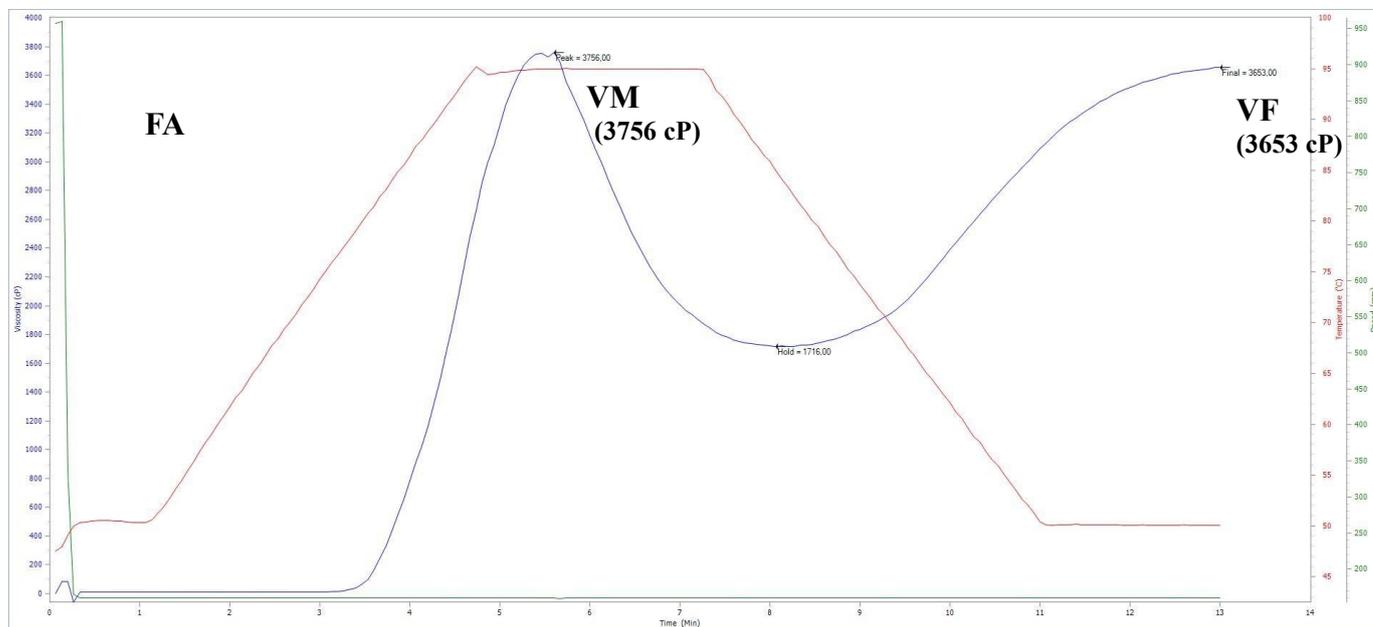
WALTER, M. *et al.* Arroz: composição e características nutricionais. **Revista Ciência Rural**, v.38, n.4, jul, 2008.

WATANABE, E. **Influência das proteínas formadoras do glúten na qualidade tecnológica da farinha de trigo para panificação**. 2014. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Londrina, 2014.

WEISER, H. **Chemistry of gluten proteins**. German Research centre of food chemistry. Germany, 2008

ANEXO A – CURVAS DE RVA

Figura 9 - Comparativo entre as curvas obtidas no RVA para a farinha de arroz e para a farinha de trigo



FA corresponde à curva da farinha de arroz, FB à curva da farinha de trigo. VM indica a viscosidade máxima e VF indica a viscosidade final.

As curvas apresentadas correspondem a um dos pontos da triplicatas e não representam uma média.

fonte: Próprio Autor, 2019